

TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## ÍNDICE GENERAL

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto L. Díaz Rodríguez', is written over a horizontal line.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**

## **MEMORIA**

### 1 GENERALIDADES

#### 1.1 Objeto

#### 1.2 Alcance

#### 1.3 Antecedentes

#### 1.4 Normas y referencias

##### 1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

##### 1.4.2 Bibliografía

##### 1.4.3 Programas de cálculo

#### 1.5 Resultados finales

#### 1.6 Orden de prioridad entre los documentos básicos

### 2 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

#### 2.1 Características

##### 2.1.1 Cables

##### 2.1.2 Canalizaciones

##### 2.1.3 Paralelismos

##### 2.1.4 Cruzamientos con vías de comunicación

##### 2.1.5 Cruzamientos con otros servicios

##### 2.1.6 Acometidas

##### 2.1.7 Dispositivos de seccionamiento y sistemas de protección

2.1.8 Empalmes y terminaciones

2.1.9 Puesta a Tierra

### 3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

3.1 Características

3.1.1 Condiciones generales

3.1.2 Ubicación y accesos

3.1.3 Dimensiones

3.1.4 Características constructivas

3.1.5 Condiciones acústicas

3.1.6 Grado de protección

3.1.7 Ventilación

3.2 Instalación eléctrica

3.2.1 Conductores para conexión entre celdas y transformadores

3.2.2 Celdas de Media Tensión

3.2.3 Transformador

3.2.4 Conductores para la conexión entre transformador y cuadro de baja tensión

3.2.5 Cuadro de baja tensión

3.2.6 Protección contra sobrecargas

3.2.7 Protección contra cortocircuitos

3.2.8 Instalación de Puesta a Tierra

### 3.2.9 Protección contra sobretensiones

### 3.2.10 Alumbrado

### 3.2.11 Señalizaciones y material de seguridad

## 4 RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

### 4.1 Características

#### 4.1.1 Conductores

#### 4.1.2 Canalizaciones

#### 4.1.3 Paralelismos

#### 4.1.4 Cruzamientos con vías de comunicación

#### 4.1.5 Cruzamientos con otros servicios

#### 4.1.6 Acometidas

#### 4.1.7 Protección de sobreintensidad

#### 4.1.8 Puesta a Tierra

### 4.2 Acometidas

#### 4.2.1 Cables

#### 4.2.2 Instalación

#### 4.2.3 Cajas Generales de Protección y Medida (CPM)

## **ANEXO I. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA**

### 1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

#### 1.1 Propuesta inicial del Trabajo Fin de Grado (TFG)

## **ANEXO II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

### 1 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

#### 1.1 Resistencia del Conductor

#### 1.2 Reactancia del cable

#### 1.3 Capacidad

#### 1.4 Intensidad máxima admisible

#### 1.5 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores

#### 1.6 Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en las pantalla

#### 1.7 Capacidad de transporte de la línea

#### 1.8 Caídas de tensión

#### 1.9 Pérdida de Potencia

#### 1.10 Resultados cálculos obtenidos

### 2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADOS

#### 2.1 Cálculo de Intensidad de cortocircuito

#### 2.2 Diseño y cálculo justificativo del sistema de puesta a tierra

##### 2.2.1 Datos de partida de la subestación alimentadora

##### 2.2.2 Tensión de paso y contacto máximas admisibles

2.2.3 Descripción del electrodo de puesta a tierra

2.2.4 Resultado del cálculo de tierras

### 3 RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

3.1 Resistencia del conductor

3.2 Reactancia del conductor

3.3 Intensidad máxima admisible

3.4 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores

3.5 Factor de Potencia

3.6 Caída de tensión

3.7 Potencia a transportar

3.8 Pérdida de Potencia

3.9 Previsión de cargas

3.9.1 Centro de Transformación proyectado nº 1

3.9.2 Centro de Transformador proyectado nº 2

3.9.3 Centro de Transformador proyectado nº 3

3.10 Acometidas

3.10.1 Cálculo eléctrico

3.11 Resultado cálculos obtenidos

3.11.1 Centro de Transformación proyectado nº 1

3.11.2 Centro de Transformación proyectado nº 2

### 3.11.3 Centro de Transformación proyectado nº 3

#### **PLANOS**

- 1 SITUACIÓN
- 2 EMPLAZAMIENTO
- 3 PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN MUNICIPAL
- 4 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN ACTUAL
- 5 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA
- 6 CT SUBTERRÁNEO PROYECTADO Nº 1, Nº 2 Y Nº 3
- 7 ESQUEMA UNIFILAR CT Nº 1, Nº 2 Y Nº 3
- 8 ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN
- 9 RED DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA
- 10 PUNTOS DE ACCESO A RED
- 11 ZANJAS TIPO PROYECTADAS

#### **PLIEGO DE CONDICIONES**

- 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN
- 2 LINEA DE MEDIA TENSION SUBTERRANEA
  - 2.1 Aseguramiento de la calidad
  - 2.2 Ejecución del trabajo
    - 2.2.1 Trazado

2.2.2 Apertura de zanja

2.2.3 Canalización

2.2.4 Puntos de acceso

2.2.5 Paralelismos

2.2.6 Cruzamientos con vías de comunicación

2.2.7 Cruzamientos con otros servicios

2.2.8 Acometidas

2.2.9 Transporte de bobinas de cables

2.2.10 Tendido de cables

2.2.11 Protección mecánica

2.2.12 Señalización

2.2.13 Cierre de zanjas

2.2.14 Reposición de pavimentos

2.2.15 Puesta a tierra

2.3 Materiales

2.3.1 Cables

2.4 Recepción de obra

3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS

3.1 Obra Civil

3.1.1 Emplazamiento



- 3.1.2 Excavación
- 3.1.3 Acondicionamiento
- 3.1.4 Edificio Prefabricado de hormigón
- 3.1.5 Evacuación y extinción del aceite aislante
- 3.1.6 Ventilación
- 3.2 Instalación eléctrica
  - 3.2.1 Aparamenta eléctrica
  - 3.2.2 Características Eléctricas
  - 3.2.3 Acometidas subterráneas
  - 3.2.4 Alumbrado
  - 3.2.5 Puesta a tierra
- 3.3 Admisión de materiales
- 3.4 Recepción de la obra
  - 3.4.1 Aislamiento
  - 3.4.2 Ensayo dieléctrico
  - 3.4.3 Instalación de puesta a tierra
  - 3.4.4 Regulación y protecciones
  - 3.4.5 Transformadores
- 4 RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSION
  - 4.1 Ejecución del trabajo

- 4.1.1 Trazado
- 4.1.2 Apertura de zanjas
- 4.1.3 Canalización
- 4.1.4 Puntos de acceso
- 4.1.5 Paralelismos
- 4.1.6 Cruzamientos con vías de comunicación
- 4.1.7 Cruzamientos con otros servicios
- 4.1.8 Acometidas
- 4.1.9 Transporte de bobinas de cables
- 4.1.10 Tendido de cables
- 4.1.11 Protección mecánica
- 4.1.12 Señalización
- 4.1.13 Cierre de zanjas
- 4.1.14 Reposición de pavimentos
- 4.1.15 Puesta a tierra
- 4.2 Materiales
  - 4.2.1 Cables
- 4.3 Recepción de obra

**ESTADO DE MEDICIONES**

## 1 PRESUPUESTO UNITARIO

## 1.1 Desmontaje Línea de Media Tensión existente

## 1.1.1 Obra Eléctrica

## 1.1.2 Obra Civil

## 1.2 Línea de Media Tensión Subterránea

## 1.2.1 Obra Eléctrica

## 1.2.2 Obra Civil

## 1.3 Centros de Transformación

## 1.3.1 Obra Eléctrica

## 1.3.2 Obra Civil

## 1.4 Red de Baja Tensión Subterránea

## 1.4.1 Obra Eléctrica

## 1.4.2 Obra Civil

**PRESUPUESTO**

## 1 PRESUPUESTO

## 1.1 Desmontaje Línea de Media Tensión existente

## 1.1.1 Obra Eléctrica

## 1.1.2 Obra Civil

## 1.2 Línea de Media Tensión Subterránea

1.2.1 Obra Eléctrica

1.2.2 Obra Civil

1.3 Centros de Transformación

1.3.1 Obra Eléctrica

1.3.2 Obra Civil

1.4 Centros de Transformación

1.4.1 Obra Eléctrica

1.4.2 Obra Civil

2 RESUMEN DE INSTALACIONES VALORADAS

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

1 MEMORIA

1.1 Introducción

1.1.1 Objeto

1.1.2 Ámbito de aplicación

1.2 Características de la obra

1.2.1 Datos de la obra

1.2.2 Accesos

1.2.3 Personal previsto

1.2.4 Presupuesto de ejecución

1.2.5 Plazo de ejecución

- 1.3 Riesgos y medidas preventivas al inicio de la obra
  - 1.3.1 Interferencias de servicios y servidumbres afectadas
  - 1.3.2 Vallado provisional de la obra y señalización
  - 1.3.3 Primeros auxilios y asistencia sanitaria
- 1.4 Riesgos y medidas preventivas de las actividades de obra
  - 1.4.1 Replanteo
  - 1.4.2 Canalización de la línea
  - 1.4.3 Excavación, movimiento de tierras para ubicación de CT
  - 1.4.4 Hormigonado y reposición del pavimento
  - 1.4.5 Instalación y montaje del CT
  - 1.4.6 Izado, desplazamiento y colocación de cargas
  - 1.4.7 Manipulación y transporte de materiales
  - 1.4.8 Puesta en servicio en frío
  - 1.4.9 Relleno y compactación
  - 1.4.10 Tendido de conductores en canalización subterránea
  - 1.4.11 Trabajos en altura
  - 1.4.12 Trabajos en centros de transformación
  - 1.4.13 Trabajos en frío
  - 1.4.14 Trabajos en tensión
- 1.5 Riesgos y medidas preventivas de la maquinaria de obra

1.5.1 Barquilla (cestas) y plataformas

1.5.2 Camión grúa

1.5.3 Camión hormigonera

1.5.4 Camión

1.5.5 Herramientas manuales

1.5.6 Máquinas herramientas

1.5.7 Martillo neumático

1.5.8 Mini compactador

1.5.9 Mini dumper (motovolquete)

1.5.10 Retroexcavadora

1.5.11 Transpaleta

1.6 Riesgos y medidas preventivas de los medios auxiliares

1.6.1 Elementos de izado

1.6.2 Escaleras horizontales (“escaleras de gancho”)

1.6.3 Escaleras manuales

2 PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 Normativa vigente

2.1.1 Legislación aplicable

2.1.2 Principios generales en la ejecución de la obra

2.1.3 Vigilancia, inspección y Control periódico de las condiciones de trabajo

- 2.2 Procesos técnicos de referencia para el desarrollo de actividades
  - 2.2.1 Acceso y permanencia en instalaciones
  - 2.2.2 Trabajos en centros de transformación y seccionamiento
  - 2.2.3 Delimitación de zonas y señalización
  - 2.2.4 Trabajos especiales
- 2.3 Condiciones técnicas de la maquinaria/equipos de trabajo
- 2.4 Condiciones técnicas de los medios de protección colectiva
- 2.5 Condiciones técnicas de los medios de protección individual
- 2.6 Condiciones técnicas para cumplir por las instalaciones provisionales de obra
  - 2.6.1 Protección contra incendios
  - 2.6.2 Almacenamiento y señalización de productos
- 2.7 Vigilancia de la salud y primeros auxilios
- 2.8 Medidas de emergencia
- 2.9 Plan de seguridad y salud
- 2.10 Documentación obligatoria en obra
- 2.11 Libro de incidencias
- 2.12 Paralización de los trabajos
- 2.13 Obligaciones del promotor
- 2.14 Obligaciones de contratistas y subcontratistas
- 2.15 Obligaciones de los trabajadores autónomos

2.16 Formación e información

2.17 Organización de la seguridad en obra

2.18 Empresas de trabajo temporal

2.19 Trabajadores especialmente sensibles



TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **MEMORIA**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto L. Díaz Rodríguez', is written over a horizontal line.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**

## ÍNDICE

<b>1 GENERALIDADES</b> .....	<b>5</b>
1.1 Objeto.....	5
1.2 Alcance .....	5
1.3 Antecedentes.....	6
1.4 Normas y referencias.....	6
1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	6
1.4.2 Bibliografía .....	7
1.4.3 Programas de cálculo.....	7
1.5 Resultados finales .....	8
1.6 Orden de prioridad entre los documentos básicos .....	10
<b>2 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA</b> .....	<b>11</b>
2.1 Características .....	11
2.1.1 Cables .....	11
2.1.2 Canalizaciones .....	13
2.1.3 Paralelismos .....	15
2.1.4 Cruzamientos con vías de comunicación.....	18
2.1.5 Cruzamientos con otros servicios.....	19
2.1.6 Acometidas.....	21
2.1.7 Dispositivos de seccionamiento y sistemas de protección .....	21

<b>2.1.8 Empalmes y terminaciones</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.9 Puesta a Tierra</b> .....	<b>22</b>
<b>3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1 Características</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1.1 Condiciones generales</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1.2 Ubicación y accesos</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1.3 Dimensiones</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1.4 Características constructivas</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1.5 Condiciones acústicas</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1.6 Grado de protección</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1.7 Ventilación</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2 Instalación eléctrica</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.1 Conductores para conexión entre celdas y transformadores</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.2 Celdas de Media Tensión</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.3 Transformador</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.4 Conductores para la conexión entre transformador y cuadro de baja tensión</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.5 Cuadro de baja tensión</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.6 Protección contra sobrecargas</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.7 Protección contra cortocircuitos</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.8 Instalación de Puesta a Tierra</b> .....	<b>29</b>

<b>3.2.9 Protección contra sobretensiones .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.10 Alumbrado .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.11 Señalizaciones y material de seguridad.....</b>	<b>35</b>
<b>4 RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Características .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.1 Conductores .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.2 Canalizaciones .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.3 Paralelismos .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.4 Cruzamientos con vías de comunicación .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1.5 Cruzamientos con otros servicios.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.6 Acometidas.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.7 Protección de sobreintensidad.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.8 Puesta a Tierra .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Acometidas.....</b>	<b>47</b>
<b>4.2.1 Cables .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.2 Instalación .....</b>	<b>48</b>
<b>4.2.3 Cajas Generales de Protección y Medida (CPM) .....</b>	<b>48</b>

## **1 GENERALIDADES**

### **1.1 Objeto**

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) pretende dotar del suministro eléctrico necesario, a nivel de Media Tensión (MT), Centros de Transformación (CT) y Baja Tensión (BT), a una nueva urbanización de 200 viviendas, todas ellas de nueva construcción.

Para ello se proyecta la instalación de una Línea de MT Subterránea, la cual alimentará a los 3 CT Subterráneos Prefabricados proyectados, completando la configuración en anillo con un CT compacto Prefabricado existente. Además se proyecta la Red de BT Subterránea necesaria para acometer a las diferentes parcelas desde los CT proyectados.

### **1.2 Alcance**

El objeto y alcance de este Proyecto viene condicionado por la nueva demanda de energía eléctrica para una urbanización de 200 viviendas unifamiliares de nueva construcción, además de la solicitud de 3 suministros para Servicios Públicos.

Debido a lo expuesto con anterioridad se llevarán a cabo las siguientes obras:

Se procederá al desmontaje de la Línea de MT Aérea actual cuyo trazado se efectúa por las parcelas en las que se ubicará la urbanización, y a la sustitución de la Línea de MT Subterránea actual que alimenta al CT Compacto Prefabricado existente en configuración de racimo.

La Línea de MT Subterránea proyectada tendrá su inicio en una arqueta proyectada donde se sitúa el Punto de Entronque con la Línea de MT existente, realizando entrada y salida en los 3 CT de la urbanización proyectados (2 de 630 kVA, y otro de 400 kVA) y en el CT existente, que en la actualidad está alimentado en configuración de racimo, modificando dicha configuración pasando a la configuración en anillo de la Red de Distribución proyectada.

También se proyecta las Líneas de BT Subterráneas necesarias para acometer a las diferentes parcelas desde los CT proyectados hasta las Cajas de Protección y

Medida de las viviendas unifamiliares y Servicios Públicos que forman parte de la urbanización.

### **1.3 Antecedentes**

Se plantea el presente Trabajo Fin de Grado (TFG), como consecuencia de la nueva demanda de suministro eléctrico provocada por la nueva urbanización a construir.

Podrían proponerse como posible alternativa a la solución adoptada en el presente TFG la siguiente actuación:

- Realizar una nueva salida de subestación para alimentar exclusivamente la urbanización.

Esta alternativa ha sido desechada por su inviabilidad, optándose por la solución de la instalación de los nuevos CT y el soterramiento de la línea de MT existente en la zona como solución técnico-económica más adecuada.

### **1.4 Normas y referencias**

#### **1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas**

El conjunto de disposiciones legales (leyes, reglamentos, ordenanzas, etc.) y las normas de obligado cumplimiento que se han tenido en cuenta para la realización del TFG, son las siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas suplementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, 15 de febrero).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre y sucesivas modificaciones).

- Orden de 10 de Marzo de 2000 por la que se modifican las instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT 19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto).
- Normas UNE de aplicación.
- Recomendaciones AMYS
- Norma Básica de la Edificación

### **1.4.2 Bibliografía**

Se han tenido en cuenta para la elaboración de este TFG la siguiente bibliografía:

- Proyectos tipo de compañías distribuidoras de Energía Eléctrica referentes a Líneas de MT Subterráneas, Centros de Transformación Prefabricados y Líneas de Baja Tensión Subterráneas.

### **1.4.3 Programas de cálculo**

La relación de programas informáticos utilizados para desarrollar los diversos cálculos del TFG es la siguiente:

- Aplicaciones de cálculo de tierras para diseño de puestas a tierra de las instalaciones proyectadas.
- Aplicaciones de cálculo de conductores y caídas de tensión.

Ambas aplicaciones son utilizadas por compañías distribuidoras de Energía Eléctrica.

## 1.5 Resultados finales

El resultado de la instalación para dotar de suministro eléctrico a la urbanización proyectada es como sigue:

- 1) Desmontaje de la Línea de MT Aérea actual cuyo trazado se efectúa por las parcelas en las que se ubicará la urbanización, desde el paso aéreo-subterráneo del actual Punto de Entronque Aéreo hasta paso aéreo-subterráneo existente, punto desde el que sustituirá la Línea de MT Subterránea actual para alimentar al CT Compacto Prefabricado existente por la Línea de MT proyectada para alimentar a dicho CT en configuración en anillo (Plano N° 04).
- 2) Instalación de la Línea de MT Subterránea desde un Punto de Entronque proyectado en Línea de Subterránea MT existente, hasta los 3 CT proyectados y el CT existente alimentado por la Red actual (Planos N° 05, N° 06 y N° 07):

En lo que respecta a las características técnicas, se describen a continuación:

### Línea de Media Tensión Subterránea

- Tensión nominal: 20 kV
- Tensión de servicio: 15 kV
- Condiciones de instalación: Bajo Tubo
- Origen: Línea de MT existente.
- Final: Igual al origen, realizando entrada y salida en los CT proyectados y en el CT, completando la configuración en anillo.
- Longitud: 2,772 km
- Conductor tipo/sección: RHZ1-2OL-12/20 kV, 3 (1x240 mm<sup>2</sup>) AL
- Factor de Potencia ( $\cos\phi$ ): 0,9



Centro de Transformación proyectado n° 1

- Emplazamiento: Urbanización proyectada
- Tipo: Subterráneo Prefabricado
- Potencia: 630 kVA (Ampliable a 1.000 kVA)
- Relación de Transformación: 15.000/400-230 V

Centro de Transformación proyectado n° 2

- Emplazamiento: Urbanización proyectada
- Tipo: Subterráneo Prefabricado
- Potencia: 630 kVA (Ampliable a 1.000 kVA)
- Relación de Transformación: 15.000/400-230 V

Centro de Transformación proyectado n° 3

- Emplazamiento: Urbanización proyectada
- Tipo: Subterráneo Prefabricado
- Potencia: 400 kVA (Ampliable a 1.000 kVA)
- Relación de Transformación: 15.000/400-230 V

3) Instalación de 9 Líneas de BT desde los CT proyectados (3 salidas desde cada uno de los 3 CT) para dar servicio a los abonados de la zona y a los Servicios Públicos de la urbanización (Plano N° 09).

Las principales características técnicas son las que se enumeran a continuación:

### Línea de Baja Tensión Subterránea

- Número de clientes: 200 Viviendas unifamiliares + 3 Servicios Públicos
- Tensión de Distribución: 400 V
- Condiciones de instalación: Bajo Tubo
- Origen: CT proyectado n° 1  
          CT proyectado n° 2  
          CT proyectado n° 3
- Final: Cada una de las parcelas con necesidad de suministro
- Número de Circuitos: CT proyectado n° 1: 3  
                          CT proyectado n° 2: 3  
                          CT proyectado n° 2: 3
- Longitud: CT proyectado n° 1: 1,011 km  
              CT proyectado n° 2: 0,631 km  
              CT proyectado n° 3: 0,867 km
- Conductor tipo/sección Distribución: XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x240 mm<sup>2</sup>) AL
- Conductor tipo/sección Acometidas: XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x95 mm<sup>2</sup>) AL  
  XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x50 mm<sup>2</sup>) AL  
  XZ1-0,6/1 kV, 2 (1x50 mm<sup>2</sup>) AL
- Factor de Potencia (cosφ): 0,9

### **1.6 Orden de prioridad entre los documentos básicos**

El orden de prioridad de los documentos básicos del TFG será el siguiente:

- 1 Planos
- 2 Pliego de Condiciones
- 3 Presupuesto
- 4 Memoria

## 2 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

### 2.1 Características

#### 2.1.1 Cables

Estarán constituidos por conductores de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228, y la pantalla metálica estará constituida por corona de alambres de cobre. Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello los polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo.

Los cables tendrán aislamiento de polietileno reticulado y estarán de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, y teniendo el sistema de protección previsto en las salidas de la subestación, las redes incluidas en el presente proyecto se clasifican como redes categoría A, según ITC-LAT 06.

En la siguiente tabla se especifica las tensiones nominales de los cables  $U_0/U$ , así como su nivel de aislamiento  $U_p$ , en función de la tensión nominal, de la tensión más elevada y de la categoría de la red, según ITC-LAT 06.

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tensión más elevada de la red $U_s$ (kV)	Categoría de la Red	Características mínimas del cable y accesorios	
			$U_0/U$ (kV)	$U_p$ (kV)
15	17,5	A-B	8,7/15	95
		C	12/20	125
20	24	A-B		
		C		

Tabla 2.1.1.1 - Tensiones nominales y nivel de aislamiento de los cables

La tensión nominal normalizada son 20 kV, y siguiendo un criterio de unificación de las características de los cables y según la tabla anterior, la tensión nominal seleccionada para utilizar en los cables es de 12/20 kV.

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

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

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea (figura 1). En el caso de líneas de longitud superior a 10 km, será necesario conectar a tierra las pantallas en un empalme intermedio.

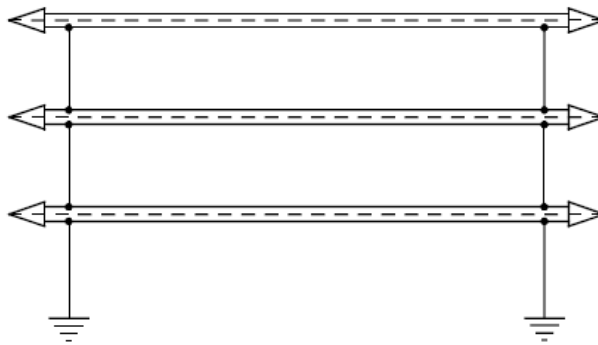


Figura 2.1.1.1 - Conexión a tierra de las pantallas de los cables

Las características principales de los cables se indican en la siguiente tabla:

Características	RHZ1 2OL 12/20 kV
Sección conductor aluminio mm <sup>2</sup>	240
Sección pantalla de cobre mm <sup>2</sup>	16
Nº mín. alambres conductor	30
Ø conductor mín./máx. mm	17,6/19,2
Ø conductor y capa semiconductora interna, aprox. mm	19,2
Espesor nominal aislamiento mm	5,5
Ø del aislante, aprox. mm	30,2
Ø medio pantalla, aprox. mm	32,5
Espesor nominal cubierta mm	3
Ø exterior, aprox. mm	39,2
Radio mínimo curvatura (final) mm	588
Peso aprox. kg/km	1700
Temp.°C máx. Normal/cc máx.5 seg	90/250
Nivel aislamiento impulsos kV	125

Tabla 2.1.1.2 - Tensiones nominales y nivel de aislamiento de los cables

No es objeto del proyecto la puesta a tierra de las pantallas de los cables debido a la existencia de las mismas en la Línea de MT subterránea existente, sin que se sobrepase la longitud de 10 km entre cada uno de los puntos.

### 2.1.2 Canalizaciones

Los cables aislados subterráneos de MT se canalizarán de la siguiente forma:

#### Cables entubados en zanja

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J. Dichos tubos irán siempre acompañados de un tubo de polietileno de alta densidad de color verde de 125 mm de diámetro para la posible instalación de cables de telecomunicaciones según la Norma UNE-EN 50086-2-4.

Los tubos irán alojados en zanjas cuyas dimensiones y números de tubos que puede albergar son las que se muestran en la Tabla 2.2.1. En todo momento la profundidad mínima a la parte superior del tubo más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

Canalización	Ancho (cm)	Profundidad (cm)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
AL BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
	60	---	---	---	8+1R*

\* Donde R significa tubo de reserva

Tabla 2.1.2.1 – Dimensiones y nº de tubos de zanjas.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que el tubo verde de comunicaciones irá situado por encima a 4 cm aproximadamente.

Se colocarán también una o dos (para el caso de 9 tubos) cintas de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm y a la parte superior del tubo de 25 cm.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. A continuación se colocará el tubo verde de comunicaciones a 4 cm de la parte superior del tubo asegurando que este quede cubierto con una capa de como mínimo 4 cm de hormigón.

#### **2.1.2.1 Trazado**

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura una vez instalado será de  $15D$ , siendo  $D$  el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.
- Las distancias a fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.

### **2.1.2.2 Puntos de acceso a red**

Estos puntos de acceso facilitarán los tendidos de líneas a realizar en distintas fases evitando permisos y molestias al romper pavimentos, mejorando los tiempos de reposición del servicio al cliente en caso de averías en redes abiertas. Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón de acuerdo con los planos del documento Planos.

Las tapas serán de fundición esferoidal según la Norma UNE EN 124, el esfuerzo asignado será función del pavimento donde vayan situadas, y además las tapas irán equipadas con elementos antiruido.

### **2.1.2.3 Cintas de señalización de peligro**

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará una o dos (para el caso de 9 tubos) cinta de señalización para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables.

Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm.

Además, quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos. El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de  $150 \pm 5$  mm y su espesor será de  $0,1 \pm 0,01$  mm.cm en el caso de cables entubados.

### **2.1.3 Paralelismos**

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones:

### **2.1.3.1 Otros cables de energía eléctrica**

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de Baja o Alta Tensión (AT), manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

### **2.1.3.2 Cables de telecomunicación**

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

### **2.1.3.3 Canalizaciones de agua**

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.



### 2.1.3.4 Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente. Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

Canalización y Acometida	Presión de la instalación de Gas	Distancia mínima (d) cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Tabla 2.1.3.4.1 – Distancias mínimas en paralelismos

### 2.1.3.5 Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado.

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.2.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables se instalarán separados de las conducciones de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las conducciones de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

## **2.1.4 Cruzamientos con vías de comunicación**

### **2.1.4.1 Calzadas (calles y carreteras)**

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos serán normalizados según el apartado 2.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

### **2.1.4.2 Ferrocarriles**

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y la parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados según apartado 2.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena.

En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

## **2.1.5 Cruzamientos con otros servicios**

### **2.1.5.1 Otros cables de energía eléctrica**

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MT discurren por debajo de los de BT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

### **2.1.5.2 Con cables de telecomunicación**

La separación mínima entre los cables de MT y los de telecomunicación será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable MT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

### **2.1.5.3 Canalizaciones de agua**

En los cruzamientos de cables con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

### 2.1.5.4 Canalizaciones de gas

En los cruces de cables con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 2.1.5.4.1. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

Canalización y Acometida	Presión de la instalación de Gas	Distancia mínima (d) cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Tabla 2.1.5.4.1 – Distancias mínimas en paralelismos

### 2.1.5.5 Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

## b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

### **2.1.5.6 Depósitos de carburantes**

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según el apartado 2.1.2., los cuales distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

### **2.1.6 Acometidas**

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 2.1.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

### **2.1.7 Dispositivos de seccionamiento y sistemas de protección**

#### **2.1.7.1 Dispositivos de seccionamiento**

En el seccionamiento en la red subterránea, ésta se realizará, bien con conexiones enchufables o bien mediante celdas de aislamiento independiente de las condiciones atmosféricas.

### **2.1.7.2 Sistemas de protección**

Las protecciones existentes en cabecera de línea, cuyas características y disposición se recogen en proyecto de subestación suministradora, se complementarán con protecciones contra sobretensiones descritas a continuación:

- La protección contra sobretensiones en MT se realizará mediante la instalación de pararrayos autoválvulas, según la Norma UNE-EN 60099.

### **2.1.8 Empalmes y terminaciones**

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- Los empalmes y terminaciones deben estar protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- Los empalmes y terminaciones debe resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

### **2.1.9 Puesta a Tierra**

En las redes subterráneas de MT se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección

### 3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 3.1 Características

##### 3.1.1 Condiciones generales

##### Potencia de Centros de Transformación proyectados

Se proyectan 3 CT, cuyas potencias a utilizar son las siguientes:

- CT nº 1: 630 kVA
- CT nº 2: 630 kVA
- CT nº 3: 400 kVA

La elección de cada uno de los transformadores se ha realizado en base a la potencia demandada prevista para cada uno de los locales de la urbanización, que es la siguiente:

CT	SALIDA CT	POTENCIA DEMANDADA (kW)	POTENCIA INSTALADA (kVA)
CT Nº 1	SALIDA 1	183,08	630
	SALIDA 2	196,68	
	SALIDA 3	173,88	
CT Nº 2	SALIDA 1	156,88	630
	SALIDA 2	137,80	
	SALIDA 3	169,28	
CT Nº 3	SALIDA 1	162,32	400
	SALIDA 2	68,08	
	SALIDA 3	169,28	

Tabla 3.1.1.1 - Justificación de Potencia de los Centros de Transformación

##### Tensión prevista más elevada para el material

Dependiendo de la tensión nominal de alimentación al CT, la tensión prevista más elevada para el material, excepto transformadores de potencia, será la indicada en la siguiente tabla:

Tensión asignada (Valor eficaz) (kV)	Tensión más elevada para el material (Valor eficaz) (kV)
$U \leq 20$	24

Tabla 3.1.1.2 – Tensión prevista más elevada para el material

### Tensión soportada en baja tensión

A los efectos del nivel de aislamiento, el material BT instalado en el CT se clasificará de la forma siguiente:

- a) Materiales para la conexión entre transformadores y cuadro de BT, cuadros de BT y salidas de éstos hacia la red de distribución.
- b) Materiales para los servicios propios del CT.

Los materiales contemplados en el apartado a) deberán ser capaces de soportar, por su propia naturaleza, tensiones de hasta 10 kV a masa.

Los materiales contemplados en el apartado b) deberán ser capaces, por su propia naturaleza, por condiciones de instalación o mediante dispositivos adecuados, de soportar tensiones de hasta 10 kV a masa.

### Intensidades de cortocircuito

La potencia de cortocircuito en el punto de red, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 400 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 15,4 kA eficaces.

Los materiales de AT instalados en los CT, deberán ser capaces de soportar dichas solicitaciones. A este efecto, deberán tomarse en consideración las características de dichos materiales, definidas en las correspondientes Normas UNE que les sean de aplicación.

### **3.1.2 Ubicación y accesos**

En cuanto a la ubicación, se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y



situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

En lo referente a los accesos, se accederá al CT, directamente desde una vía pública o, excepcionalmente desde una vía privada, con la correspondiente servidumbre de paso que contemple además el transporte del propio CT y/o de los elementos que lo integran.

### **3.1.3 Dimensiones**

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- a) La colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.
- b) La ejecución de las maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según el MIE-RAT-15 al tratarse de un CT de maniobra exterior.

### **3.1.4 Características constructivas**

Las características eléctricas y mecánicas del edificio del CT estarán de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE-EN 61330.

Los CT proyectados serán del tipo Subterráneo Prefabricado con envolvente de hormigón, 2L+1P, siendo los CT proyectados nº 1 y nº 2 de 630 kVA, y el nº 3 de 400 kVA, ampliables a 1.000 kVA.

### **3.1.5 Condiciones acústicas**

Los CT tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de la Comunidad Autónoma de Galicia.

### **3.1.6 Grado de protección**

De acuerdo con la Norma UNE-EN 61330, el grado de protección mínimo de la envolvente del CT prefabricado será IP 23 D.

### **3.1.7 Ventilación**

De acuerdo con el apartado 5.5.1.5 de la Norma UNE-EN 61330, la refrigeración del CT prefabricado será por ventilación natural.

Al ser la envolvente de hormigón, las aberturas de ventilación tendrán un grado de protección igual al de la envolvente, es decir, IP 23 D y de acuerdo con el apartado 4.11 de la Norma UNE-EN 61330, la envolvente será de clase 20.

Los huecos destinados a la ventilación estarán diseñados de acuerdo con la ITC MIE-RAT 15.

## **3.2 Instalación eléctrica**

### **3.2.1 Conductores para conexión entre celdas y transformadores**

Estos conductores estarán constituidos por cables de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE, de 95 mm<sup>2</sup> de sección y de Tensión nominal 12/20 kV.

Acometida mediante 3 pasatapas enchufables para conectores acodados hasta 250 A, con las dimensiones definidas por el interfaz A en la Norma UNE-EN 50181.

Los CT disponen de los correspondientes parkings de bornes para desconectar la entrada o salida con total seguridad a la hora de localizar una avería en los cables de alimentación.

### **3.2.2 Celdas de Media Tensión**

Los dos tipos de celdas a utilizar en los CT, serán las de línea y las de protección, cuyas funciones son las siguientes:

a) Celdas de línea.

Son las que se utilizan para las operaciones de maniobra en AT, conectadas a los conductores de entrada o salida que constituyen el circuito de alimentación al CT.

b) Celdas de protección.

Son las que se utilizan para las funciones de maniobra y protección de los transformadores.

Ambos tipos corresponderán a celdas compactas prefabricadas bajo envoltorio metálica con corte y aislamiento en atmósfera de SF6, u otro sistema que no dependa de las condiciones atmosféricas, contempladas en las Normas UNE-EN 60265, UNE-EN 62271 y UNE-EN 60694.

### 3.2.3 Transformador

Los transformadores serán trifásicos de clase B2. Sus características estarán de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 21428.

Las características principales son las siguientes:

CENTRO DE TRANSFORMACION	CANTIDAD DE TRAFOS	TIPO TRAFO	TIPO LIQUIDO REFRIGERANTE
CT1	1	630/17,5/15 B2	ACEITE MINERAL
CT2	1	630/17,5/15 B2	ACEITE MINERAL
CT3	1	400/17,5/15 B2	ACEITE MINERAL

Tabla 3.2.3.1 - Características de los Transformadores por Centro

Dispondrán de un sensor de temperatura, que cuando alcance una temperatura prefijada enviará orden de disparo, al interruptor de maniobra en MT ya que los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas.

### 3.2.4 Conductores para la conexión entre transformador y cuadro de baja tensión

La unión entre las bornas del transformador y el cuadro de protección de BT se efectuará por medio de conductores aislados unipolares de aluminio XZ1 0,6/1 kV.

La sección de los cables será 240 mm<sup>2</sup>. El número de cables, tanto para las fases como para el neutro, lo determina la Potencia de los Transformadores, que en el caso de los proyectados, los CT n° 1 y n° 2 es 630 kVA, y el CT n° 3 es 400 kVA, por lo que el número de cables será el siguiente:

NÚMERO DE CABLES			
Tipo de cable	Sección mm <sup>2</sup>	POTENCIA TRANSFORMADOR kVA	
		400	630
XZ1 0,6/1 kV	240	2 x fase 1 x neutro	3 x fase 2 x neutro

Tabla 3.2.4.1. N° de cables para conexión entre Transformador y cuadro BT

### 3.2.5 Cuadro de baja tensión

El CT irá dotado de un cuadro de distribución, cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente de los transformadores y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales, así como de alimentar en BT los servicios auxiliares del CT.

Dicho cuadro estará dotado de 3 salidas de BT más una de reserva, equipado con 4 bases tripolares verticales de apertura en carga, BTVC tamaño 2 de 400 A.

### 3.2.6 Protección contra sobrecargas

La protección contra sobrecargas se realizará mediante un termómetro de contactos, previsto en todos los transformadores, que cuando alcance una temperatura prefijada enviará orden de disparo al interruptor-seccionador de la celda de protección de transformador.

### 3.2.7 Protección contra cortocircuitos

Cada transformador llevará en MT una celda de protección equipada con tres cortocircuitos fusibles de alto poder de ruptura, que en caso de fusión de uno de ellos, provoque un disparo trifásico mediante la apertura del correspondiente seccionador en carga.

Los calibres de los fusibles se elegirán de forma que se garantice que el transformador queda protegido contra cortocircuitos trifásicos francos en el lado de AT y BT, y de forma que no se produzca la fusión de los fusibles en el caso de una maniobra de conexión en vacío del transformador. Aunque los calibres utilizados dependen de la curva de prearco determinada por el fabricante, se recomiendan los siguientes:

POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	CALIBRE FUSIBLE (A)
	15 kV
400	40
630	63

Tabla 3.2.7.1. Calibre Fusibles para protección contra cortocircuitos

### 3.2.8 Instalación de Puesta a Tierra

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Esta puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

El diseño en cada caso de los sistemas de puesta a tierra del CT se efectuará mediante aplicación de la Instrucción Complementaria MIE-RAT-13.

### 3.2.8.1 Sistemas de Puesta a Tierra

#### Instalación de tierra general

Cuando la tensión de defecto a tierra en el CT no sea superior a 1.000 V, se conectarán a una instalación de tierra general (de protección y de servicio), cuando los hubiese, los siguientes elementos:

- Masas de AT.
- Masas de BT.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Armaduras metálicas interiores del edificio prefabricado.
- Cuba metálica de los transformadores.
- Pararrayos AT.
- Pararrayos BT.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Neutro de los transformadores.
- Bornes para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Bornes de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.

#### Instalación de tierras separadas

Cuando la tensión de defecto a tierra en el CT sea superior a 1.000 V, los neutros de los transformadores, los bornes de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT y los pararrayos de BT, segregados de la instalación de tierra general indicada en el caso de instalación de tierra general, se unirán a una instalación de tierra separada, que se llamará de neutro, la cual tendrá un valor de resistencia de puesta a tierra tal que la tensión transferida a la BT debida a la intensidad de defecto no sea superior a 1.000 V.

En función de las intensidades de defecto ( $I_d$ ) y de la resistividad del terreno ( $\rho$ ), las distancias que como mínimo deben mantenerse entre las instalaciones de tierras separadas se obtendrán a partir de la siguiente expresión:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \quad (3.2.7.1.1)$$

En la que:

D = Distancia, en metros

$I_d$  = Intensidad de defecto, en Amperios

$\rho$  = Resistividad media del terreno, en ohmios.metro

$U_i = 1.000 \text{ V}$ .

### 3.2.8.2 Elementos constitutivos de los sistemas de puesta a tierra

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra en el CT son:

a) Líneas de tierra

Estarán constituidas por conductores de cobre de acuerdo con las Normas UNE 21011 y UNE 21012. En función de la intensidad de defecto y la duración del mismo, la sección mínima (S) del conductor a emplear por cada línea de tierra a efectos de no alcanzar una temperatura elevada se deducirá a partir de la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}} \quad (3.2.7.2.1)$$

Donde:

$I_d$  = Intensidad de defecto, en Amperios

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos

$\alpha$  (para  $t < 5 \text{ seg.}$ )=12,8

$\Delta\theta = 160^\circ\text{C}$  conductor aislado /  $180^\circ\text{C}$  conductor desnudo

Una vez calculada la sección, se elegirá de las normalizadas, el valor igual o inmediatamente superior al calculado. En cualquier caso, esta sección nunca será menor de 50 mm<sup>2</sup>.

En el caso de tierras separadas, la línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 min.) y de 20 kV a impulso tipo rayo (onda 1'2/50µs).

#### b) Electrodo de puesta a tierra

Estarán constituidos por cualquiera de los siguientes elementos:

- Picas
  - Picas de acero con protección catódica según UNE 20003.
  - Picas de acero-cobre según UNE 21056.
- Conductores enterrados horizontalmente

#### 3.2.8.3 Condiciones de instalación de los electrodos

Las picas se hincarán verticalmente quedando la parte superior a una profundidad no inferior a 0,5 m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8 m.

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la de la parte superior de las picas.

El valor mínimo de la superficie total del electrodo será tal que la densidad de corriente disipada (que es igual al cociente entre la intensidad de defecto y la superficie total del electrodo de puesta a tierra) sea inferior al valor dado por la expresión:

$$\delta = \frac{11.600}{\sqrt{\rho \cdot t}} \quad (3.2.7.3.1)$$

En la que:

$\delta$  = densidad de corriente disipada, en A/m<sup>2</sup>



$\rho$  = Resistividad del terreno en, ohmios.metro

t = Tiempo de duración del defecto, en segundos

#### **3.2.8.4 Ejecución de la puesta a tierra**

La base del CT estará rodeada por un electrodo horizontal, de forma cuadrada o rectangular, complementado con un número suficiente de picas para conseguir la resistencia de tierra prevista.

En el caso de emplear únicamente electrodos de pica, la separación entre ellos, será, a ser posible, superior a 1,5 veces la longitud de los mismos.

En la instalación de puesta a tierra de masas y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Llevarán un borne accesible para la medida de la resistencia de tierra.
- b) Se unirán al conductor de línea de tierra previsto en el apartado 3.2.7.2.
- c) Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra, estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- d) Los elementos conectados a tierra, no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- e) La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.
- f) No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores del CT.

En el caso de sistemas de puesta a tierra separadas, ambos estarán distanciados entre sí una longitud no inferior a la calculada según la instalación de tierras separadas.

La línea de tierra del neutro de BT, se instalará siempre, antes del dispositivo de seccionamiento de BT y preferentemente partiendo de la borna del neutro del transformador o junto a ella.

Los circuitos de puesta a tierra de neutro, cumplirán las condiciones a) y c).

### 3.2.8.5 Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

Además de las resistencias de puesta a tierra anteriormente exigidas, las instalaciones de tierra se han de realizar de forma que no se superen los valores de las tensiones máximas de paso y contacto peligrosas.

Se ha de tener en consideración la tabla siguiente:

PROCEDIMIENTO	EFFECTOS SOBRE
1º Reducir el valor de la resistencia de puesta a tierra, aumentando la longitud del electrodo y/o disminuyendo la resistividad del terreno.	Tensiones de paso y contacto
2º Realizar aceras aislantes de 1 m de anchura mínima.	Tensión de contacto
3º Situar el punto superior del electrodo a una profundidad superior a 0,80 m indicada en el apartado 3.3.3.	Tensión de paso
4º Instalación de anillos difusores de dimensiones crecientes, enterrados en disposición piramidal.	Tensión de paso

Tabla 3.2.7.5.1 – Medidas adicionales de seguridad

### 3.2.9 Protección contra sobretensiones

Por lo general, al tratarse de instalaciones alimentadas mediante cables subterráneos, no será necesario tomar ninguna precaución en lo que a la protección contra sobretensiones de origen atmosférico se refiere. En aquellos casos en los

que se requiera, se instalará un juego de pararrayos lo más cerca posible del elemento a proteger, sin intercalar ningún elemento de seccionamiento.

### **3.2.10 Alumbrado**

Para el alumbrado interior del CT se dispondrá de un punto de alumbrado magnético, debidamente protegido que no se encontrará fijado sino que con una longitud de cable suficiente se pueda situar en el lugar más adecuado del centro para cada caso en concreto. Incluirá el cableado y gobernado desde el cuadro de BT con una bombilla de al menos 60 W.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso.

### **3.2.11 Señalizaciones y material de seguridad**

Los CT cumplirán con las siguientes prescripciones:

- Las puertas de acceso al CT llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.
- En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la Norma UNE 20383.
- Cartel de las 5 reglas de oro.
- Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos, con la siguiente documentación:
  - Manual de instrucciones y mantenimiento del CT.
  - Protocolo del Transformador.
  - Certificado de Conformidad del cuadro.
  - Documentación técnica.

## **4 RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA**

### **4.1 Características**

#### **4.1.1 Conductores**

Los conductores que se emplearán serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, escogidos de los contemplados en la Norma UNE-HD 603-5X.

Los conductores serán unipolares y su tensión nominal  $U_0/U$  será 0,6/1 kV. Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

El aislamiento utilizado será de polietileno reticulado (XLPE).

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.

La sección del conductor neutro será la misma que la de los conductores de fase.

El conductor neutro de las líneas subterráneas, se conectará a tierra en el CT, en la forma prevista en el Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Fuera del CT es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red como mínimo cada 500 m de longitud de línea, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra. Debe ser puesto a tierra en cada extremidad de línea y en cada punto de derivación importante.

Este valor de resistencia de tierra será tal que no dé lugar a tensiones de contacto superiores a 50 V de acuerdo con la ITC-BT-18.

Las características principales de los conductores se indican en la tabla siguiente:

CARACTERÍSTICAS	XZ1 0,6/1 kV			
	50	95	150	240
Sección mm <sup>2</sup>	50	95	150	240
Nº mín. alambres del conductor	6	15		30
φ conductor min/máx mm	7,7/8,6	11,0/12,0	13,7/15	17,6/19,2
Espesor nominal aislamiento mm	1	1,1	1,4	1,7
Espesor nominal cubierta mm	1,3	1,4		1,5
φ exterior aprox. mm	12,5	16	19,5	24,4
Radio mínimo curvatura mm	50	64	78	98
Peso aprox. kg/km	210	365	550	855
Temp.°C máx. Normal/cc máx.5 seg	90/250			

Tabla 4.1.1.1 – Características principales conductores

Estas características, estarán de acuerdo con la Norma UNE 211603-5N1.

La línea general se realizará principalmente con cables de 240 mm<sup>2</sup> de sección. Mientras que las secciones de 50 y 95 mm<sup>2</sup> se utilizarán en derivaciones y acometidas.

#### 4.1.2 Canalizaciones

La forma de canalización utilizada será la de cables entubados en zanja.

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J.

Los tubos irán alojados en zanjas cuyas dimensiones y números de tubos que puede albergar son las que se muestran en la tabla siguiente. En todo momento la profundidad mínima a la parte superior del tubo más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

Canalización	Ancho (cm)	Profundidad (cm)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
AL BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
	60	---	---	---	8+1R*

\* Donde R significa tubo de reserva

Tabla 4.1.2.1 – Dimensiones y n° de tubos de zanjas.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Se colocarán también una o dos (para el caso de 9 tubos) cintas de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm y a la parte superior del tubo de 25 cm.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor, y se asegurará que los tubos quedan cubiertos con una capa de cómo mínimo 4 cm de espesor.

#### 4.1.2.1 Trazado

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.
- Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio de curvatura mínimo durante la instalación de 15D y después de colocado el cable de como

mínimo  $4D$  para  $D < 25\text{mm}$  y  $5D$  para  $25 < D < 50\text{ mm}$ , donde  $D$  es el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.
- Las distancias a fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.

#### **4.1.2.2 Punto de acceso a la red**

Se establece el empleo de puntos de acceso en la red de BT en la conexión de empalmes y en aquellos otros puntos que sean necesarios para hacer posible el tendido y sustitución de los cables entre dos puntos de acceso consecutivos. Se descarta el empleo de puntos de acceso en la totalidad de conexión de acometidas y derivaciones, al ser una urbanización de 200 viviendas unifamiliares.

Estos puntos de acceso facilitarán los tendidos de líneas a realizar en distintas fases evitando permisos y molestias al romper pavimentos.

Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón de acuerdo con los planos del documento Planos.

Las tapas de fundición esferoidal serán según la Norma UNE EN 124, el esfuerzo asignado será función del pavimento donde vayan situadas, y además las tapas irán equipadas con elementos antiruido.

#### **4.1.2.3 Cintas de señalización de peligro**

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización para el caso de cables directamente enterrados y una o dos (para el caso de 9 tubos) para cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados y 10 cm al suelo en el caso de los cables

directamente enterrados. En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de  $150\pm 5$  mm y su espesor será de  $0,1\pm 0,01$  mm.

### **4.1.3 Paralelismos**

Los cables subterráneos de BT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### **4.1.3.1 Otros cables de energía eléctrica**

Los cables de BT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 10 cm con los cables de BT y 25 cm con los cables de AT.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

#### **4.1.3.2 Cables de telecomunicación**

En el caso de paralelismos entre cables BT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.



#### 4.1.3.3 Canalizaciones de agua

Los cables de BT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

#### 4.1.3.4 Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 4.1.3.4.1.

Presión de la instalación de Gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados
En alta presión > 4 bar	0,40 m
En media y baja presión <= 4 bar	0,20 m

Tabla 4.1.3.1 – Distancias mínimas en paralelismos

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

#### **4.1.3.5 Conducciones de alcantarillado**

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado.

##### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

##### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables de BT se instalarán separados de las conducciones de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las conducciones de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

#### **4.1.4 Cruzamientos con vías de comunicación**

##### **4.1.4.1 Calzadas (Calles y carreteras)**

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos serán normalizados según el apartado 4.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

#### **4.1.4.2 Ferrocarriles**

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y la parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,3 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados según apartado 4.1.2 y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

#### **4.1.5 Cruzamientos con otros servicios**

##### **4.1.5.1 Otros cables de energía eléctrica**

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de BT discurren por encima de los de AT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. con los cables de AT y de 10 cm. con los cables de BT. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

#### **4.1.5.2 Con cables de telecomunicación**

La separación mínima entre los cables de BT y los de telecomunicación será de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable BT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

#### **4.1.5.3 Canalizaciones de agua**

En los cruzamientos de cables de BT con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

#### **4.1.5.4 Canalizaciones de gas**

En los cruzamientos de cables BT con conducciones de gas se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de gas o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

#### **4.1.5.5 Conducciones de alcantarillado**

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

##### **a) Conducción de alcantarillado en galería**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la

fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

#### **4.1.5.6 Depósitos de carburantes**

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según el apartado 4.1.2, los cuales distarán como mínimo 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 1,5 m por cada extremo.

#### **4.1.6 Acometidas**

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 4.1.2.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

#### **4.1.7 Protección de sobreintensidad**

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles o interruptores automáticos existentes en la cabecera de la línea principal, que avance del CT.

Para la protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles clase gG según Norma UNE 60269-1, se indican en la siguiente tabla las intensidades nominales de los mismos.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Calibre del fusible In (A)
50	160
95	200
150	315
240	400

Tabla 4.1.7.1 – Calibre fusibles

En este caso se dispone de 3 salidas por cada uno de los CT proyectados en conductor de sección 240 mm<sup>2</sup>, por lo que se instalarán fusibles de 400 A.

#### 4.1.8 Puesta a Tierra

Con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueda presentarse, se dispondrán puestas a tierra del conductor neutro.

##### 4.1.8.1 Constitución de las tomas de tierra

Los electrodos y conductores de unión a tierra deberán cumplir las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

##### 4.1.8.2 Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro de las líneas subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el CT, en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

Fuera del CT es recomendable su puesta a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red por lo menos cada 500 m, preferentemente en los puntos de derivación.

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

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

a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.

b) Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo en este caso ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

#### **4.1.8.3 Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con los electrodos**

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico, tanto con las partes metálicas que se deseen poner a tierra como con el electrodo, para lo cual las conexiones de los circuitos de tierra, con las partes metálicas y con los electrodos se efectuarán con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de elementos de compresión. Queda terminantemente prohibido el empleo de soldadura tanto de alto como de bajo punto de fusión.

La línea de enlace con el electrodo deberá ser lo más corta posible y sin cambios bruscos de dirección, no debiendo estar sujeta a esfuerzos mecánicos.

## **4.2 Acometidas**

Se entiende como tal, la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución general y la caja o cajas de protección o el conjunto modular de protección y medida en los edificios unifamiliares.

La Red de Alumbrado Público no puede tener ningún conductor común con la Red de distribución.

### 4.2.1 Cables

Los cables responderán a las características indicadas en el apartado 4.1.1 y a las intensidades máximas admisibles según las condiciones de instalación del apartado 4.1.2 y cuyo resumen se presenta en la siguiente tabla:

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A)
XZ1 0,6/1kV 2x 50 AL	153
XZ1 0,6/1kV 4x 50 AL	125
XZ1 0,6/1kV 4x 95 AL	191
XZ1 0,6/1kV 4x 150 AL	253
XZ1 0,6/1kV 4x 240 AL	336

Tabla 4.2.1.1 – Intensidades máximas admisibles

### 4.2.2 Instalación

#### Conexiones a la línea

Las conexiones se realizarán mediante derivaciones de perforación de aislamiento para cables unipolares de secciones 50, 95, 150 y 240 mm<sup>2</sup>, aislados de tensión nominal 0,6/1 kV.

### 4.2.3 Cajas Generales de Protección y Medida (CPM)

En el caso de viviendas unifamiliares, se instalarán Cajas de Protección y Medida (CPM), empotradas para cada una de las viviendas unifamiliares. Deberán cumplir las especificaciones de las normas UNE 20324 y UNE EN 60269.



TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **ANEXO I. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto L. Díaz Rodríguez', written over a horizontal line.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**

## ÍNDICE

<b>1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Propuesta inicial del Trabajo Fin de Grado (TFG).....</b>	<b>3</b>

## **1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA**

### **1.1 Propuesta inicial del Trabajo Fin de Grado (TFG)**

El proyecto consistirá en la electrificación de una urbanización de 200 viviendas unifamiliares.

Se elaborará la instalación de la Red de Distribución de Media y Baja Tensión necesaria para abastecer a la urbanización, mediante la ejecución de las siguientes instalaciones:

- Línea de Distribución de Energía Eléctrica de Media Tensión Subterránea desde Punto de entronque hasta Centros de Transformación proyectados.
- Instalación de 3 Centros de Transformación Subterráneos Prefabricados con envolvente de hormigón, ubicados en las proximidades de los Centros de Cargas de demanda de Energía Eléctrica, en parcelas destinadas a tales efectos y con acceso libre desde vial público para posibilitar las futuras labores de Mantenimiento.
- Redes de Distribución necesarias en Baja Tensión para acometer a las diferentes parcelas desde el Centro de Transformación proyectado hasta las Cajas Generales de Protección y Medida de las viviendas unifamiliares que forman parte de la urbanización objeto del proyecto.

El proyecto servirá de base genérica para la Tramitación Oficial de la obra en cuanto a Autorización Administrativa, Autorización de Ejecución y Declaración de Utilidad Pública en concreto ante la Delegación Provincial de Industria y los diferentes Organismos afectados.

El principal objetivo del proyecto será el aseguramiento de la calidad de suministro de los abonados que forman parte de la urbanización, instalándose para ello unas secciones de conductor suficientes para las necesidades de Energía Eléctrica actuales y futuras, sin sobrepasar los valores mínimos de Caídas de Tensión.

TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **ANEXO II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto Luis Díaz Rodríguez', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat illegible.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA.....</b>	<b>4</b>
1.1	Resistencia del Conductor .....	4
1.2	Reactancia del cable .....	4
1.3	Capacidad.....	5
1.4	Intensidad máxima admisible .....	6
1.5	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores.....	10
1.6	Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en las pantalla.....	11
1.7	Capacidad de transporte de la línea.....	11
1.8	Caídas de tensión .....	12
1.9	Pérdida de Potencia.....	14
1.10	Resultados cálculos obtenidos .....	15
<b>2</b>	<b>CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADOS.....</b>	<b>17</b>
2.1	Cálculo de Intensidad de cortocircuito .....	17
2.2	Diseño y cálculo justificativo del sistema de puesta a tierra .....	19
2.2.1	Datos de partida de la subestación alimentadora.....	19
2.2.2	Tensión de paso y contacto máximas admisibles .....	19
2.2.3	Descripción del electrodo de puesta a tierra.....	20
2.2.4	Resultado del cálculo de tierras .....	20
<b>3</b>	<b>RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA .....</b>	<b>22</b>

<b>3.1 Resistencia del conductor .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Reactancia del conductor .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Intensidad máxima admisible .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores.....</b>	<b>27</b>
<b>3.5 Factor de Potencia .....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Caída de tensión .....</b>	<b>29</b>
<b>3.7 Potencia a transportar .....</b>	<b>33</b>
<b>3.8 Pérdida de Potencia.....</b>	<b>33</b>
<b>3.9 Previsión de cargas .....</b>	<b>37</b>
<b>3.9.1 Centro de Transformación proyectado nº 1.....</b>	<b>38</b>
<b>3.9.2 Centro de Transformador proyectado nº 2 .....</b>	<b>44</b>
<b>3.9.3 Centro de Transformador proyectado nº 3 .....</b>	<b>50</b>
<b>3.10 Acometidas.....</b>	<b>55</b>
<b>3.10.1 Cálculo eléctrico .....</b>	<b>55</b>
<b>3.11 Resultado cálculos obtenidos .....</b>	<b>56</b>
<b>3.11.1 Centro de Transformación proyectado nº 1.....</b>	<b>56</b>
<b>3.11.2 Centro de Transformación proyectado nº 2.....</b>	<b>57</b>
<b>3.11.3 Centro de Transformación proyectado nº 3.....</b>	<b>57</b>

## 1 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

### 1.1 Resistencia del Conductor

La resistencia (R) del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura (T) de funcionamiento de la línea.

Se adopta el valor correspondiente a  $T = 90^\circ \text{C}$  que viene determinado por la expresión:

$$R_{90} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (90 - 20)] \quad (\Omega/\text{km}) \quad (1.1.1)$$

Siendo  $\alpha = 0,00403$  para el aluminio.

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RHZ1-2OL 12/20 kV	240	0,125	0,160

Tabla 1.1.1 – Resistencia conductor

### 1.2 Reactancia del cable

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mathcal{L} \quad (\Omega/\text{km}) \quad (1.2.1)$$

y sustituyendo en ella el coeficiente de inducción mutua  $\mathcal{L}$  por su valor:

$$\mathcal{L} = (K + 4,605 \cdot \log \frac{2D_m}{d}) \cdot 10^{-4} \quad (\text{H}/\text{km}) \quad (1.2.2)$$

Se llega a:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot (K + 4,605 \cdot \log \frac{2D_m}{d}) \cdot 10^{-4} \quad (\Omega/\text{km}) \quad (1.2.3)$$

Donde:

X = Reactancia, en ohmios por km.

F = Frecuencia de la red en hercios.

$D_m$  = Separación media geométrica entre conductores en mm.

$d$  = Diámetro del conductor en mm.

$K$  = Constante que para conductores cableados toma los valores siguientes:

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	K
240	0,53

Tabla 1.2.1 – Valor de K para conductores

Sustituyendo con los datos de la Tabla 2.1.2, y considerando la instalación de los cables en triángulo contacto, se obtiene los siguientes valores aproximados de la reactancia lineal:

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Reactancia lineal (Ω/km)
240	0,109

Tabla 1.2.2 – Valor de reactancia lineal

### 1.3 Capacidad

La capacidad para cables con un solo conductor depende de:

- Las dimensiones del mismo (longitud, diámetro de los conductores, incluyendo las eventuales capas semiconductoras, diámetro debajo de la pantalla).
- La permitividad o constante dieléctrica  $\epsilon$  del aislamiento. Para el caso de los cables de campo radial, la capacidad será:

$$C = \frac{0,0241 \cdot \epsilon}{\log \frac{D}{d}} \quad (\mu\text{F}/\text{km}) \quad (1.3.1)$$

Siendo:

$D$  = Diámetro del aislante.

$d$  = Diámetro del conductor incluyendo la capa semi-conductora.



$\varepsilon = 2,5$  (XLPE)

La intensidad de carga es la corriente capacitiva que circula debido a la capacidad entre el conductor y la pantalla. La corriente de carga en servicio trifásico simétrico para la tensión más elevada de la red es:

$$I_c = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot \frac{U_m}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-3} \quad (\text{A/km}) \quad (1.3.1)$$

En donde:

C = Capacidad ( $\mu\text{F/km}$ )

Um= Tensión más elevada de la red

Los valores aproximados de capacidad son:

Sección (mm <sup>2</sup> )	Capacidad ( $\mu\text{F/km}$ )	I <sub>c</sub> (A/km)
		U <sub>m</sub> = 17,5 kV
240	0,309	0,98

Tabla 2.11.3.1 – Valor de I<sub>c</sub>

#### 1.4 Intensidad máxima admisible

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justifica y calcula según la norma UNE 21144 la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente $\theta_s$	Cortocircuito $\theta_{cc}$ (t ≤ 5 s)
XLPE	90	250

Tabla 1.4.1 – Temperaturas máximas admisibles

Se permitirán otros valores de intensidad máxima permanentes admisibles siempre que correspondan con valores actualizados y publicados en las normas EN y CEI aplicables.

En su defecto se aplicarán intensidades máximas admisibles de las tablas que figuran a continuación, teniendo en cuenta que la resistividad térmica media del terreno utilizada de manera habitual será de 1 K·m/W, si bien esta dependerá de las condiciones climatológicas del entorno debiéndose aplicar en cada caso los factores de corrección descritos posteriormente.

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

Se considera una terna de cables unipolares enterrados en zanja en el interior de tubos a un metro de profundidad (medido hasta la parte superior del tubo), una resistividad térmica del tubo de 3,5 K·m/W en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K·m/W a una temperatura del terreno a dicha profundidad de 25°C y con una temperatura del aire ambiente de 40°C.

Se instalará como máximo una terna de cables unipolares por tubo considerando un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Las intensidades máximas admisibles para los cables con aislamiento XLPE, son las que aparecen en la siguiente tabla:

Sección Conductor (mm <sup>2</sup> )	I máx. (A)
	Terreno de resistividad térmica 1,5 K·m/W
240	320

Tabla 1.4.2 – Intensidades máximas admisibles de los conductores

Cuando las condiciones reales de instalación difieran de las mencionadas anteriormente, se corregirán las intensidades admisibles mediante los coeficientes que se indican a continuación:

Cables enterrados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25 °C.

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección, de la intensidad máxima admisible para temperaturas del terreno distintas de 25 °C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

<b>Temperatura Servicio Permanente <math>\theta_s=90</math> (°C)</b>	
<b>Temperatura del terreno <math>\theta_t</math> (°C)</b>	<b>Factor de corrección</b>
10	1,11
15	1,07
20	1,04
25	1
30	0,96
35	0,92
40	0,88
45	0,83
50	0,78

Tabla 1.4.3 – Factor de corrección según  $T^a$  del terreno

Al considerar la temperatura del terreno a dicha profundidad de 25°C, no se aplicará coeficiente de corrección por esta circunstancia.

Cables enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 1,5 °K·m/W.

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla siguiente muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

<b>Resistividad térmica del terreno (K.m/W)</b>	<b>Naturaleza del terreno y grado de humedad</b>
0,4	Inundado
0,5	Muy húmedo
0,7	Húmedo
0,85	Poco húmedo
0,9	Hormigón
1	Seco
1,2	Arcilloso muy seco
1,5	Arenoso muy seco
2	De piedra arenisca
2,5	De piedra caliza
3	De piedra granítica

Tabla 1.4.4 – Resistividad térmica del terreno

En la siguiente tabla se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad máxima admisible.

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Resistividad térmica del terreno (K.m/W) Una terna por tubo enterrada						
	0,8	0,9	1	1,5	2	2,5	3
240	1,15	1,12	1,1	1	0,92	0,86	0,81

Tabla 1.4.5 – Factor de corrección según resistividad térmica del terreno

Al considerar la resistividad térmica del terreno de 1,5 °K·m/W, no se aplicará coeficiente de corrección por esta circunstancia.

#### Cables enterrados a diferentes profundidades

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 1 m.

Profundidad de instalación (m)	Sección (mm <sup>2</sup> ) de cables enterrados bajo tubo
	240
0,6	1,06
0,8	1,03
1	1
1,2	0,98

Tabla 1.4.6 – Factor de corrección según profundidad de la instalación

Al considerar el caso más desfavorable, en los tramos en acera la profundidad de la instalación será de 1,2 metro, con lo que se aplicará coeficiente de corrección 0,98 por esta circunstancia.

#### Agrupación de cables

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección que se deben aplicar por ternas de cables (uno por tubo) enterrados.

Distancia entre ternas enterradas bajo tubo (m)	Número de ternas agrupadas			
	2	4	6	9
0,04	0,8	0,64	0,58	0,51

Tabla 1.4.7 – Factor de corrección según nº ternas agrupadas

En la totalidad de los tramos irán 2 ternas de cables agrupadas en la misma canalización, por lo que se considera un factor de corrección por esta circunstancia de 0,8.

### 1.5 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores

La potencia de cortocircuito en el punto de red, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 400 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 15,4 kA eficaces.

La intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores es la que no provoca ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos. Se la calcula admitiendo que el calentamiento de los conductores se realiza en un sistema adiabático y para una temperatura máxima admisible por el aislamiento de 250°C.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la norma UNE 21192, según la expresión que se muestra a continuación, cuya aplicación se corresponden con cables de aluminio y aislamiento XLPE.

$$I_{CC}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln \left( \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right) \quad (1.5.1)$$

Donde:

$I_{CC}$  = Intensidad máxima de cortocircuito (valor eficaz) calculada en una hipótesis adiabática.

$t$  = Duración del cortocircuito en s.

$S$  = Sección nominal en mm<sup>2</sup>

$$K=148 \text{ A s}^{0,5}/\text{mm}^2$$

$$\beta = 228 \text{ K}$$

$$\theta_f = 250^\circ \text{ C temperatura final}$$

$$\theta_i = 90^\circ \text{ C temperatura inicial}$$

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección (mm <sup>2</sup> )	Duración del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
240	71,7	50,7	41,4	32,1	29,3	22,7	18,5	16	14,3	13,1

Tabla 1.5.1 – Intensidades máximas de cortocircuito admisibles

## 1.6 Intensidades de cortocircuito máximas admisibles en las pantalla

La intensidad de cortocircuito admisible en una pantalla de hilos de cobre arrollados helicoidalmente se ha calculado siguiendo el método descrito en la norma UNE 21192, considerando la hipótesis de calentamiento no adiabático, para una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura máxima después del cortocircuito de 180 °C. En la tabla siguiente se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) por la pantalla de los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

Sección pantalla (mm <sup>2</sup> )	Duración del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
16	6,5	4,6	3,8	2,9	2,7	2,1	1,7	1,5	1,4	1,3

Tabla 1.6.1 – Intensidades máximas de cortocircuito admisibles en pantallas

## 1.7 Capacidad de transporte de la línea

La potencia activa que puede transportar una línea vendrá limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por el factor de potencia según la expresión:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi \quad (1.7.1)$$

Donde:

$P_{\max}$  = Potencia máxima de transporte.

U = Tensión compuesta en kV.

$I_{\max}$  = Intensidad máxima en A.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia.

Por ello, la capacidad de transporte del cable, considerando un factor de potencia de 0,9 será de 7.482 kW.

### 1.8 Caídas de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L \quad (1.8.1)$$

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión en voltios.

I = Intensidad de la línea en amperios.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  (max. a 90°C)

X = Reactancia inductiva en  $\Omega/\text{km}$

L = Longitud de la línea en km

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (1.8.2)$$

Donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia.

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

$$\Delta U\% = P \cdot \frac{L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \text{tg } \varphi) \quad (1.8.3)$$

Sustituyendo los valores conocidos U, R y X tendremos:

Tensión (kV)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión ( $\Delta U\%$ )		
		$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
15	240	$10,7 \times 10^{-5} \text{ PL}$	$9,5 \times 10^{-5} \text{ PL}$	$7,1 \times 10^{-5} \text{ PL}$

Tabla 1.8.1 – Caída de tensión (%)

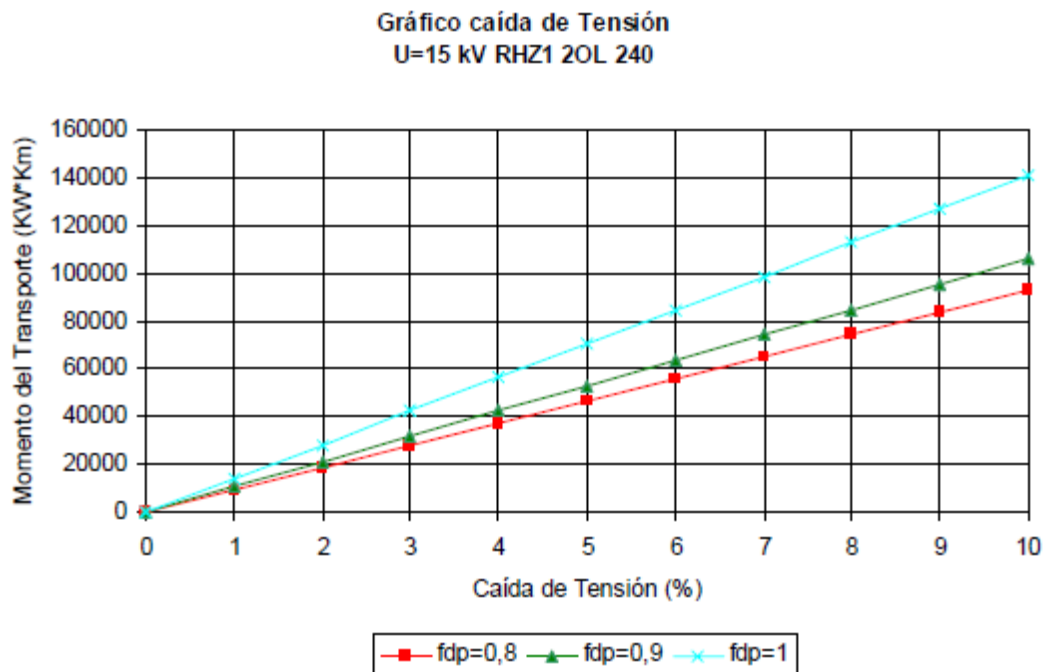


Figura 1.8.1 – Caída de tensión (%)



## 1.9 Pérdida de Potencia

La fórmula a aplicar para calcular la pérdida de potencia es la siguiente:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \quad (1.9.1)$$

Siendo:

$\Delta P$  = Pérdidas de potencia en vatios.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

L = Longitud de la línea en km.

I = Intensidad de la línea en amperios.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (1.9.2)$$

Donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia.

Se llega a la conclusión de que la pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot R \cdot L}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (1.9.3)$$

Donde cada variable se expresa en las unidades expuestas. Sustituyendo los valores conocidos de R y U tendremos:

Tensión (kV)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pérdida de Potencia en %		
		$\cos\phi = 0,8$	$\cos\phi = 0,9$	$\cos\phi = 1$
15	240	$11,1 \times 10^{-5}$ PL	$8,8 \times 10^{-5}$ PL	$7,1 \times 10^{-5}$ PL

Tabla 1.9.1 – Pérdida de potencia (%)

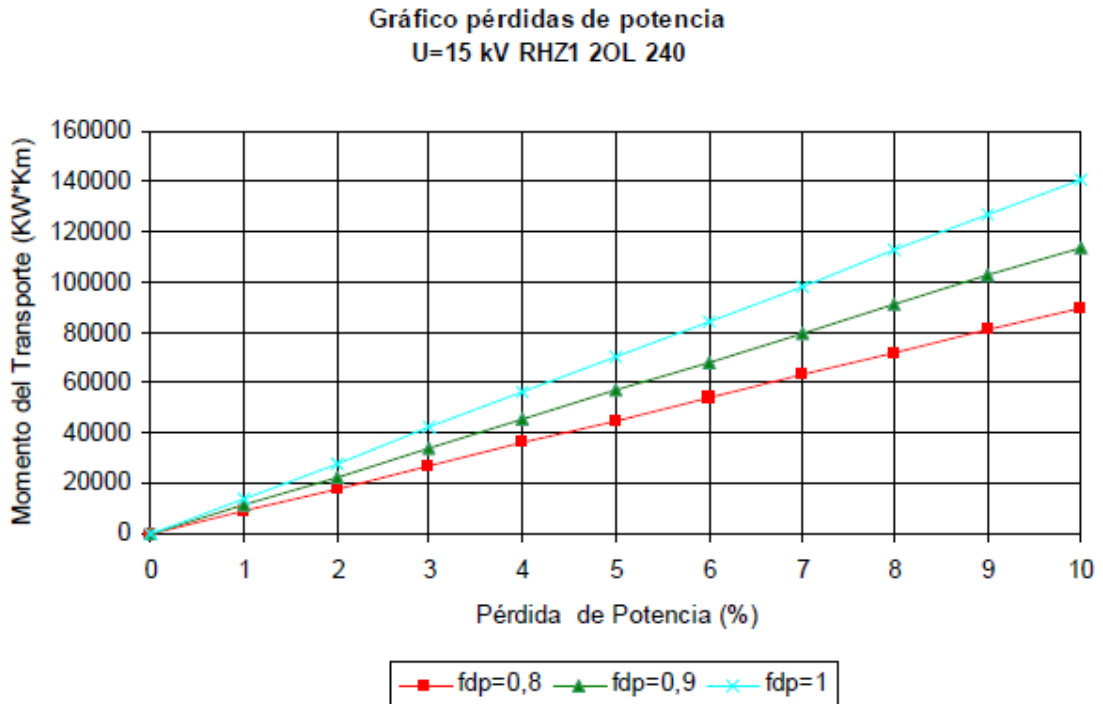


Figura 1.9.1 – Pérdida de potencia (%)

### 1.10 Resultados cálculos obtenidos

- Tensión nominal: 20 kV
- Tensión de Servicio: 15 kV
- Condiciones de Instalación: Bajo Tubo
- Origen: Línea de Media Tensión (MT) existente
- Final: Igual al origen, realizando entrada y salida en los Centros de Transformación (CT) proyectados y en el CT existente, completando la configuración en anillo
- Longitud: 2,772 km.
- Conductor Tipo/Sección: RHZ1-12/20 kv-3 (1x240 mm<sup>2</sup>) AL
- Intensidad Admisible del Conductor: 320 A

- $\cos \varphi$ : 0,9
- Capacidad de Transporte ( $\cos \varphi=0,9$ ): 7.482 kW.

Aplicando los factores de corrección sobre la Intensidad máxima, en las condiciones de instalación previstas:

- Temperatura del Terreno(25 °C): 1,00
- Resistividad Térmica del Terreno (1,5 °K·m/W): 1,00
- Profundidad de Instalación (1,2 metros): 0,98
- Número de Ternas (2 Ternas): 0,80

Teniendo en cuenta estos factores de corrección, se obtienen los siguientes resultados:

- Intensidad máxima  $I_{\text{máx.}} = 251 \text{ A}$
- Capacidad de transporte  $P_{\text{máx.}} (\cos \varphi=0,9) = 5.866 \text{ kW}$
- Caída de tensión  $\Delta U\% (\cos \varphi=0,9) = 1,538$
- pérdida de potencia  $\Delta P\% (\cos \varphi=0,9) = 1,428$

La capacidad de transporte del conductor es superior a la máxima potencia prevista en la instalación, que es de 4.200 kW, ya que abastecerá a 3 CT de 630 kVA, a 4 de 400 kVA, a una de 250 kVA, a 1 de 160 kVA y a 3 de 100 kVA.

## 2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADOS

### 2.1 Cálculo de Intensidad de cortocircuito

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 400 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_P} \quad (2.1.1)$$

Siendo:

$S_{CC}$  = Potencia de cortocircuito de la red (400 MVA).

$U_P$  = Tensión primaria (15 kV).

$I_{CCP}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Se obtiene un resultado de  $I_{CCP} = 15,4$  kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{CCS} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{CC}}{100} \cdot U_S} \quad (2.1.2)$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador (630 kVA y 400 kVA).

$U_{CC}$  = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador (4%).

$U_S$  = Tensión secundaria en carga en voltios (420 V).

$I_{CCS}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

Se obtiene un resultado de  $I_{CCS} = 21,7$  kA para los CT n° 1 y n° 2, y de  $I_{CCS} = 13,7$  kA para el CT n° 3.

- Dimensionado del embarrado

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

- 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.

- Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en según fórmula 2.1.1, por lo que:

$$I_{CC}(\text{din}) = 38,5 \text{ kA}$$

- 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:

$$I_{CC}(\text{ter}) = 15,4 \text{ kA.}$$

## 2.2 Diseño y cálculo justificativo del sistema de puesta a tierra

### 2.2.1 Datos de partida de la subestación alimentadora

- Tensión de servicio de MT: 15 kV
- Conexión del neutro: AISLADO
- Corriente de arranque del relé ( $I_a$ ): 1,5 A.
- Tiempo de operación del relé ( $T_o$ ): 120 ms.
- N° de reenganches: 1
- Km de línea de M.T. aérea ( $L_a$ ) : 42,431 Km.
- Km de línea de M.T. subterránea ( $L_s$ ) : 32,09 Km.
- Capacidad total de los condensadores de acoplamiento del sistema de telecontrol ( $C_t$ ): 4,74  $\mu$ F)
- Reactancia capacitiva equivalente a la red de MT de la subestación, incluidos los condensadores de acoplamiento del sistema de telecontrol  $X_c = 67,842 \Omega$

En cuanto al resto de los datos de partida para el cálculo de la puesta a tierra son los siguientes:

- Resistividad superficial = 3500  $\Omega$ .m
- Resistividad capa superior = 690  $\Omega$ .m
- Resistividad capa inferior = 1450  $\Omega$ .m
- Espesor capa superior = 2 m
- Nivel de aislamiento de Baja Tensión (BT) = 10 kV

### 2.2.2 Tensión de paso y contacto máximas admisibles

Una vez conocida la resistividad superficial del terreno y las características del neutro de la subestación, se determinan las tensiones de paso y contacto admisibles de acuerdo con la MIE-RAT 13:

$$V_{Padm} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000} \right) \quad (2.2.2.1)$$

$$V_{Cadm} = \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right) \quad (2.2.2.1)$$

Siendo:

$\rho_s$ : Resistividad superficial del terreno

t: Tiempo total de duración de la falta

K y n: Constantes en función del tiempo

Tiempo	K	n	utilizar
$0,9 \geq t > 0,1\text{seg}$	72	1	$\frac{K}{t^n}$
$3 \geq t > 0,9\text{seg}$	78,5	0,18	
$5 \geq t > 3\text{seg}$	-	-	64 V
$t > 5\text{seg}$	-	-	50 V

Tabla 2.2.2.1 – Constantes k,n en función del tiempo

Los valores son los siguientes:

- Tensión de paso máxima admisible = 132.000 V
- Tensión de contacto máxima admisible = 3.750 V

### 2.2.3 Descripción del electrodo de puesta a tierra

El electrodo elegido está formado por: ANILLO CON CUATRO PICAS.

### 2.2.4 Resultado del cálculo de tierras

Con este electrodo, según aplicación informática empleada por la compañía distribuidora, se obtienen los siguientes resultados:

- Corriente de defecto  $I_d = 127,6538 \text{ A}$
- Tensión de paso  $V_p = 1019,882 \text{ V}$
- Tensión de contacto  $V_c = 529,739 \text{ V}$
- Resistencia de puesta a tierra  $R_T = 74,10163 \Omega$
- Tensión de defecto  $V_d = 8459,351 \text{ V}$

Condiciones que debe cumplir el electrodo elegido:

Seguridad de las personas

- Tensión de paso calculada  $\leq$  Tensión de paso máxima admisible. (1020 V  $\leq$  132000 V)
- Tensión de contacto calculada  $\leq$  Tensión de contacto máxima admisible. (530 V  $\leq$  3750 V)

Protección del material

- Nivel de aislamiento de BT  $\geq$  Tensión de defecto. (10000 V  $\geq$  8459 V)

Limitación de la corriente de defecto.

- Intensidad de defecto  $>$  Intensidad de arranque protecciones. (127,65 A  $>$  1,5 A)
- Tensión inducida máxima en tierra de neutro  $\leq$  1000 V.

Dado que la tensión de defecto (8.459,35 V) es superior a 1000 V se instalará una tierra independiente de neutro cuya resistencia global, considerando todas las tomas dispuestas en distintos puntos de la red, sea inferior a 37 Ohm.

En este caso la separación mínima entre ambos sistemas de puesta a tierra será:

$$D \geq I_d \cdot \rho / 6280 \quad (2.2.4.1)$$

Así que la separación mínima será de 21,75 metros

- Resistencia global máxima de la puesta a tierra del neutro considerando todas las tomas de tierra existentes en la red  $\leq$  37  $\Omega$

Este criterio consigue que un defecto a tierra en una instalación interior, protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a:

$$V = R_T \cdot I_d = 37 \cdot 0,650 = 24 \text{ V} \quad (2.2.4.2)$$



### 3 RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

La distribución en Baja Tensión se realizará a 400/230 V en disposición trifásica con neutro a tierra.

#### 3.1 Resistencia del conductor

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura T de funcionamiento de la línea.

Se adopta el valor correspondiente a  $T = 90^\circ \text{C}$  que viene determinado por la expresión:

$$R_{90} = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (90 - 20)] \quad (\Omega/\text{km}) \quad (3.1.1)$$

Siendo  $\alpha = 0,00403$  para el aluminio.

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
XZ1-AL 0,6/1 kV	50	0,641	0,821
	95	0,32	0,41
	150	0,206	0,264
	240	0,125	0,160

Tabla 3.1.1 – Resistencia conductores

#### 3.2 Reactancia del conductor

La reactancia kilométrica de la línea se calcula según la expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mathcal{L} \quad (\Omega/\text{km}) \quad (3.2.1)$$

y sustituyendo en ella el coeficiente de inducción mutua  $\mathcal{L}$  por su valor:

$$\mathcal{L} = (K + 4,605 \cdot \log \frac{2D_m}{d}) \cdot 10^{-4} \quad (\text{H}/\text{km}) \quad (3.2.2)$$

Se llega a:

$$X=2.\pi.f.(K+4,605.\log\frac{2D_m}{d}).10^{-4} \quad (\Omega/\text{km}) \quad (3.2.3)$$

Donde:

X = Reactancia, en ohmios por km.

F = Frecuencia de la red en hercios.

$D_m$  = Separación media geométrica entre conductores en mm.

d = Diámetro del conductor en mm.

K = Constante que para conductores cableados toma los valores siguientes:

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	K
50	0,64
95	0,55
150	0,55
240	0,53

Tabla 3.2.1 – Valor de K para conductores

Sustituyendo con los datos de la Tabla 3.1.2, y considerando la instalación de los 4 cables unipolares (3 fases y neutro) en contacto mutuo, se obtiene los siguientes valores aproximados de la reactancia lineal:

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Reactancia lineal (Ω/km)
50	0,093
95	0,083
150	0,081
240	0,079

Tabla 3.2.2 – Valor de reactancia lineal

### 3.3 Intensidad máxima admisible

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justifica y calcula según la norma UNE 21144 la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tipo de aislamiento seco	Condiciones	
	Servicio Permanente $\theta_s$	Cortocircuito $\theta_{cc}$ ( $t \leq 5$ s)
XLPE	90	250

Tabla 3.3.1 – Temperaturas máximas admisibles

Se permitirán otros valores de intensidad máxima permanentes admisibles siempre que correspondan con valores actualizados y publicados en las normas EN y CEI aplicables.

En su defecto se aplicarán intensidades máximas admisibles de las tablas que figuran a continuación, teniendo en cuenta que la resistividad térmica media del terreno utilizada de manera habitual será de 1 K·m/W, si bien esta dependerá de las condiciones climatológicas del entorno debiéndose aplicar en cada caso los factores de corrección descritos posteriormente.

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

Se consideran 4 cables unipolares (3 fases y neutro) en contacto mutuo enterrados en zanja en el interior de tubos a 0,7 m de profundidad (medido hasta la parte superior del tubo), una resistividad térmica del tubo de 3,5 K·m/W en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K·m/W a una temperatura del terreno a dicha profundidad de 25°C y con una temperatura del aire ambiente de 40°C.

Se instalará como máximo 4 cables unipolares (3 fases y neutro) por tubo. La relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito será superior a 1,5.

Las intensidades máximas admisibles para los cables con aislamiento XLPE, son las que aparecen en la siguiente tabla:

Sección Conductor (mm <sup>2</sup> )	I máx. (A)
50	125
95	191
150	253
240	336

Tabla 3.3.2 – Intensidades máximas admisibles de los conductores

Para 4 cables unipolares enterrados en zanja en el interior de tubos de corta longitud que no supere los 15 metros, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar coeficiente de corrección de la intensidad, aplicándose los valores de la intensidad de la tabla 3.3.2.

Cuando las condiciones reales de instalación difieran de las mencionadas anteriormente, se corregirán las intensidades admisibles mediante los coeficientes que se indican a continuación:

Cables enterrados en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25 °C.

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección, de la intensidad máxima admisible para temperaturas del terreno distintas de 25 °C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Temperatura Servicio Permanente $\theta_s=90$ (°C)	
Temperatura del terreno $\theta_t$ (°C)	Factor de corrección
10	1,11
15	1,07
20	1,04
25	1
30	0,96
35	0,92
40	0,88
45	0,83
50	0,78

Tabla 3.3.3 – Factor de corrección según Tª del terreno

Al considerar la temperatura del terreno a dicha profundidad de 25°C, no se aplicará coeficiente de corrección por esta circunstancia.

### Cables enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 1,5 °K·m/W.

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla siguiente muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,4	Inundado
0,5	Muy húmedo
0,7	Húmedo
0,85	Poco húmedo
0,9	Hormigón
1	Seco
1,2	Arcilloso muy seco
1,5	Arenoso muy seco
2	De piedra arenisca
2,5	De piedra caliza
3	De piedra granítica

Tabla 3.3.4 – Resistividad térmica del terreno

En la siguiente tabla se indican, para distintas resistividades térmicas del terreno, los correspondientes factores de corrección de la intensidad máxima admisible.

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)					
0,85	0,9	1	1,2	2	2,5
1,06	1,04	1	0,93	0,75	0,68

Tabla 3.3.5 – Factor de corrección según resistividad térmica del terreno

Al considerar la resistividad térmica del terreno de 1 °K·m/W, no se aplicará coeficiente de corrección por esta circunstancia.

### Cables enterrados a diferentes profundidades

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección que deben aplicarse para profundidades de instalación distintas de 0,7 m.

Profundidad de instalación (m)	Cables enterrados bajo tubo
0,6	1,01
0,7	1
0,8	0,99
1	0,97
1,2	0,96

Tabla 3.3.6 – Factor de corrección según profundidad de la instalación

Al considerar el caso más desfavorable, en los tramos en acera la profundidad de la instalación será de 1 metro, con lo que se aplicará coeficiente de corrección 0,97 por esta circunstancia.

#### Agrupación de cables

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección que se deben aplicar por circuitos de 4 cables unipolares (3 fases y neutro), enterrados, un circuito por tubo:

Distancia entre ternas enterradas bajo tubo (m)	Número de circuitos agrupados			
	2	4	6	9
0,04	0,88	0,72	0,65	0,59

Tabla 3.3.7 – Factor de corrección según nº circuitos agrupados

Si se trata de una agrupación de tubos, el coeficiente de corrección dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista.

Se considera que los tramos no dispondrán de circuitos, por lo que se considera un factor de corrección por esta circunstancia de 1.

### **3.4 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en los conductores**

Es la intensidad que no provoca ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos. Se la calcula admitiendo que el calentamiento de los conductores se

realiza en un sistema adiabático y para una temperatura máxima admisible por el aislamiento de 250°C.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores se calcularán de acuerdo con la norma UNE 21192, según la expresión que se muestra a continuación, cuya aplicación se corresponden con cables de aluminio y aislamiento XLPE.

$$I_{CC}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln \left( \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right) \quad (3.4.1)$$

Donde:

$I_{CC}$  = Intensidad máxima de cortocircuito (valor eficaz) calculada en una hipótesis adiabática.

$t$  = Duración del cortocircuito en s.

$S$  = Sección nominal en mm<sup>2</sup>

$K=148 \text{ A s}^{0,5}/\text{mm}^2$

$\beta = 228 \text{ K}$

$\theta_f = 250^\circ \text{ C}$  temperatura final

$\theta_i = 90^\circ \text{ C}$  temperatura inicial

En la siguiente tabla, se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles (kA) en los cables seleccionados, para diferentes tiempos de duración del cortocircuito:

Sección (mm <sup>2</sup> )	Duración del cortocircuito (seg)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5	3
50	14,9	10,6	8,6	6,7	6,1	4,7	3,9	3,3	3,0	2,7
95	28,4	20,1	16,4	12,7	11,6	9,0	7,3	6,3	5,7	5,2
150	44,8	31,7	25,8	20,0	18,3	14,2	11,6	10,0	9,0	8,2
240	71,7	50,7	41,4	32,1	29,3	22,7	18,5	16	14,3	13,1
Densidad (A/mm <sup>2</sup> )	294	203	170	132		93	76	66	59	54

Tabla 3.4.1 – Intensidades máximas de cortocircuito admisibles

### 3.5 Factor de Potencia

Pueden admitirse sin error importante los valores  $\cos\phi=0,8$  y  $\cos\phi=0,9$  que corresponde a un reparto normal de la energía para alumbrado y suministros industriales en zonas urbanas y rurales.

### 3.6 Caída de tensión

La sección de los conductores en las líneas subterráneas de Baja Tensión se determina en función de sus cualidades eléctricas. En general el cálculo se fundamentará en la caída de tensión que deberá ser inferior al 7%.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi) \cdot L \quad (3.6.1)$$

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión en voltios.

$I$  = Intensidad de la línea en amperios.

$R$  = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  (max. a  $90^\circ\text{C}$ )

$X$  = Reactancia inductiva en  $\Omega/\text{km}$

$L$  = Longitud de la línea en km

Teniendo en cuenta que:



$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (3.6.2)$$

Donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia.

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

$$\Delta U\% = P \cdot \frac{L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \quad (3.6.3)$$

Sustituyendo los valores conocidos U, R y X tendremos:

Sección (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión ( $\Delta U\%$ )		
	$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
50	0,557 x PL	0,542 x PL	0,514 x PL
95	0,295 x PL	0,281 x PL	0,256 x PL
150	0,203 x PL	0,190 x PL	0,165 x PL
240	0,137 x PL	0,124 x PL	0,100 x PL

Tabla 3.6.1 – Caída de tensión (%)

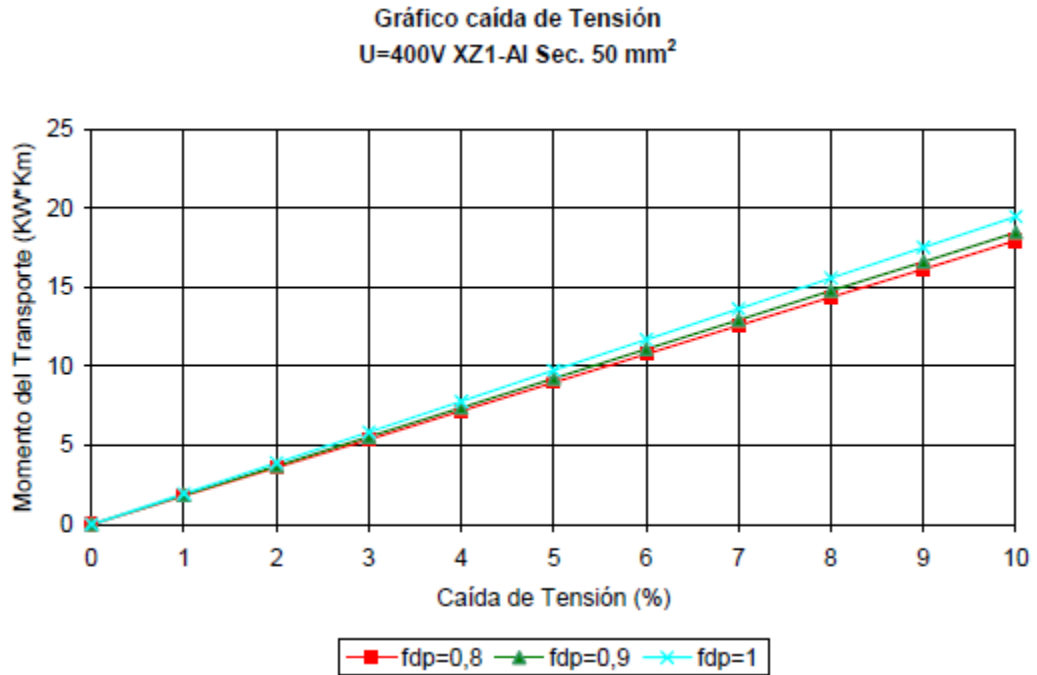


Figura 3.6.1 – Caída de tensión XZ1-50 AI (%)

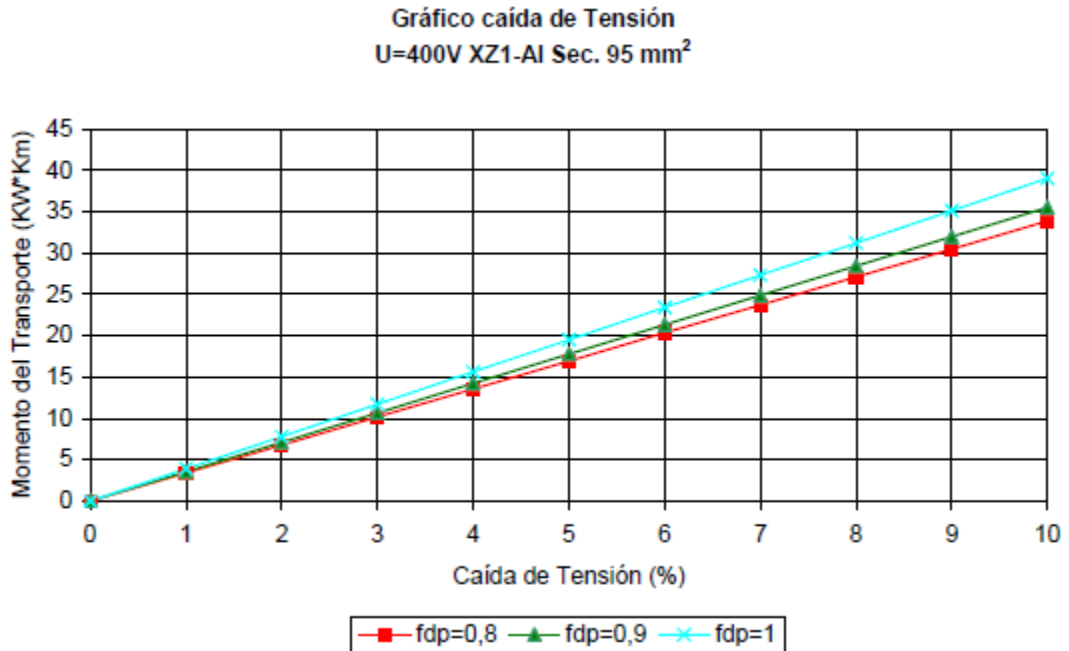


Figura 3.6.2 – Caída de tensión XZ1-95 AI (%)

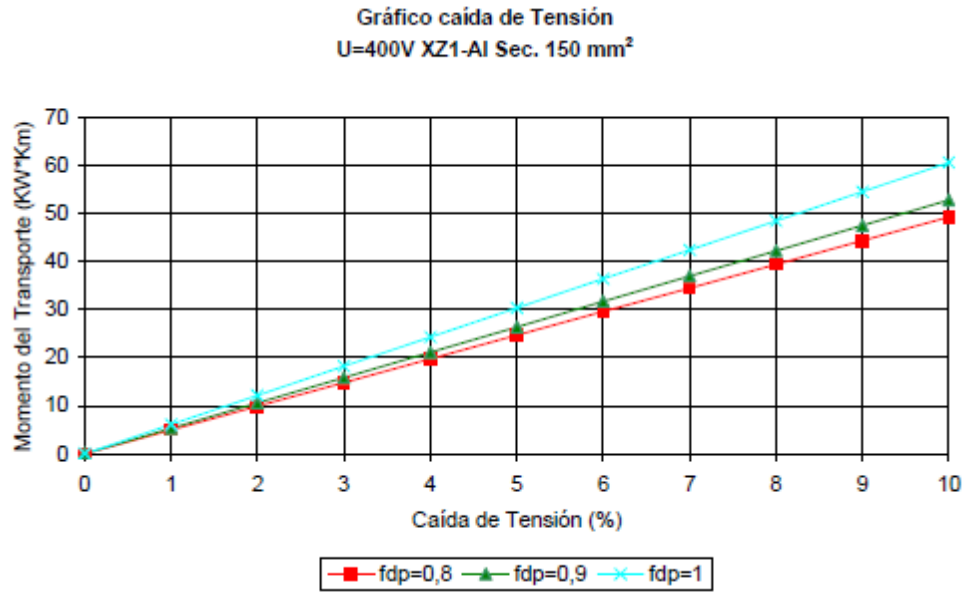


Figura 3.6.3 – Caída de tensión XZ1-150 AI (%)

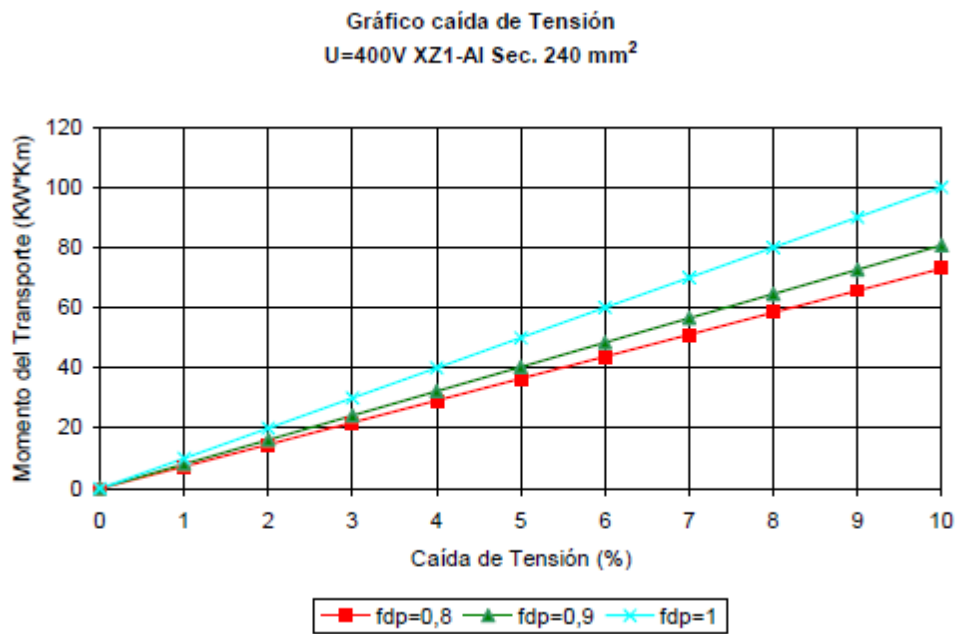


Figura 3.6.4 – Caída de tensión XZ1-240 AI (%)

### 3.7 Potencia a transportar

La potencia activa que puede transportar una línea vendrá limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por el factor de potencia según la expresión:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi \quad (3.7.1)$$

Donde:

$P_{\max}$  = Potencia máxima de transporte.

U = Tensión compuesta en kV.

$I_{\max}$  = Intensidad máxima en A.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia.

La potencia activa que puede transportar una línea para el caso particular de una línea de cables unipolares directamente enterrados a 0,7 m de profundidad en un terreno de resistividad térmica media de 1 K·m/W, con una temperatura del terreno a dicha profundidad de 25°C se muestra en la siguiente tabla:

Sección (mm <sup>2</sup> )	Potencia máxima (kW)		
	Terreno de resistividad térmica 1 K.m/W		
	$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
50	87	98	109
95	131	147	164
150	170	191	213
240	222	250	278

Tabla 3.7.1 – Potencia máxima (kW)

### 3.8 Pérdida de Potencia

La fórmula a aplicar para calcular la pérdida de potencia es la siguiente:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \quad (3.8.1)$$

Siendo:

$\Delta P$  = Pérdidas de potencia en vatios.

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

L = Longitud de la línea en km.

I = Intensidad de la línea en amperios.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (3.8.2)$$

Donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia.

Se llega a la conclusión de que la pérdida de potencia en tanto por ciento será:

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot R \cdot L}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \quad (3.8.3)$$

Donde cada variable se expresa en las unidades expuestas. Sustituyendo los valores conocidos de R y U tendremos:

Sección (mm <sup>2</sup> )	Pérdida de Potencia en %		
	$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
50	0,803 x PL	0,634 x PL	0,514 x PL
95	0,400 x PL	0,316 x PL	0,256 x PL
150	0,258 x PL	0,204 x PL	0,165 x PL
240	0,156 x PL	0,123 x PL	0,100 x PL

Tabla 3.8.1 – Pérdida de potencia (%)

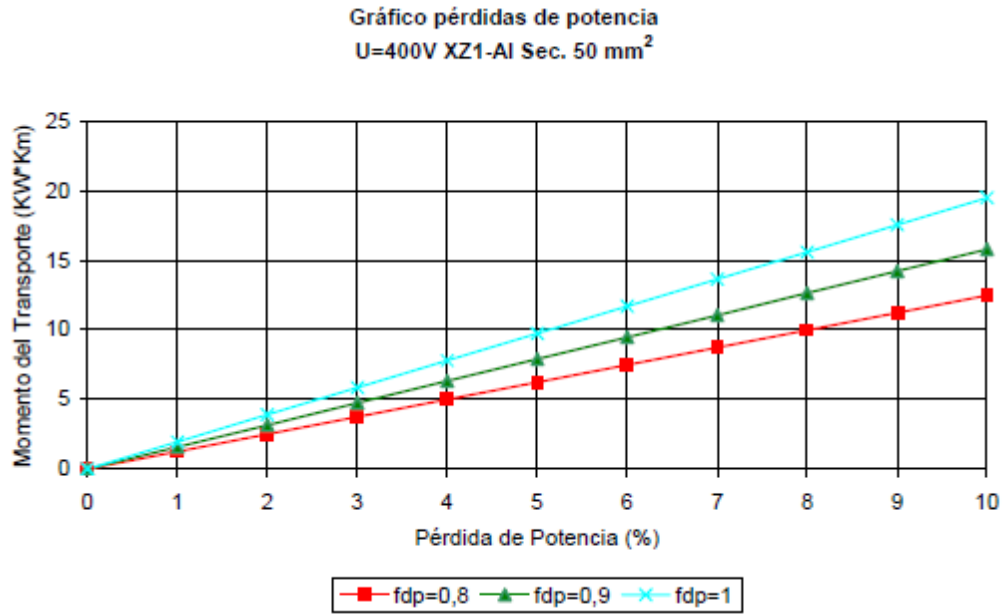


Figura 3.8.1 – Pérdida de potencia XZ1-50 Al (%)

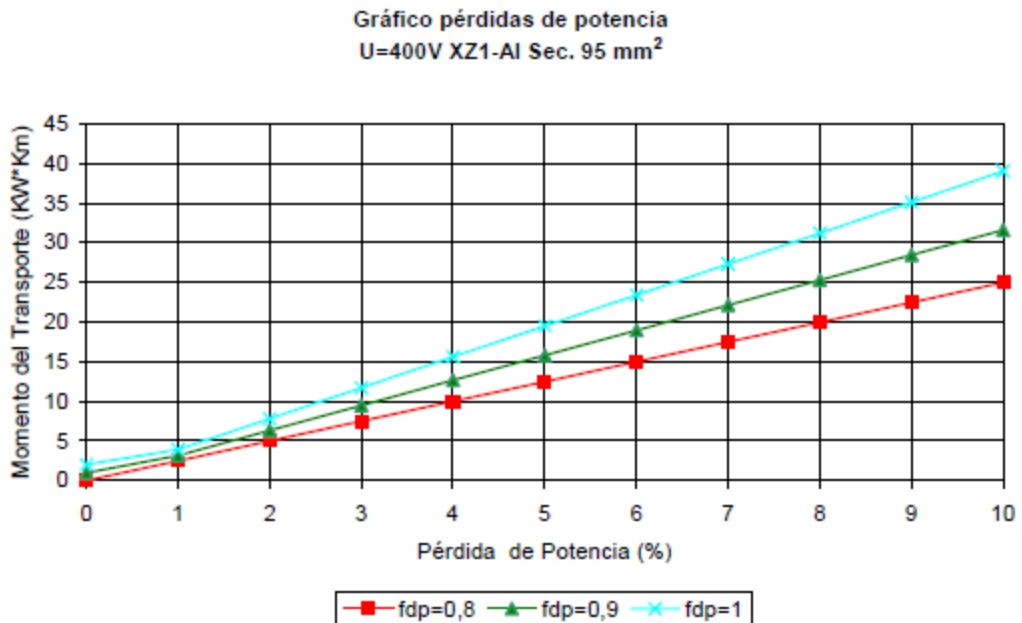


Figura 3.8.2 – Pérdida de potencia XZ1-95 Al (%)

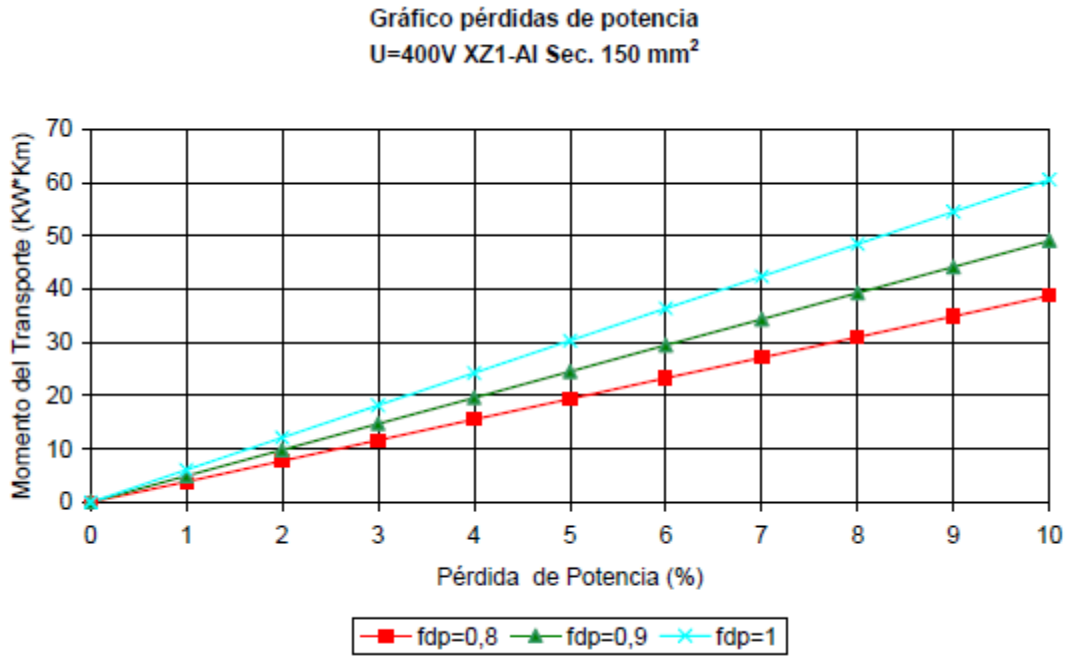


Figura 3.8.3 – Pérdida de potencia XZ1-150 AI (%)

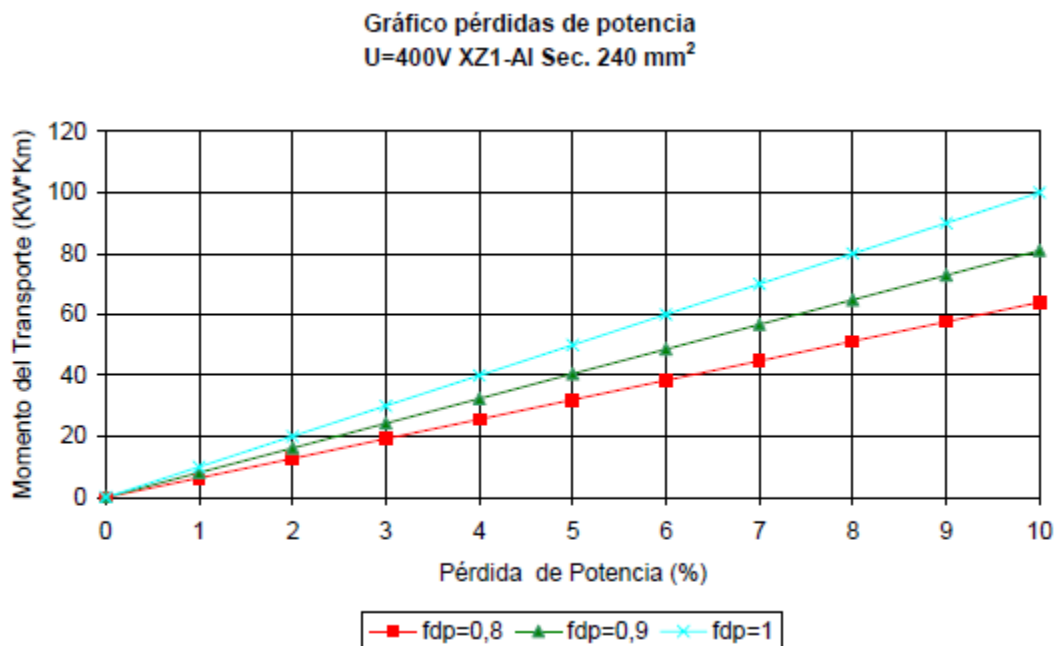


Figura 3.8.4 – Pérdida de potencia XZ1-240 AI (%)

### 3.9 Previsión de cargas

Para el cálculo de las caídas de tensión en las líneas de Baja Tensión Subterráneas, se precisan unos coeficientes que adecuen los valores de las potencias contratadas a las potencias de paso reales que después distribuirán los cables.

Estos coeficientes, así como la potencia prevista por cliente se considerarán de la siguiente manera:

- La potencia considerada por cada vivienda unifamiliar es de: 9,2 kW, salvo 3 peticiones de suministro para servicios públicos, de las cuales 2 son de 50 kW, y una de 13,2 kW.
- El grado o coeficiente de simultaneidad se obtendrá al aplicar en cada tramo la siguiente tabla y estará comprendido entre 0 y 1.

Nº Clientes	1-5	6-8	9-11	11-20	21-44	>44
Coef. Simultaneidad	1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Tabla 3.9.1 – Coeficientes de simultaneidad

La potencia que se prevé transportar por la línea es inferior a la máxima admisible.

Se adjunta esquema eléctrico y tabla de cálculos eléctricos de la red:



### 3.9.1 Centro de Transformación proyectado n° 1

#### Salida Baja Tensión n° 1

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,237 km

TRAMO			Conductor	N° Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	30	183,080	0,025	309,068	4,577	7,026	0,65	0,65
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	26	164,680	0,012	278,006	1,976	7,026	0,28	0,93
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	24	155,480	0,012	262,475	1,866	7,026	0,27	1,20
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	22	146,280	0,012	246,944	1,755	7,026	0,25	1,45
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	20	137,080	0,012	231,413	1,645	7,026	0,23	1,68
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	18	126,040	0,012	212,776	1,512	7,026	0,22	1,90
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	16	115,000	0,012	194,138	1,380	7,026	0,20	2,09
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	14	103,960	0,012	175,501	1,248	7,026	0,18	2,27
8	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	12	92,920	0,045	156,864	4,181	7,026	0,60	2,87
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	10	80,960	0,012	136,673	0,972	7,026	0,14	3,00
10	11	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,012	114,930	0,817	7,026	0,12	3,12
11	12	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,012	90,080	0,640	7,026	0,09	3,21
12	13	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	4	36,800	0,015	62,124	0,552	7,026	0,08	3,29
13	14	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,015	31,062	0,276	7,026	0,04	3,33

Tabla 3.9.1.1 – Cálculos eléctricos CT n° 1 – Salida n° 1

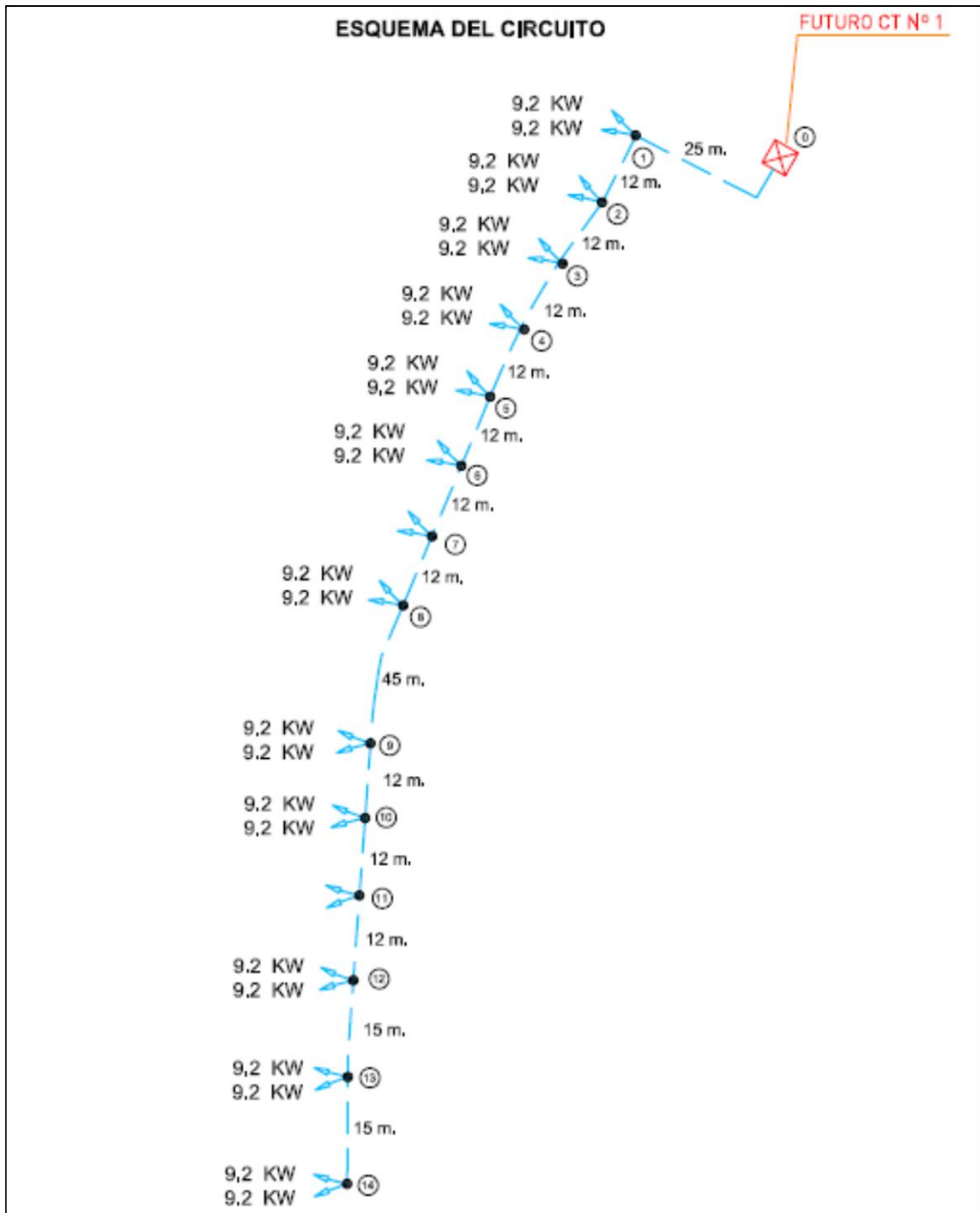


Figura 3.9.1.1 – Esquema eléctrico CT nº 1 – Salida nº 1

Salida Baja Tensión n° 2

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,452 km

TRAMO			Conductor	N° Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	24	196,680	0,020	332,027	3,934	7,026	0,56	0,56
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	21	141,680	0,010	239,178	1,417	7,026	0,20	0,76
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	12	92,920	0,022	156,864	2,044	7,026	0,29	1,05
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	11	87,400	0,070	147,545	6,118	7,026	0,87	1,92
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	9	74,520	0,030	125,802	2,236	7,026	0,32	2,24
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	7	60,720	0,030	102,505	1,822	7,026	0,26	2,50
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	5	46,000	0,030	77,655	1,380	7,026	0,20	2,70
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	3	27,600	0,030	46,593	0,828	7,026	0,12	2,82
8	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	1	9,200	0,015	15,531	0,138	7,026	0,02	2,83
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	10	80,960	0,035	136,673	2,834	7,026	0,40	1,16
10	11	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,030	114,930	2,042	7,026	0,29	1,46
11	12	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,030	90,080	1,601	7,026	0,23	1,68
12	13	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	4	36,800	0,030	62,124	1,104	7,026	0,16	1,84
13	14	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,070	31,062	1,288	7,026	0,18	2,02

Tabla 3.9.1.2 – Cálculos eléctricos CT n° 1 – Salida n° 2

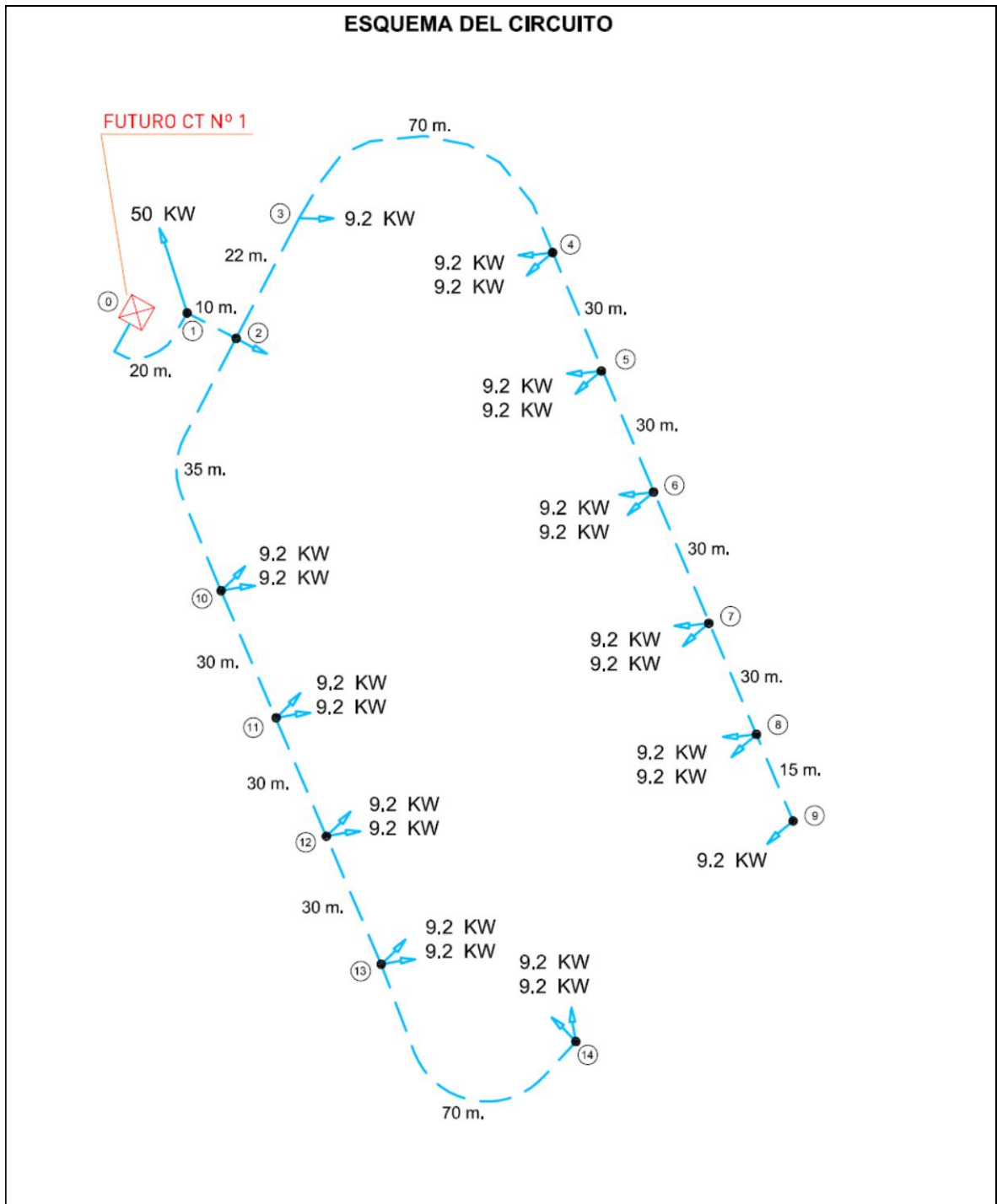


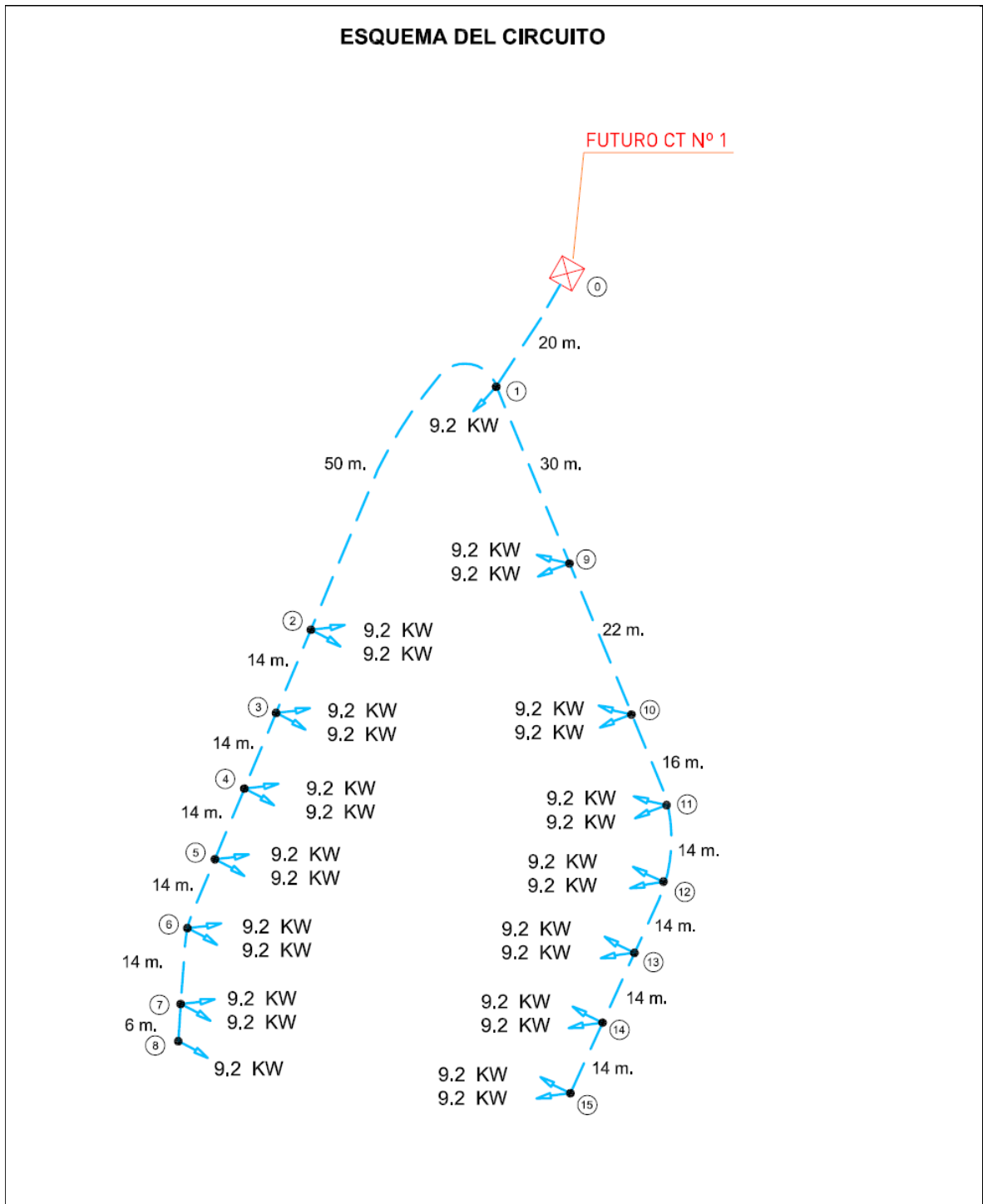
Figura 3.9.1.2 – Esquema eléctrico CT nº 1 – Salida nº 2

Salida Baja Tensión nº 3

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,27 km

TRAMO			Conductor	Nº Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	28	173,880	0,020	293,537	3,478	7,026	0,49	0,49
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	13	98,440	0,050	166,182	4,922	7,026	0,70	1,20
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	11	87,400	0,014	147,545	1,224	7,026	0,17	1,37
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	9	74,520	0,014	125,802	1,043	7,026	0,15	1,52
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	7	60,720	0,014	102,505	0,850	7,026	0,12	1,64
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	5	46,000	0,014	77,655	0,644	7,026	0,09	1,73
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	3	27,600	0,014	46,593	0,386	7,026	0,05	1,79
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	1	9,200	0,006	15,531	0,055	7,026	0,01	1,79
1	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	14	103,960	0,030	175,501	3,119	7,026	0,44	0,94
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	12	92,920	0,022	156,864	2,044	7,026	0,29	1,23
10	11	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	10	80,960	0,016	136,673	1,295	7,026	0,18	1,41
11	12	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,014	114,930	0,953	7,026	0,14	1,55
12	13	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,014	90,080	0,747	7,026	0,11	1,66
13	14	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	4	36,800	0,014	62,124	0,515	7,026	0,07	1,73
14	15	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,014	31,062	0,258	7,026	0,04	1,77

Tabla 3.9.1.3 – Cálculos eléctricos CT nº 1 – Salida nº 3



### 3.9.2 Centro de Transformador proyectado n° 2

#### Salida Baja Tensión n° 1

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,234 km

TRAMO			Conductor	N° Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	24	156,880	0,014	254,709	2,112	7,026	0,30	0,30
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	22	146,280	0,040	246,944	5,851	7,026	0,83	1,13
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	21	141,680	0,045	239,178	6,376	7,026	0,91	2,04
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	19	131,560	0,012	222,094	1,579	7,026	0,22	2,27
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	17	120,520	0,012	203,457	1,446	7,026	0,21	2,47
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	15	109,480	0,012	184,820	1,314	7,026	0,19	2,66
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	13	98,440	0,012	166,182	1,181	7,026	0,17	2,83
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	12	92,920	0,012	156,864	1,115	7,026	0,16	2,99
8	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	10	80,960	0,012	136,673	0,972	7,026	0,14	3,12
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,012	114,930	0,817	7,026	0,12	3,24
10	11	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,012	90,080	0,640	7,026	0,09	3,33
11	12	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	4	36,800	0,012	62,124	0,442	7,026	0,06	3,39
12	13	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,012	31,062	0,221	7,026	0,03	3,43

Tabla 3.9.2.1 – Cálculos eléctricos CT n° 2 – Salida n° 1

## ESQUEMA DEL CIRCUITO

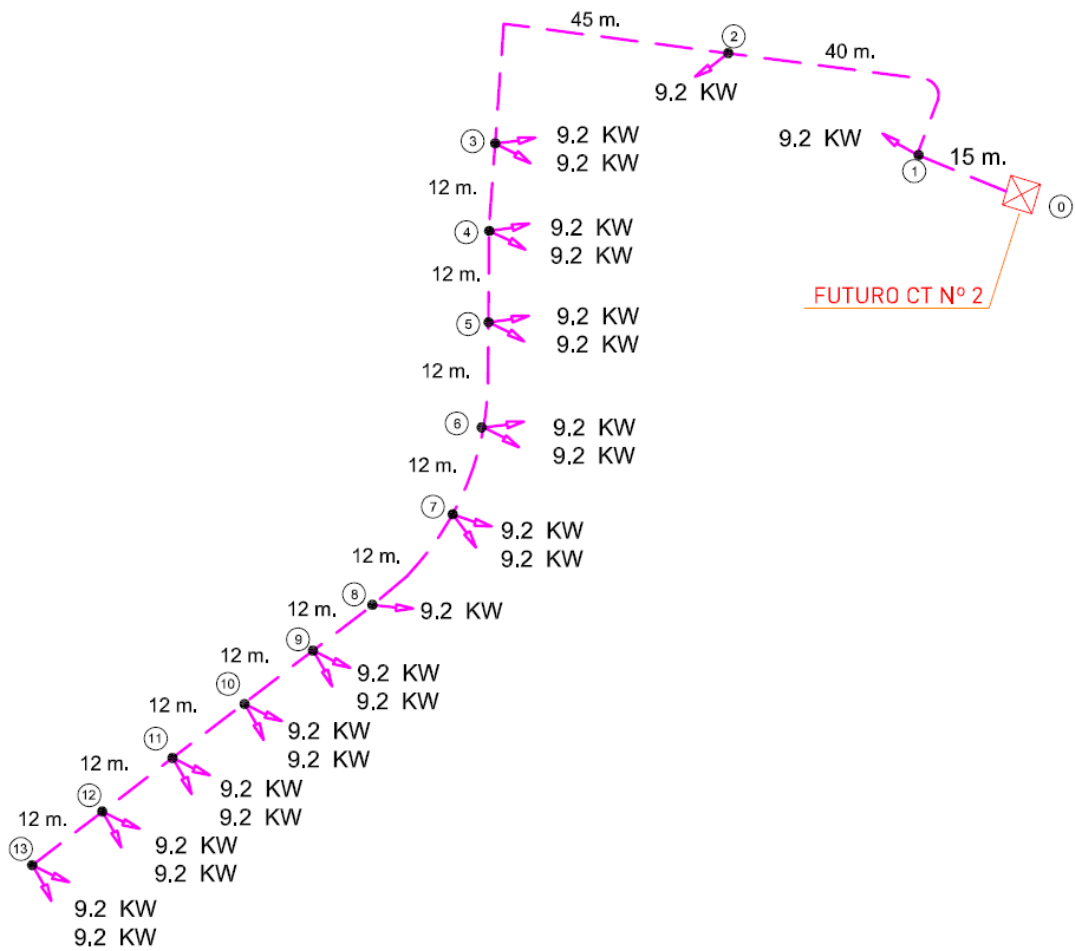


Figura 3.9.2.1 – Esquema eléctrico CT n° 2 – Salida n° 1



Salida Baja Tensión n° 2

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,123 km

TRAMO			Conductor	N° Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	20	137,080	0,015	231,413	2,056	7,026	0,29	0,29
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	18	126,040	0,012	212,776	1,512	7,026	0,22	0,51
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	16	115,000	0,012	194,138	1,380	7,026	0,20	0,70
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	14	103,960	0,012	175,501	1,248	7,026	0,18	0,88
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	12	92,920	0,012	156,864	1,115	7,026	0,16	1,04
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	10	80,960	0,012	136,673	0,972	7,026	0,14	1,18
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,012	114,930	0,817	7,026	0,12	1,30
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,012	90,080	0,640	7,026	0,09	1,39
8	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	4	36,800	0,012	62,124	0,442	7,026	0,06	1,45
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,012	31,062	0,221	7,026	0,03	1,48

Tabla 3.9.2.2 – Cálculos eléctricos CT n° 2 – Salida n° 2

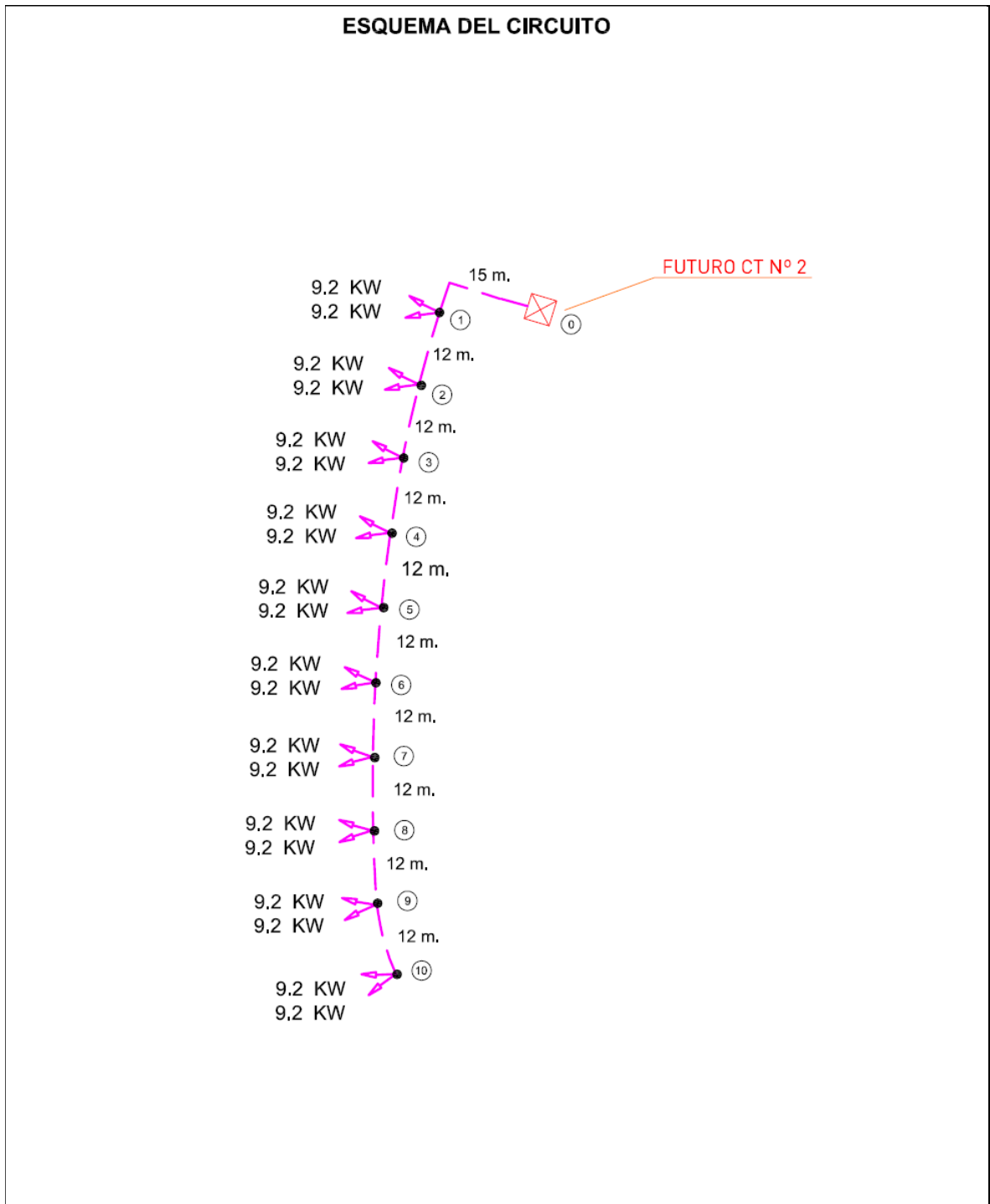


Figura 3.9.2.2 – Esquema eléctrico CT n° 2 – Salida n° 2

Salida Baja Tensión nº 3

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,235 km

TRAMO			Conductor	Nº Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	27	169,280	0,014	285,772	2,370	7,026	0,34	0,34
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	26	164,680	0,065	278,006	10,704	7,026	1,52	1,86
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	24	155,480	0,012	262,475	1,866	7,026	0,27	2,13
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	22	146,280	0,012	246,944	1,755	7,026	0,25	2,38
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	20	137,080	0,012	231,413	1,645	7,026	0,23	2,61
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	18	126,040	0,012	212,776	1,512	7,026	0,22	2,83
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	16	115,000	0,012	194,138	1,380	7,026	0,20	3,02
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	14	103,960	0,012	175,501	1,248	7,026	0,18	3,20
8	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	12	92,920	0,018	156,864	1,673	7,026	0,24	3,44
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	10	80,960	0,018	136,673	1,457	7,026	0,21	3,65
10	11	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,012	114,930	0,817	7,026	0,12	3,76
11	12	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,012	90,080	0,640	7,026	0,09	3,85
12	13	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	4	36,800	0,012	62,124	0,442	7,026	0,06	3,92
13	14	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,012	31,062	0,221	7,026	0,03	3,95

Tabla 3.9.2.3 – Cálculos eléctricos CT nº 2 – Salida nº 3

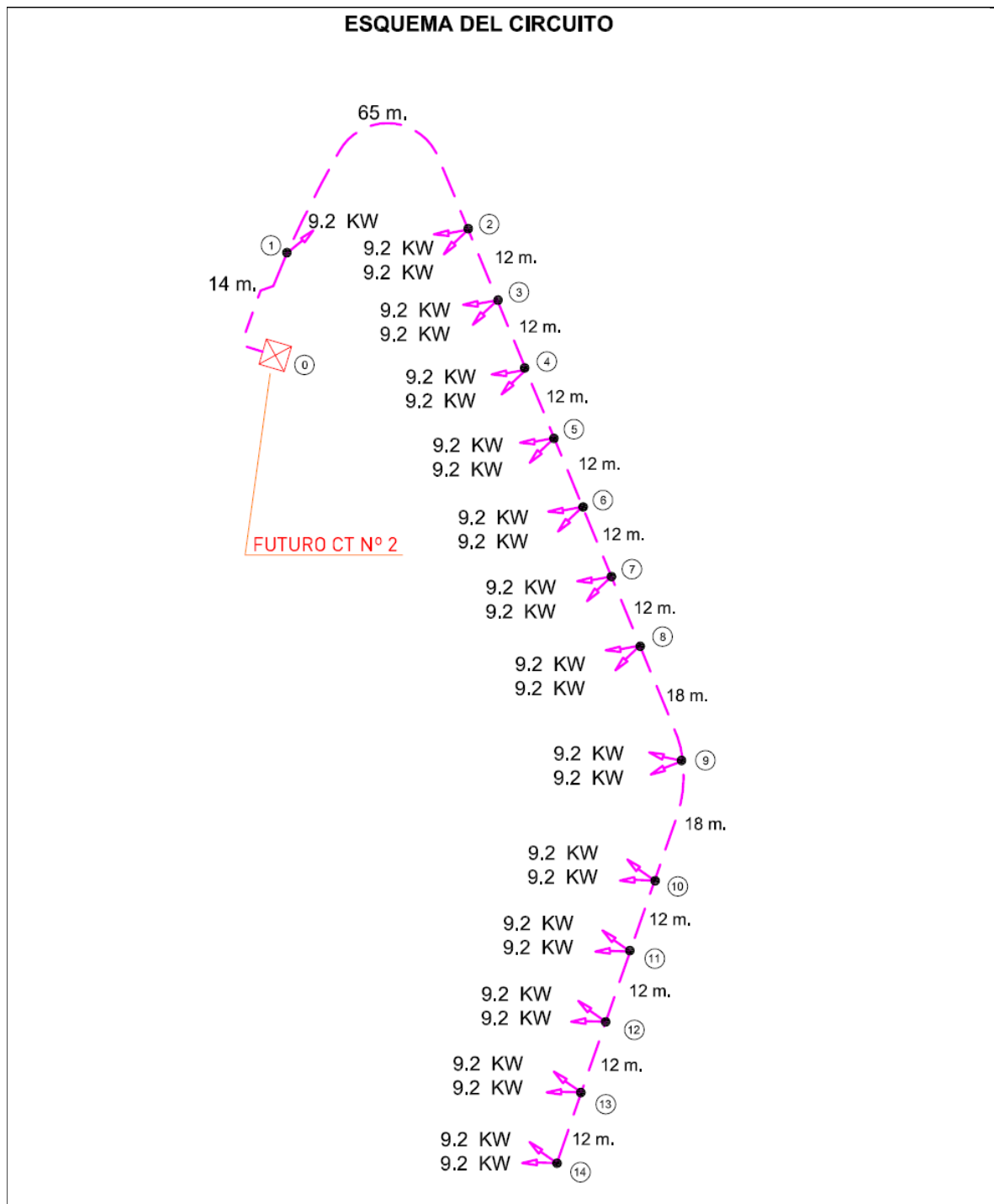


Figura 3.9.2.3 – Esquema eléctrico CT n° 2 – Salida n° 3

### 3.9.3 Centro de Transformador proyectado n° 3

#### Salida Baja Tensión n° 1

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,298 km

TRAMO			Conductor	N° Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	17	162,320	0,010	274,022	1,623	7,026	0,23	0,23
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	16	115,000	0,060	194,138	6,900	7,026	0,98	1,21
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	15	109,480	0,045	184,820	4,927	7,026	0,70	1,91
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	13	98,440	0,012	166,182	1,181	7,026	0,17	2,08
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	11	87,400	0,012	147,545	1,049	7,026	0,15	2,23
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	9	74,520	0,012	125,802	0,894	7,026	0,13	2,36
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	7	60,720	0,006	102,505	0,364	7,026	0,05	2,41
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,013	90,080	0,694	7,026	0,10	2,51
8	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	5	46,000	0,045	77,655	2,070	7,026	0,29	2,80
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	3	27,600	0,018	46,593	0,497	7,026	0,07	2,87
10	11	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,065	31,062	1,196	7,026	0,17	3,05

Tabla 3.9.3.1 – Cálculos eléctricos CT n° 3 – Salida n° 1

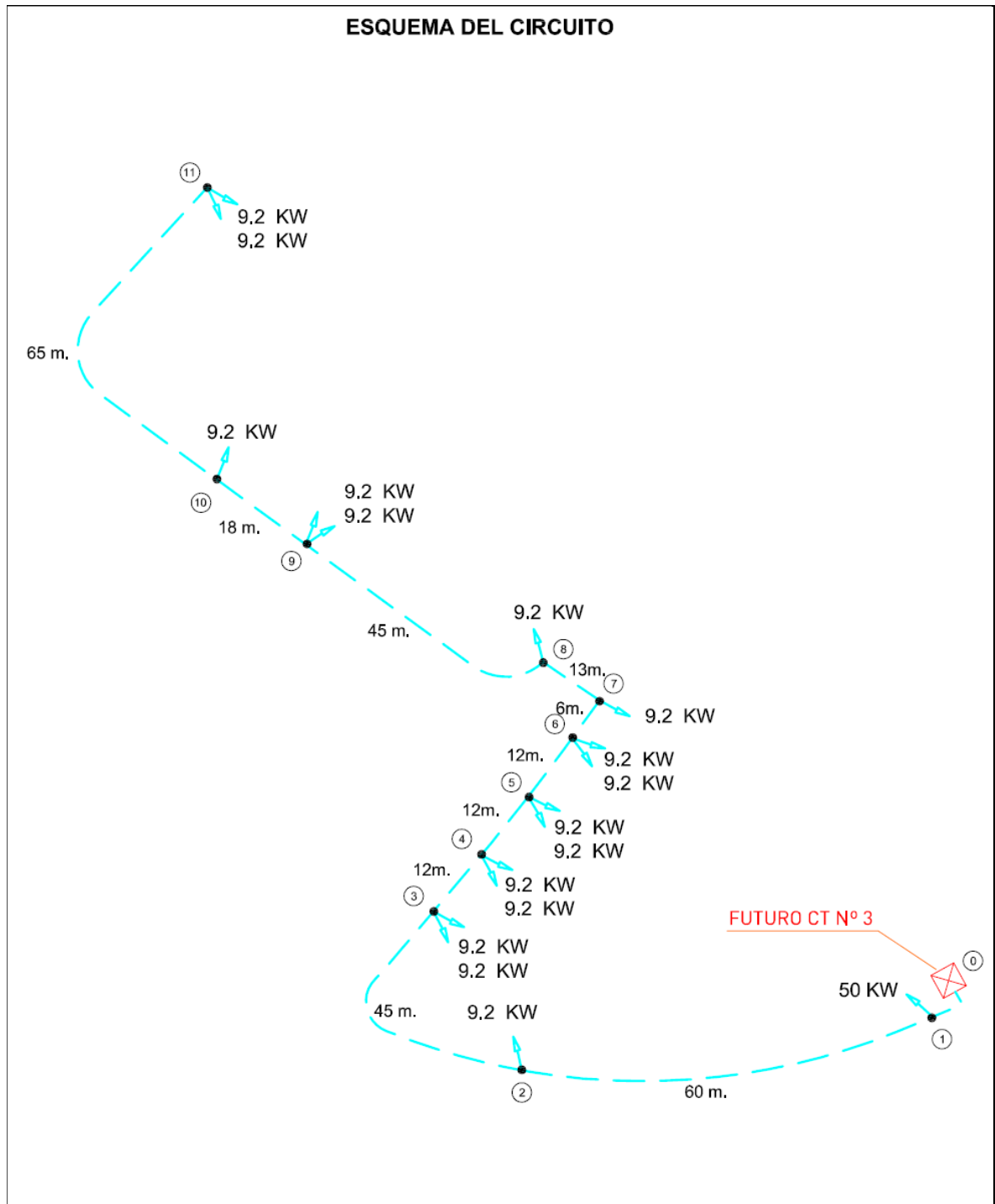


Figura 3.9.3.1 – Esquema eléctrico CT nº 3 – Salida nº 1

### Salida Baja Tensión nº 2

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,27 km

TRAMO			Conductor	Nº Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,110	114,930	7,489	7,026	1,07	1,07
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	5	46,000	0,050	77,655	2,300	7,026	0,33	1,39
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	3	27,600	0,090	46,593	2,484	7,026	0,35	1,75
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	1	9,200	0,020	15,531	0,184	7,026	0,03	1,77

Tabla 3.9.3.2 – Cálculos eléctricos CT nº 3 – Salida nº 2

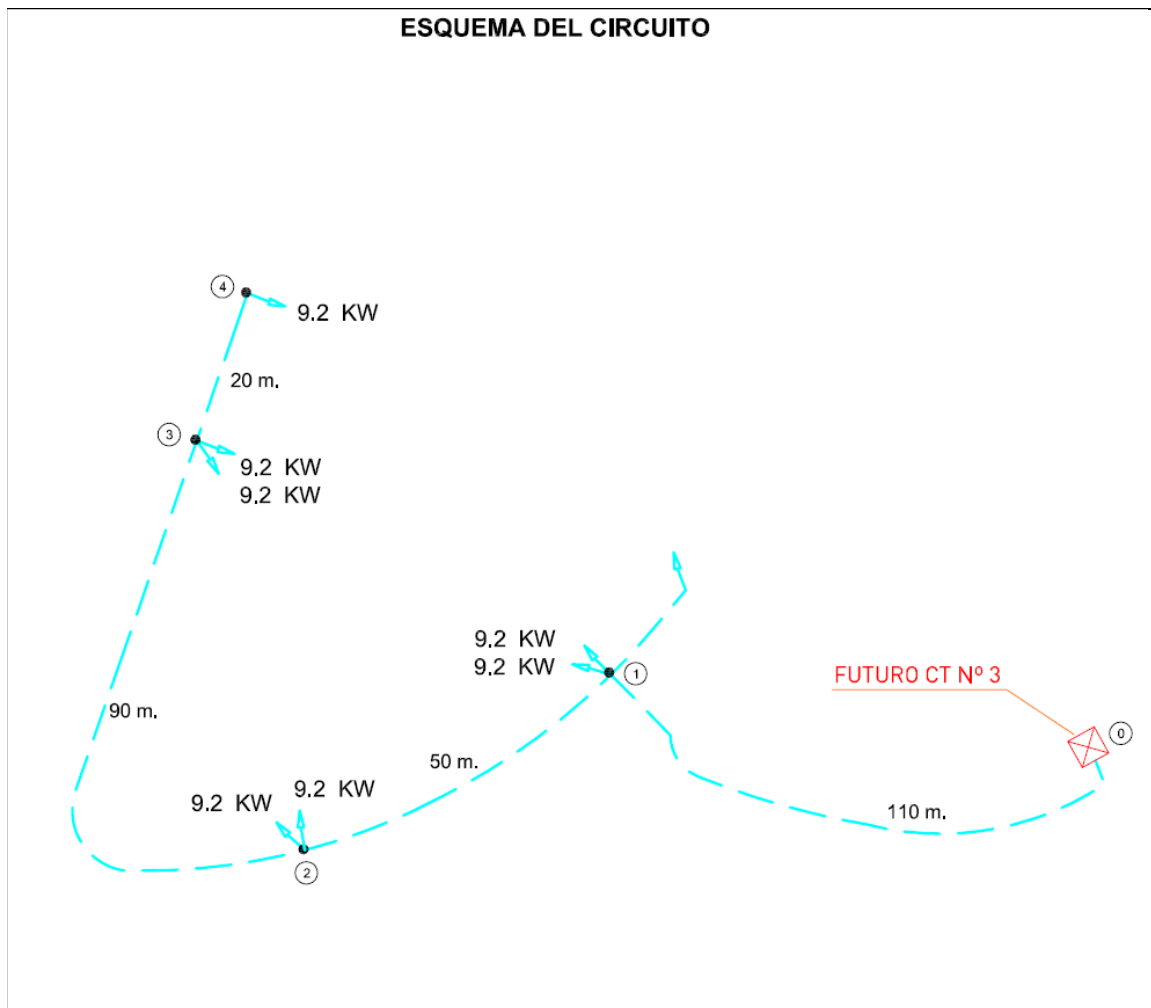


Figura 3.9.3.2 – Esquema eléctrico CT nº 3 – Salida nº 2

Salida Baja Tensión n° 3

- Potencia considerada por cliente: 9,2 kW
- $\cos \varphi = 0,9$
- Longitud total de Red de Baja Tensión proyectada: 0,233 km

TRAMO			Conductor	N° Clien.	P (kW)	L (km)	I (A)	M PxL	M <sub>1</sub>	ΔU%	ΔU% Total
Nudo Origen	Nudo Fin	Tipo									
0	1	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	27	169,280	0,055	285,772	9,310	7,026	1,33	1,33
1	2	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	26	164,680	0,007	278,006	1,153	7,026	0,16	1,49
2	3	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	24	155,480	0,012	262,475	1,866	7,026	0,27	1,75
3	4	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	22	146,280	0,012	246,944	1,755	7,026	0,25	2,00
4	5	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	20	137,080	0,012	231,413	1,645	7,026	0,23	2,24
5	6	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	18	126,040	0,035	212,776	4,411	7,026	0,63	2,87
6	7	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	16	115,000	0,012	194,138	1,380	7,026	0,20	3,06
7	8	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	14	103,960	0,014	175,501	1,455	7,026	0,21	3,27
8	9	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	12	92,920	0,014	156,864	1,301	7,026	0,19	3,46
9	10	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	10	80,960	0,012	136,673	0,972	7,026	0,14	3,59
10	11	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	8	68,080	0,012	114,930	0,817	7,026	0,12	3,71
11	12	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	6	53,360	0,012	90,080	0,640	7,026	0,09	3,80
12	13	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	4	36,800	0,012	62,124	0,442	7,026	0,06	3,86
13	14	T	XZ1 0,6/1kV 4x240 AL	2	18,400	0,012	31,062	0,221	7,026	0,03	3,90

Tabla 3.9.3.3 – Cálculos eléctricos CT n° 3 – Salida n° 3



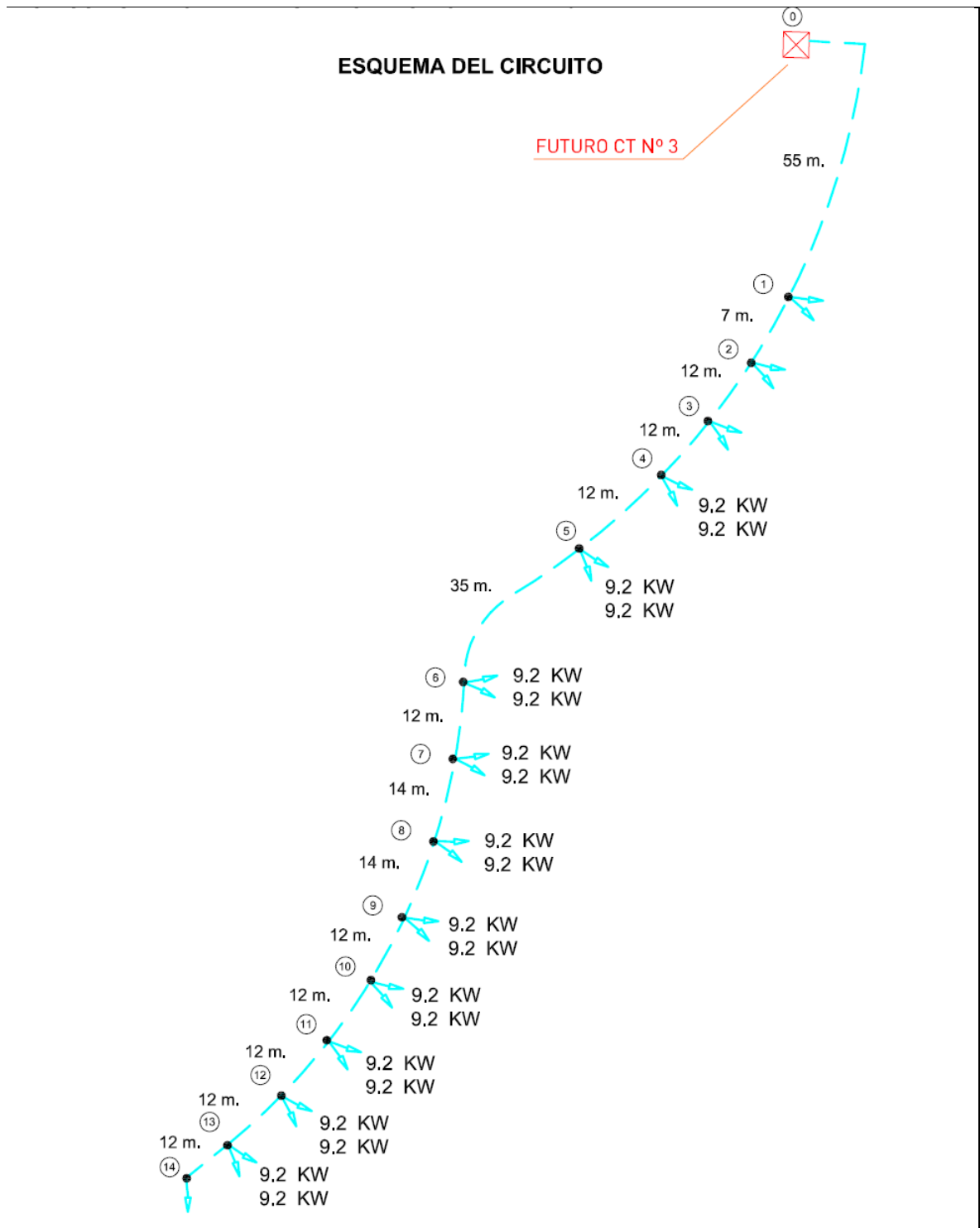


Figura 3.9.3.3 – Esquema eléctrico CT n° 3 – Salida n° 3

### 3.10 Acometidas

#### 3.10.1 Cálculo eléctrico

La sección de los conductores de la Acometida se determinará en función de los siguientes criterios:

- La caída de tensión no debe exceder el 1% de la tensión de servicio.
- La intensidad admisible por el conductor seleccionado, debe ser superior a la intensidad correspondiente al suministro.

Se calculará la sección teórica de los conductores:

$$\text{ACOMETIDAS MONOFÁSICAS} \quad S = \frac{P \cdot 2 \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} \quad (3.10.2.1)$$

$$\text{ACOMETIDAS TRIFÁSICAS} \quad S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U} \quad (3.10.2.2)$$

Siendo:

P = potencia del suministro en vatios.

L = longitud de la Acometida en metros.

$\gamma = 28$  (conductividad del aluminio).

e = caída de tensión admisible en voltios.

U = tensión de servicio en voltios:

400 V en acometidas trifásicas

230 V en acometidas monofásicas

Se obtendrá el valor de la intensidad correspondiente al suministro:

$$\text{ACOMETIDAS MONOFÁSICAS} \quad I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad (3.10.2.3)$$

$$\text{ACOMETIDAS TRIFÁSICAS} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (3.10.2.4)$$

En la tabla 4.2.1.1 del Documento Básico Memoria de cables normalizados para el tipo de acometida que corresponda, se elegirá un conductor de sección superior a la teórica calculada y cuya intensidad máxima admisible sea mayor que la correspondiente al suministro.

Para las viviendas unifamiliares con suministro de 9,2 kW se instalará acometida con cable XZ1 0,6/1kV 2x 50 AL, mientras que para la acometida de los 2 servicios públicos de 50 kW el conductor será XZ1 0,6/1kV 4x 95 AL, y el tercer suministro de servicios públicos de 13,2 kW su acometida será XZ1 0,6/1kV 4x 50 AL.

### 3.11 Resultado cálculos obtenidos

#### 3.11.1 Centro de Transformación proyectado nº 1

- Nº de clientes: 80 viviendas 9,2 kW y 1 Suministro de Servicios Públicos 50 kW
- Tensión de Distribución: 400 V
- Condiciones de instalación: Bajo Tubo
- Origen: CT proyectado nº 1
- Final: Cada una de las parcelas con necesidad de suministro
- Nº de Circuitos: 3
- Longitud: 1,011 km
- Conductores Tipo/Sección: XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x240 mm<sup>2</sup>) AL  
XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x95 mm<sup>2</sup>) AL  
XZ1-0,6/1 kV, 2 (1x50 mm<sup>2</sup>) AL
- Nº Tomas de Tierra: 4
- Factor de Potencia  $\cos \varphi$ : 0,9
- Máxima Caída de Tensión permitida:  $\pm 7 \%$
- Máxima Caída de Tensión obtenida: 3,33 %

### 3.11.2 Centro de Transformación proyectado n° 2

- N° de clientes: 71 viviendas 9,2 kW y 1 suministro de Servicios Públicos 13,2 kW
- Tensión de Distribución: 400 V
- Condiciones de instalación: Bajo Tubo
- Origen: CT proyectado n° 2
- Final: Cada una de las parcelas con necesidad de suministro
- N° de Circuitos: 3
- Longitud: 0,631 km
- Conductores Tipo/Sección: XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x240 mm<sup>2</sup>) AL  
XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x50 mm<sup>2</sup>) AL  
XZ1-0,6/1 kV, 2 (1x50 mm<sup>2</sup>) AL
- N° Tomas de Tierra: 2
- Factor de Potencia  $\cos \varphi$ : 0,9
- Máxima Caída de Tensión permitida:  $\pm 7 \%$
- Máxima Caída de Tensión obtenida: 3,95 %

### 3.11.3 Centro de Transformación proyectado n° 3

- N° de clientes: 52 viviendas y 1 suministro de Servicios Públicos 50 kW
- Tensión de Distribución: 400 V
- Condiciones de instalación: Bajo Tubo
- Origen: CT proyectado n° 3
- Final: Cada una de las parcelas con necesidad de suministro
- N° de Circuitos: 3
- Longitud: 0,867 km
- Conductores Tipo/Sección: XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x240 mm<sup>2</sup>) AL  
XZ1-0,6/1 kV, 4 (1x95 mm<sup>2</sup>) AL  
XZ1-0,6/1 kV, 2 (1x50 mm<sup>2</sup>) AL
- N° Tomas de Tierra: 3
- Factor de Potencia  $\cos \varphi$ : 0,9
- Máxima Caída de Tensión permitida:  $\pm 7 \%$
- Máxima Caída de Tensión obtenida: 3,90 %

TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **PLANOS**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

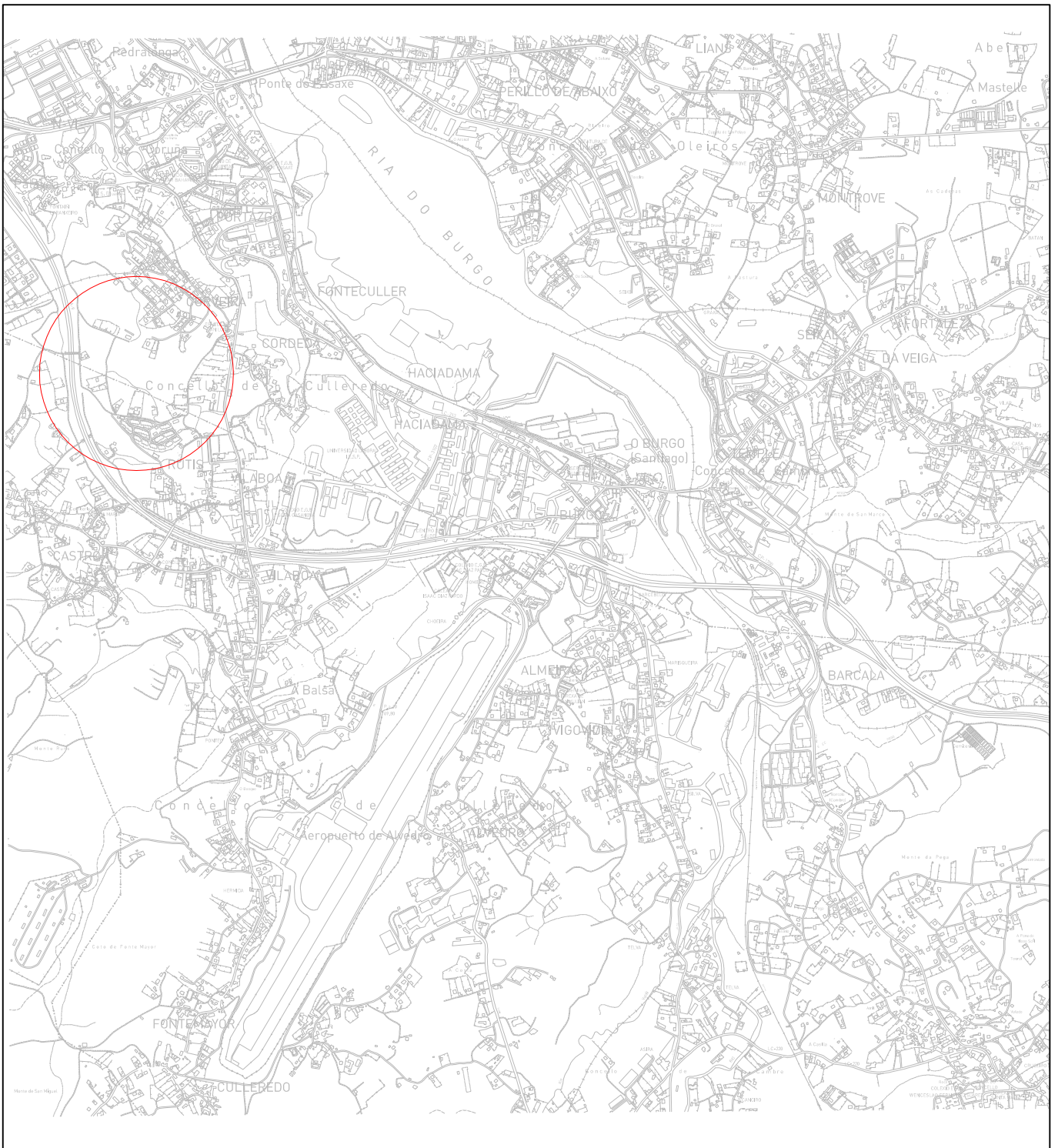
AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat circular.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**

## ÍNDICE

<b>1 SITUACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2 EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3 PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN MUNICIPAL.....</b>	<b>5</b>
<b>4 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN ACTUAL .....</b>	<b>6</b>
<b>5 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA.....</b>	<b>7</b>
<b>6 CT SUBTERRÁNEO PROYECTADO Nº 1, Nº 2 Y Nº 3 .....</b>	<b>8</b>
<b>7 ESQUEMA UNIFILAR CT Nº 1, Nº 2 Y Nº 3.....</b>	<b>9</b>
<b>8 ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>9 RED DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA.....</b>	<b>11</b>
<b>10 PUNTOS DE ACCESO A RED.....</b>	<b>12</b>
<b>11 ZANJAS TIPO PROYECTADAS.....</b>	<b>13</b>



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A025

TÍTULO DEL TFG:

**ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

TÍTULO DEL PLANO:

**SITUACIÓN**

FECHA: SEPTIEMBRE 2013

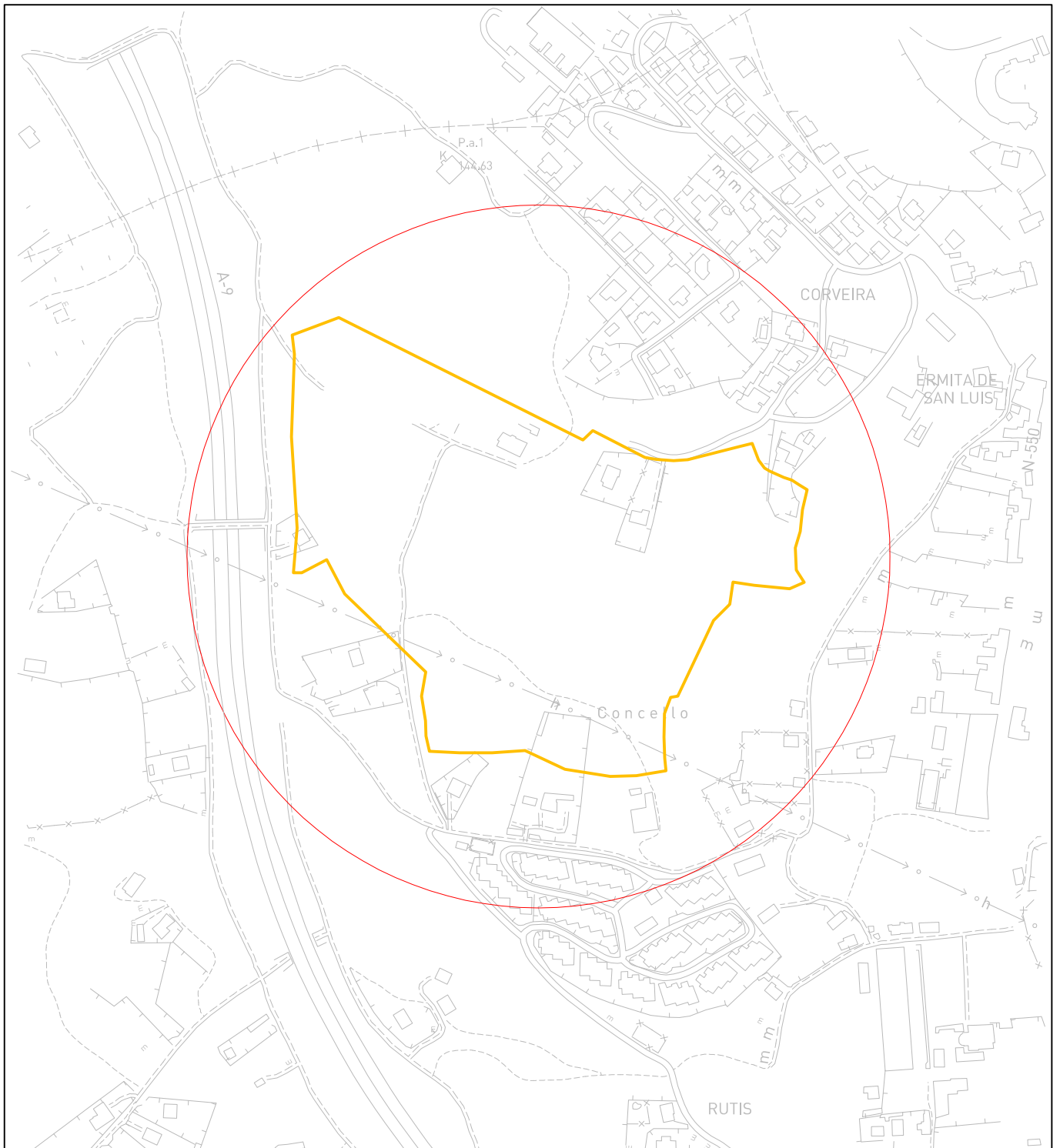
ESCALA: 1:25.000

AUTOR:

ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ

FIRMA:

PLANO Nº: 01



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A025

TÍTULO DEL TFG:

**ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

TÍTULO DEL PLANO:

**EMPLAZAMIENTO**

FECHA: SEPTIEMBRE 2013

ESCALA: 1:5.000

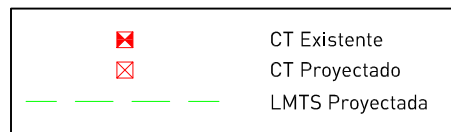
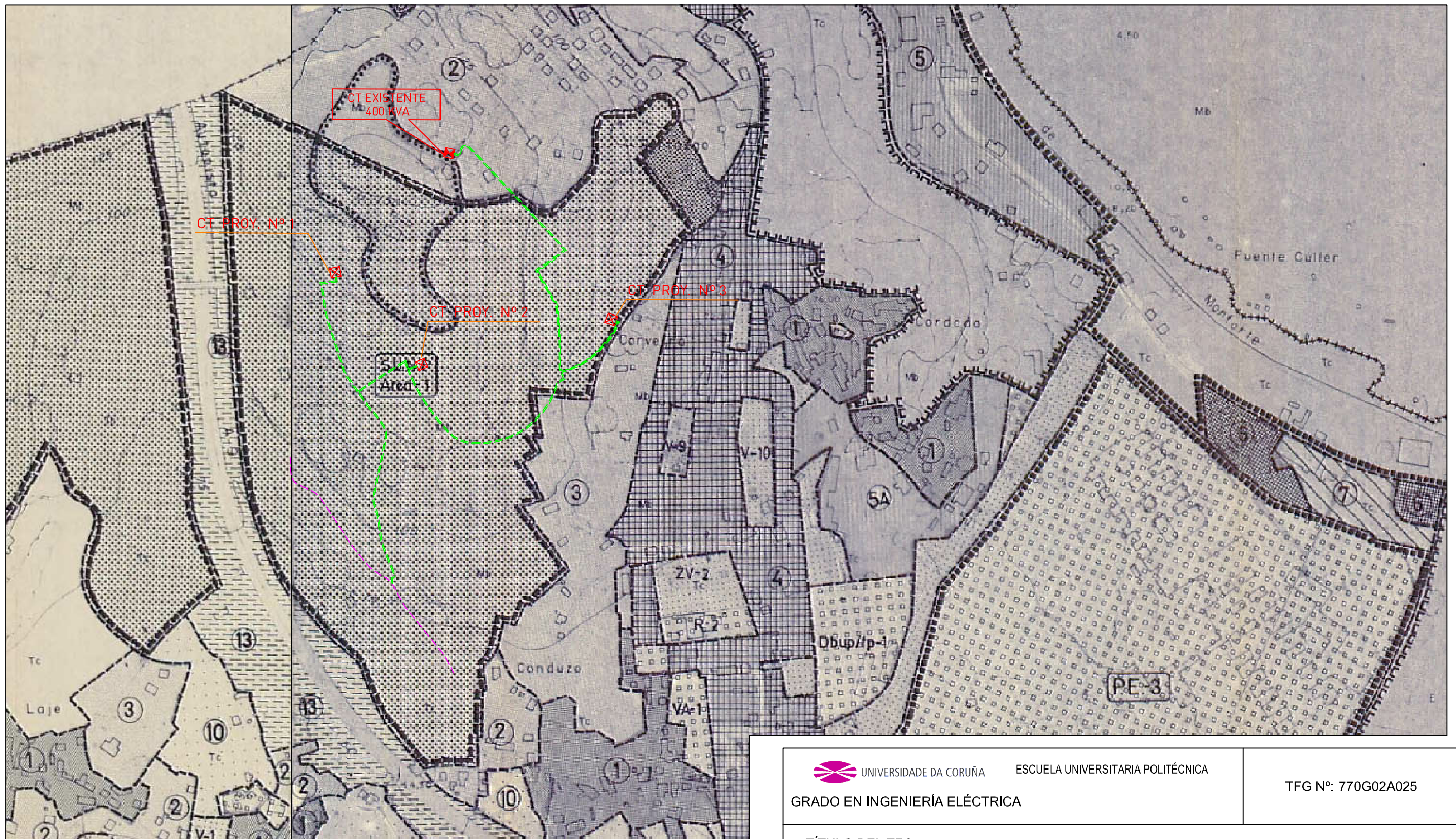
AUTOR:

ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ

FIRMA:

**PLANO Nº: 02**





<p>----- LIMITE DE SUELO URBANO Y ORDENANZA</p> <p>----- LIMITE DE SUELO URBANIZABLE</p> <p>----- AMBITOS DE PLANEAMIENTO ESPECIAL</p> <p>----- AMBITOS DE PLANEAMIENTO SUBSISTENTE</p> <p>----- AMBITO DE APECCION DEL AEROPUERTO</p> <p>----- LIMITE DE UNIDADES DE ACTUACION</p> <p>----- ALINEACIONES DE LARED VIARIA Y SISTEMA VIARIO EN URBANIZABLE</p> <p>----- ESQUEMAS VIARIOS EN SUELO URBANIZABLE</p> <p>----- ORDENANZA NUMERO</p> <p>----- SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO AREA ...</p> <p>----- SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO INDUSTRIAL AREA 9</p> <p>----- PLAN ESPECIAL NUMERO</p> <p>----- UAS</p>	<p>ORDENANZAS REGULADORAS DEL SUELO URBANO</p> <p>① CONSERVACION AMBIENTAL</p> <p>② RESIDENCIAL EXTENSIVA</p> <p>③ ASENTAMIENTO DISPERSO</p> <p>④ UNIDADES DE ACTUACION DE VIVIENDA UNIFAMILIAR</p> <p>⑤ EDIFICACION EN MANIZANA CERRADA</p> <p>⑥ EDIFICACION ABIERTA</p> <p>⑦ CONSERVACION DE APROVECHAMIENTO</p> <p>⑧ INDUSTRIA LIGERA COMPATIBLE CON LA VIVIENDA</p> <p>⑨ INDUSTRIA URBANA</p>	<p>ORDENANZAS REGULADORAS DEL SUELO NO URBANIZABLE</p> <p>⑨ SUELO NO URBANIZABLE DE REGIMEN NORMAL</p> <p>⑩ SUELO NO URBANIZABLE DE NUCLEO</p> <p>⑪ SUELO NO URBANIZABLE AGROPECUARIO</p> <p>⑫ SUELO NO URBANIZABLE DE MASAS FORESTALES</p> <p>⑬ SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCION DE INFRAESTRUCTURAS</p> <p>⑭ SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCION DE LA NATURALEZA</p> <p>⑮ SUELO NO URBANIZABLE DE PROTECCION DE RIBERAS Y CALCES</p>	<p>EQUIPAMIENTOS</p> <p>A- Asistencial</p> <p>AD- Administrativo</p> <p>C- Comercial</p> <p>CM- Centro multiuso</p> <p>D- Docente</p> <p>Dp- Preescolar</p> <p>DEsp- E.G. B</p> <p>Dfp/osp- FP/ BUP</p> <p>ESPACIOS LIBRES Y ZONAS VERDES</p> <p>V- Sistema local</p> <p>PI-PE FINCAS CATALOGADAS</p> <p>DEP- Deportivo</p> <p>R- Religioso</p> <p>RC- Cementerio</p> <p>RA- Recreativo</p> <p>S- Sanitario</p> <p>SC- Socio-cultural</p> <p>VA- Varios</p> <p>O- Otros</p> <p>ZV- Sistema general</p>
--	---	--	--

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A025

TÍTULO DEL TFG:

ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

TÍTULO DEL PLANO:

PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN MUNICIPAL

FECHA: SEPTIEMBRE 2013

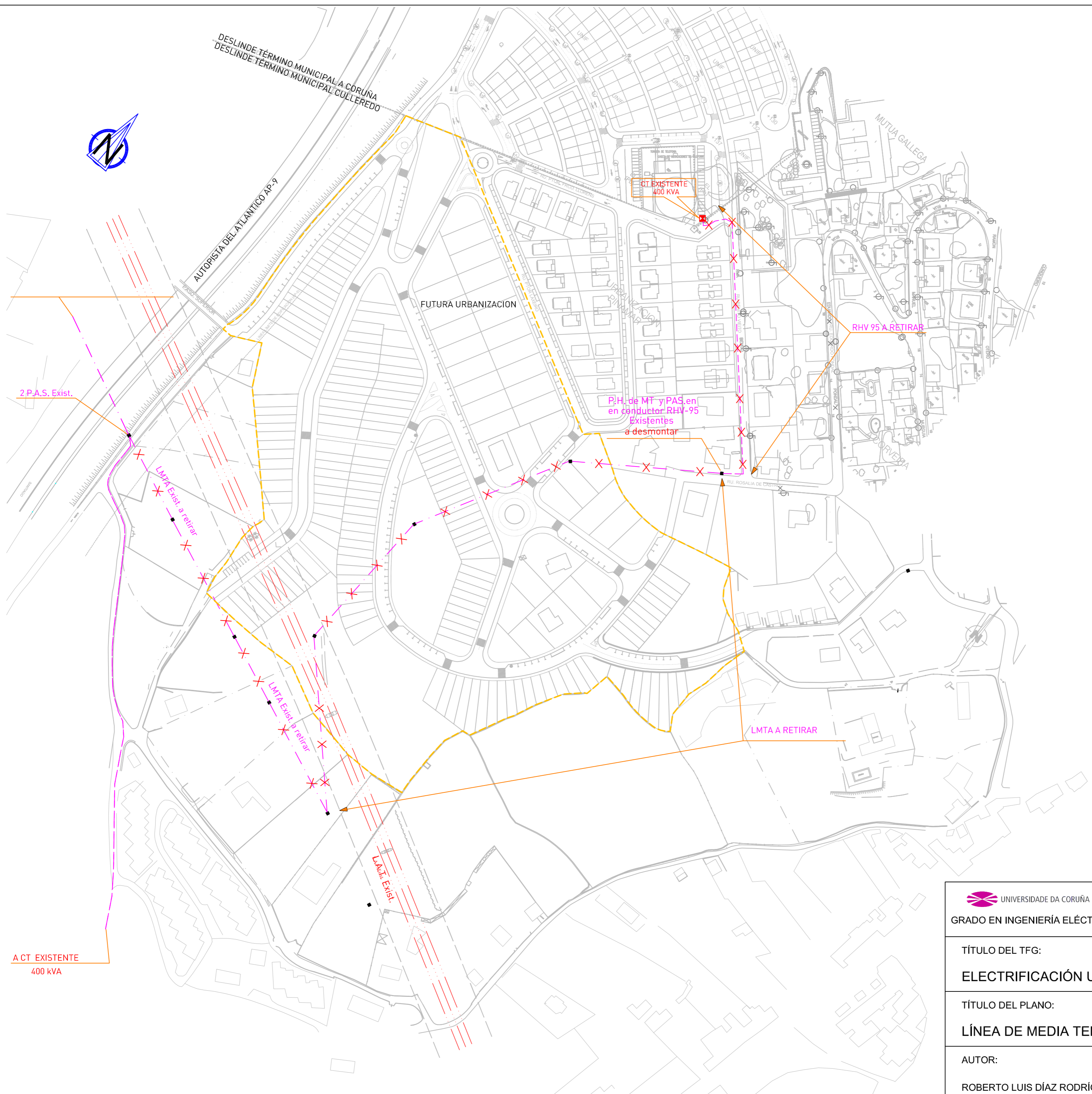
AUTOR:

ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ

FIRMA:

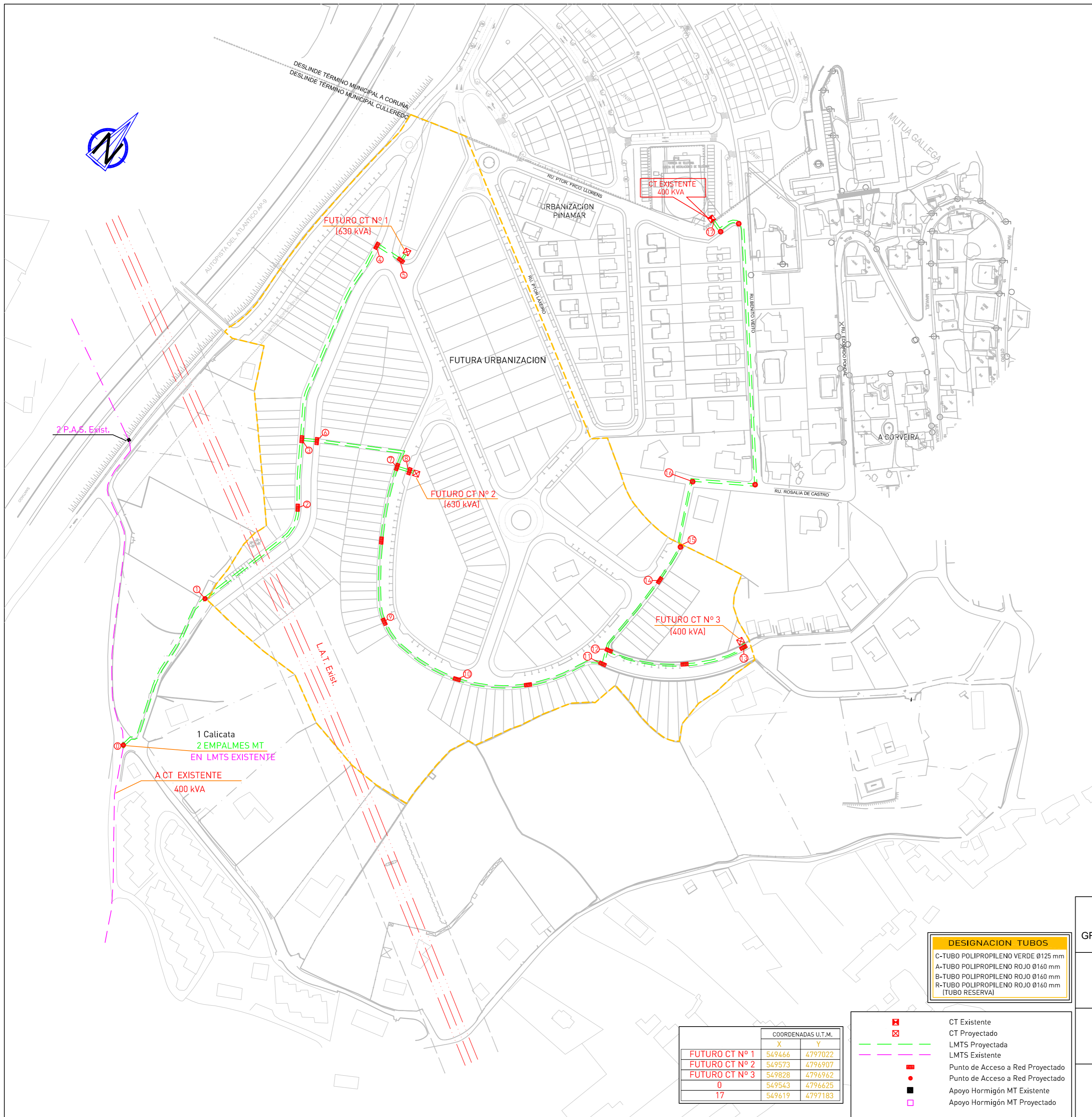
ESCALA: 1:5.000

PLANO Nº: 03



	CT Existente
	LMTA Existente
	LMTA Existente a Desmontar
	LMTS Existente
	LMTS Existente a Desmontar

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A025
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES		
TÍTULO DEL PLANO: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN ACTUAL		FECHA: SEPTIEMBRE 2013
AUTOR: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ		ESCALA: 1:2.000
FIRMA:		PLANO Nº: 04



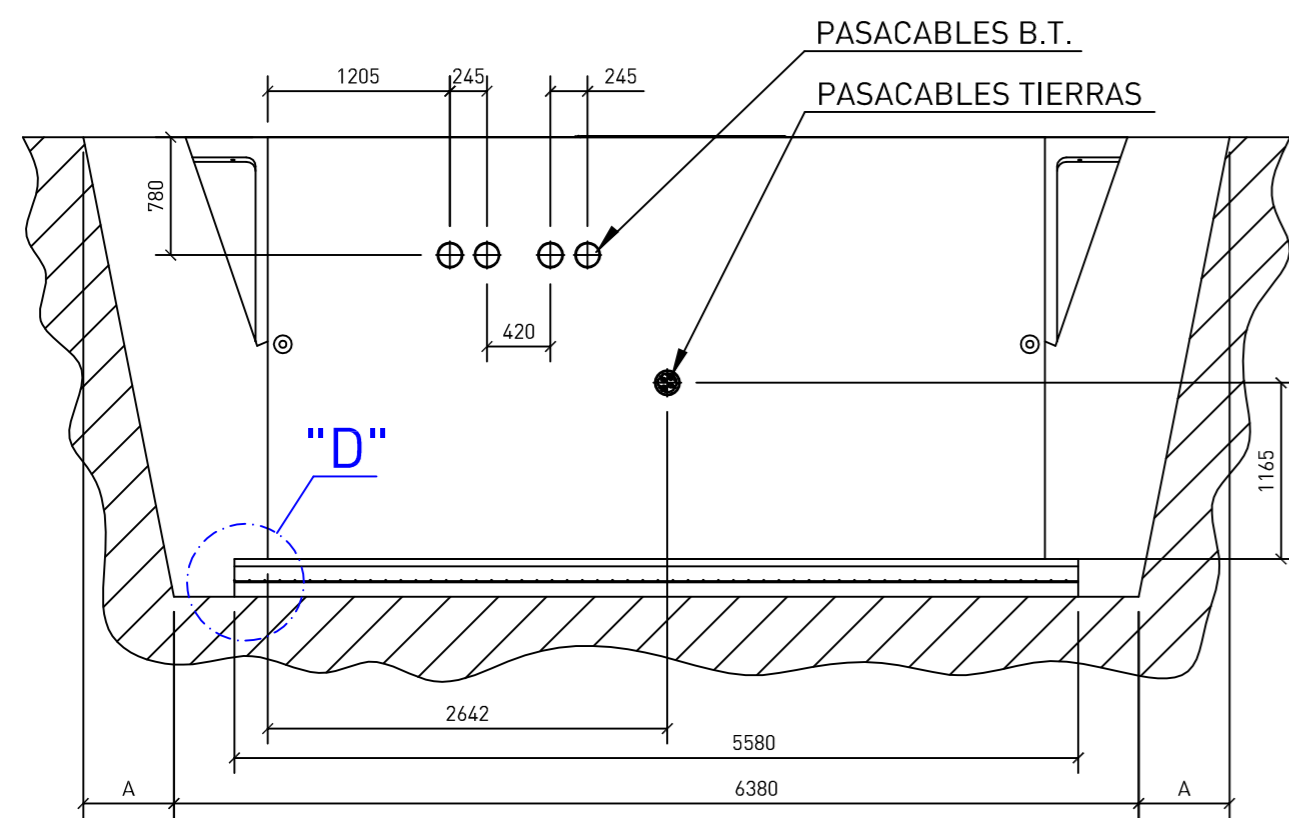
COORDENADAS U.T.M.		
	X	Y
FUTURO CT N° 1	549466	4797022
FUTURO CT N° 2	549573	4796907
FUTURO CT N° 3	549828	4796962
0	549543	4796625
17	549619	4797183

DESIGNACION TUBOS	
C-TUBO POLIPROPILENO VERDE Ø125 mm	
A-TUBO POLIPROPILENO ROJO Ø160 mm	
B-TUBO POLIPROPILENO ROJO Ø160 mm	
R-TUBO POLIPROPILENO ROJO Ø160 mm (TUBO RESERVA)	

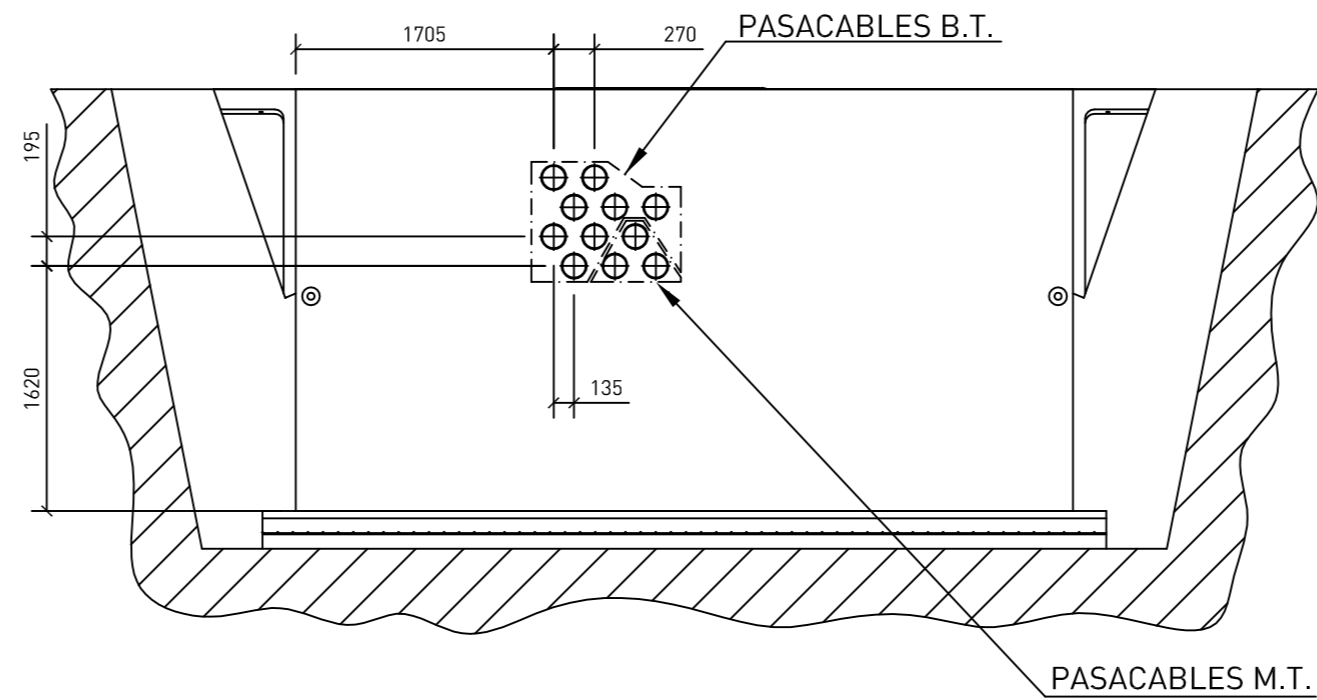
	CT Existente
	CT Projectado
	LMTS Projectada
	LMTS Existente
	Punto de Acceso a Red Projectado
	Punto de Acceso a Red Existente
	Apoyo Hormigón MT Existente
	Apoyo Hormigón MT Projectado

TRAMO METROS	DISPOSICION	TUBOS		CONDUCTOR		ZANJA			
		UD.	TIPO	UD.	TIPO	TERRENO	REPOSICION	HORMIGONADO TUBOS	MEDIDAS
0-1	124	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	CALZADA	ASFALTO	NO	0,40x1,20 m
		0	B						
		1	C						
		2	R						
1-2	96	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		0	B						
		1	C						
		2	R						
2-3	49	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		1	B	1	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		1	R						
3-4	151	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		1	B	1	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		1	R						
4-5	20	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,20 m
		1	B	1	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		1	R						
5-CT 1	3	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,60x1,20 m
		3	B	3	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		4	R						
3-6	10	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,20 m
		0	B						
		1	C						
		2	R						
6-7	72	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		1	B	1	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		1	R						
7-8	10	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,40 m
		2	B	2	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		2	R						
8-CT 2	3	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,60x1,20 m
		3	B	3	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		4	R						
7-9	112	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		1	B	1	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		1	R						
9-10	67	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		0	B						
		1	C						
		2	R						
10-11	108	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		1	B	1	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		1	R						
11-12	11	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,20 m
		0	B						
		1	C						
		2	R						
12-13	100	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,20 m
		2	B	2	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		2	R						
13-CT3	3	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,60x1,20 m
		3	B	3	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		4	R						
12-14	63	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		1	B	1	RZ1 0,6/1 kv 4(1x240)AI				
		1	C						
		1	R						
14-15	30	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,00 m
		0	B						
		1	C						
		2	R						
15-16	48	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	NO	0,40x1,20 m
		1	B						
		2	R						
		2	R						
16-17CT	268	2	A	2	RHZ1 12/20 KV 3(1X240)AI	CALZADA	ASFALTO	NO	0,40x1,20 m
		0	B						
		1	C						
		2	R						

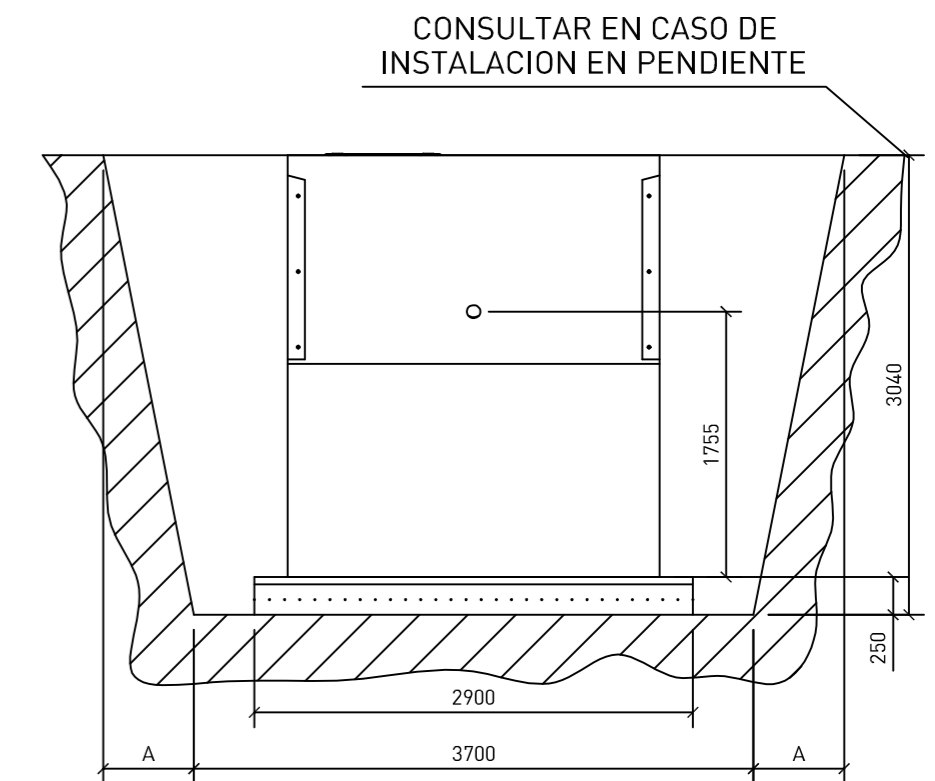
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A025
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES		
TÍTULO DEL PLANO: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA		FECHA: SEPTIEMBRE 2013
AUTOR: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ	FIRMA: 	ESCALA: 1:2.000
		PLANO Nº: 05



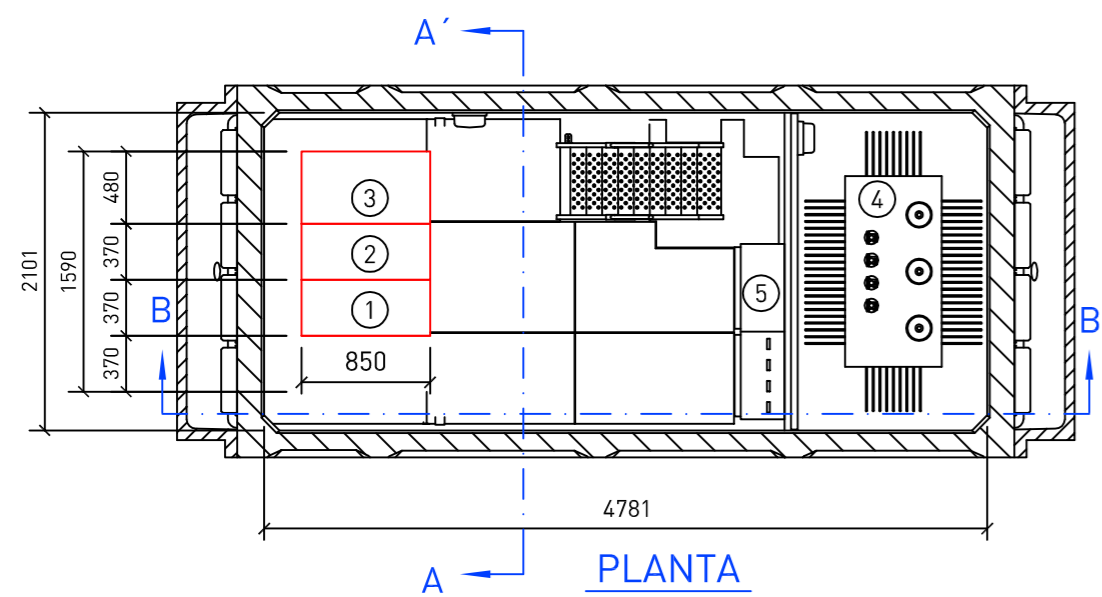
ALZADO FRONTAL



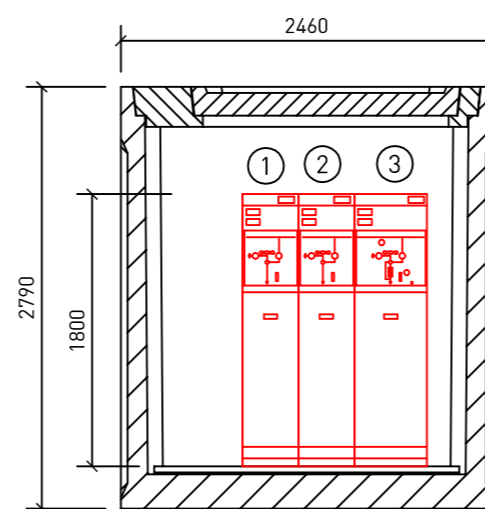
ALZADO POSTERIOR



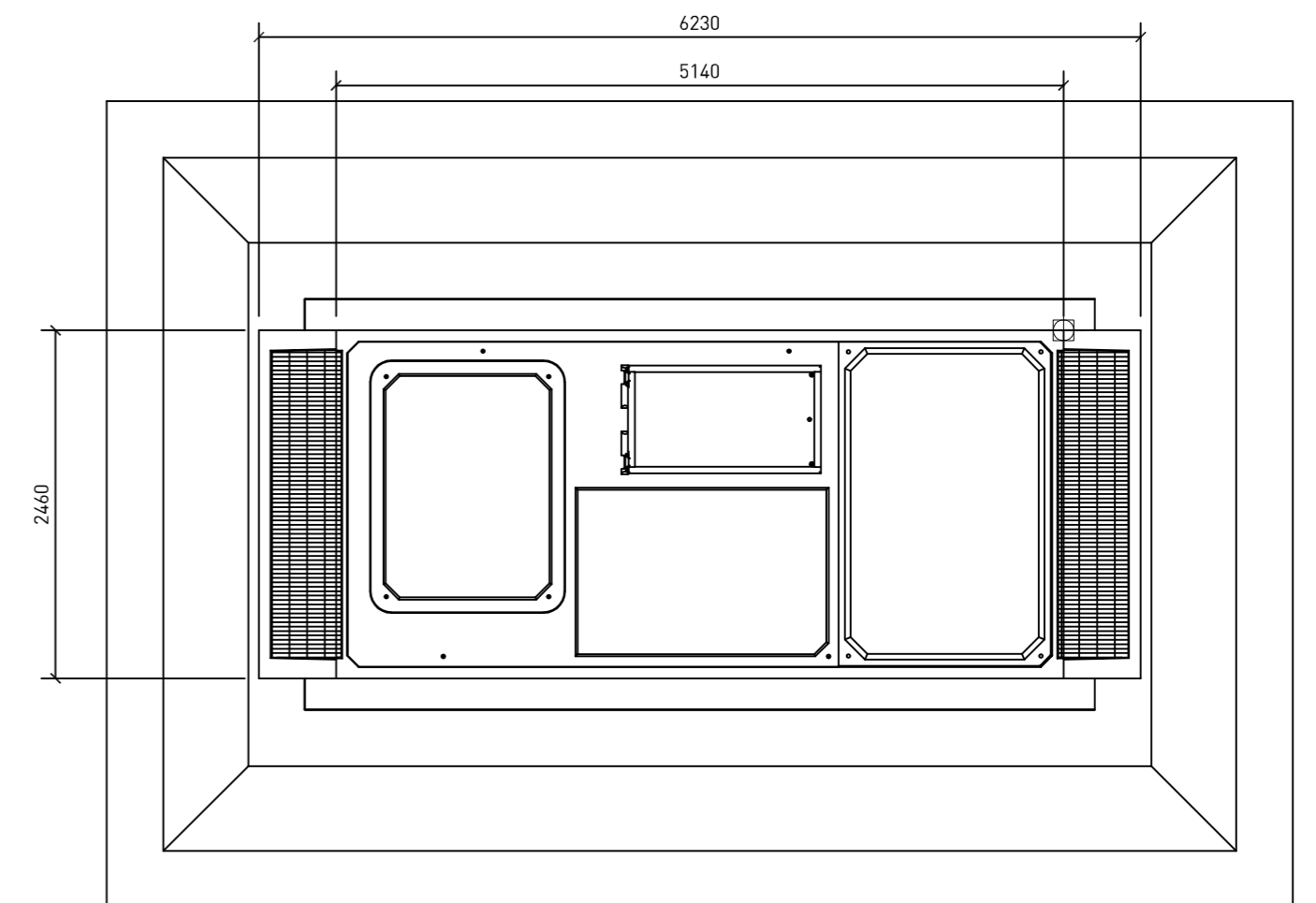
VISTA LATERAL IZQUIERDA



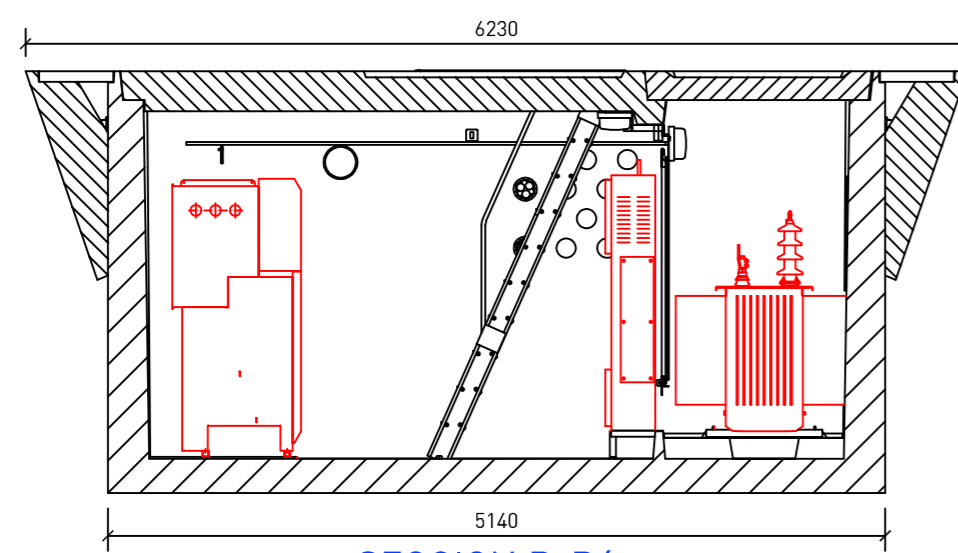
PLANTA



SECCION A-A'

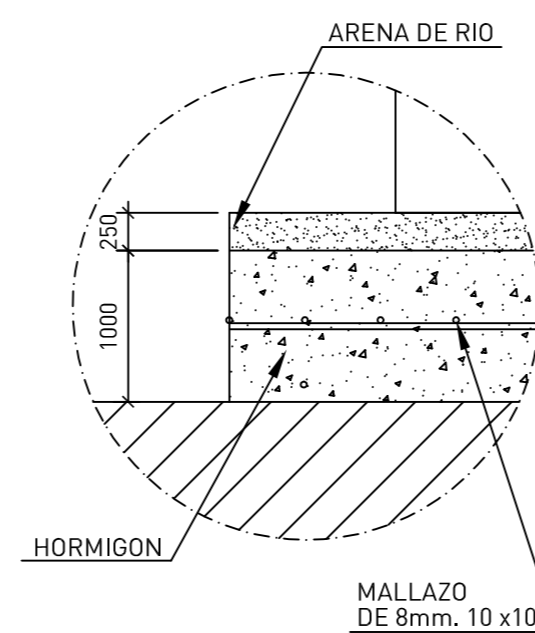


PLANTA ACCESOS



SECCION B-B'

DETALLE "D"  
ESCALA 1:20

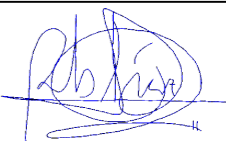


A: TALUD NATURAL SEGUN TERRENO

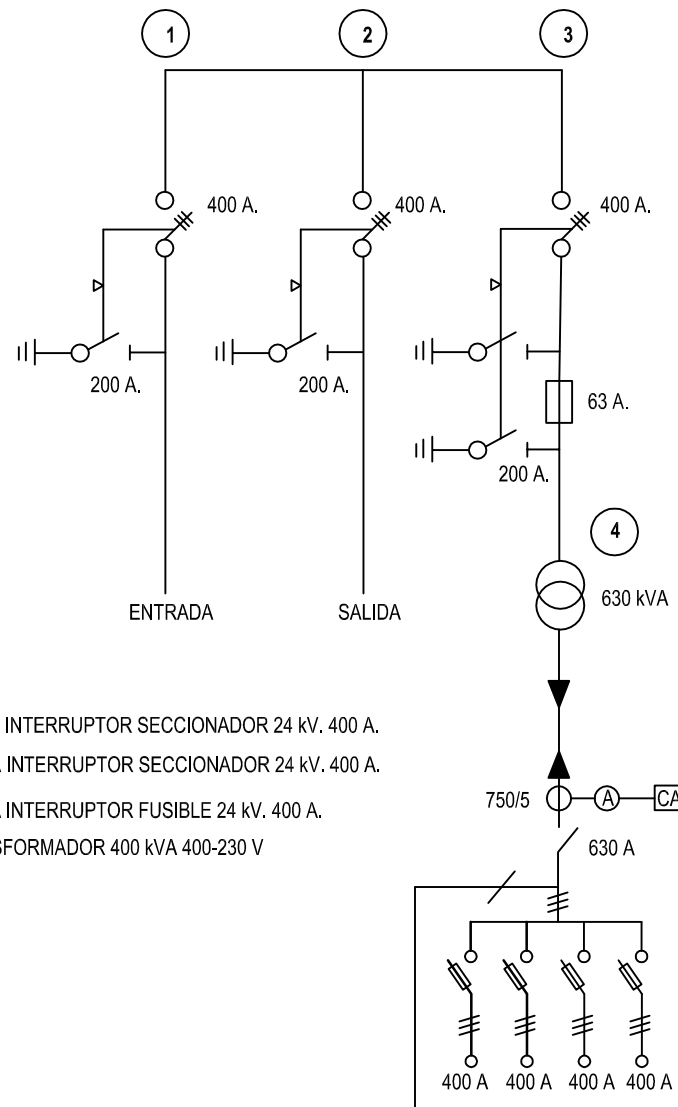
DIMENSIONES MINIMAS DE LA EXCAVACION  
6,38 m. ancho x 3,70 m. fondo x 3,04 m. profund.

IMPORTANTE

ES NECESARIO RELLENAR LA EXCAVACION HASTA LA ALTURA DE ENTRADA DE CABLES INMEDIATAMENTE DESPUES DE MONTADO PARA EVITAR POSIBLES DESPLAZAMIENTOS.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A025
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES		
TÍTULO DEL PLANO: CT SUBTERRÁNEO PROYECTADO Nº 1, Nº 2 Y Nº 3		FECHA: SEPTIEMBRE 2013
AUTOR: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 06

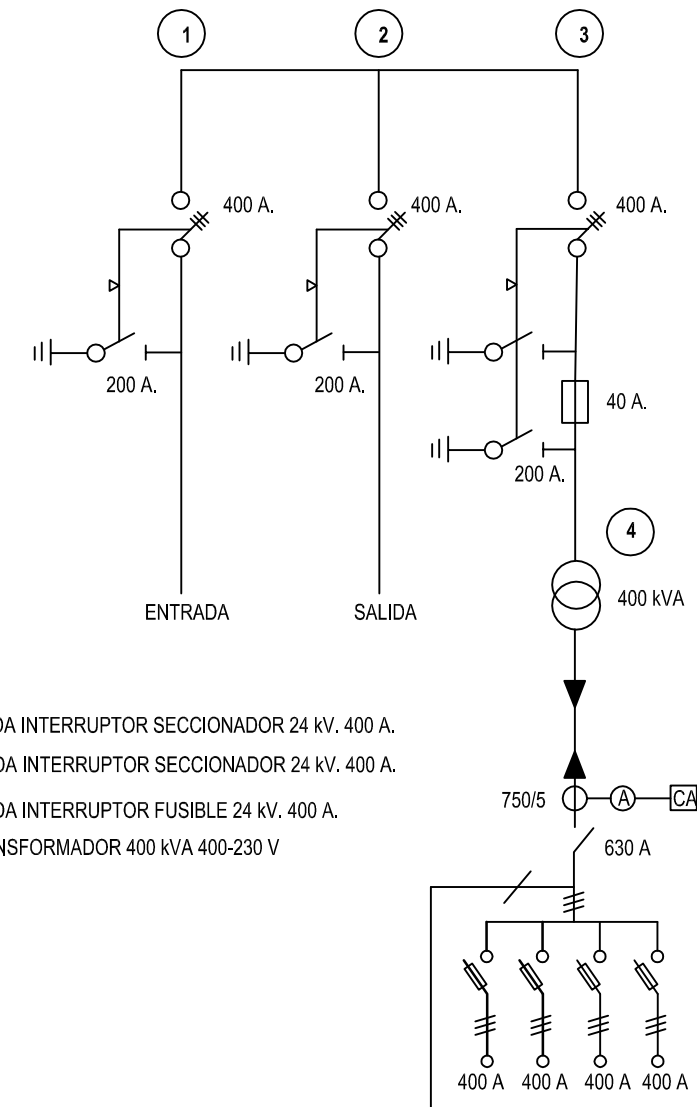
## ESQUEMA UNIFILAR CT Nº 1 Y Nº 2



- 1.- CELDA INTERRUPTOR SECCIONADOR 24 kV. 400 A.
- 2.- CELDA INTERRUPTOR SECCIONADOR 24 kV. 400 A.
- 3.- CELDA INTERRUPTOR FUSIBLE 24 kV. 400 A.
- 4.- TRANSFORMADOR 400 kVA 400-230 V

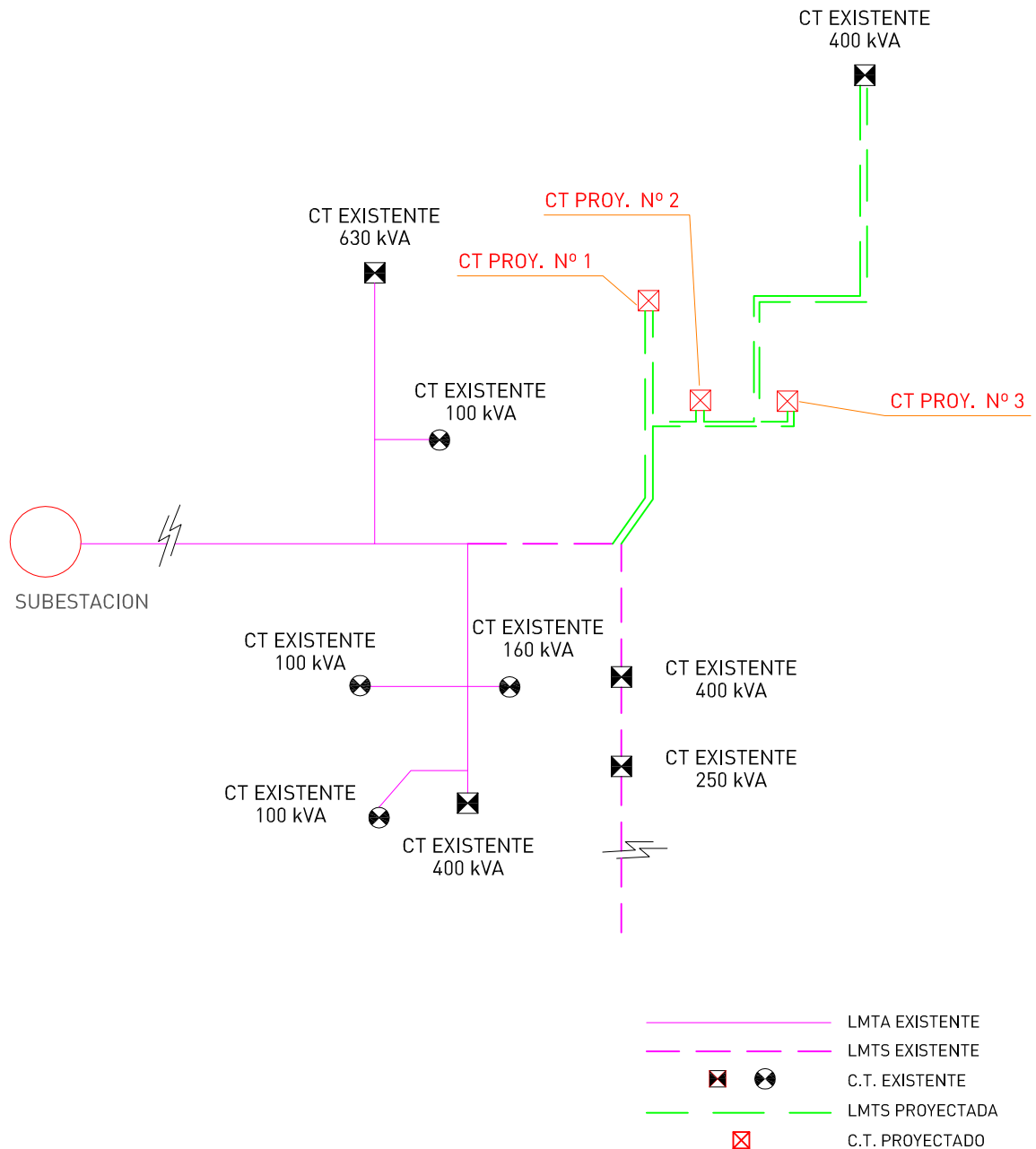
FUSIBLES DE PROTECCION M.T. 15 kV	
CALIBRE FUSIBLE (A)	
400 kVA	630 kVA
40	63

## ESQUEMA UNIFILAR CT Nº 3



- 1.- CELDA INTERRUPTOR SECCIONADOR 24 kV. 400 A.
- 2.- CELDA INTERRUPTOR SECCIONADOR 24 kV. 400 A.
- 3.- CELDA INTERRUPTOR FUSIBLE 24 kV. 400 A.
- 4.- TRANSFORMADOR 400 kVA 400-230 V

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A025
TÍTULO DEL TFG:		
ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPTIEMBRE 2013
ESQUEMA UNIFILAR CT Nº 1, Nº 2 Y Nº 3		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 07
ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ		



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A025

TÍTULO DEL TFG:

ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

TÍTULO DEL PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR MEDIA TENSIÓN

FECHA: SEPTIEMBRE 2013

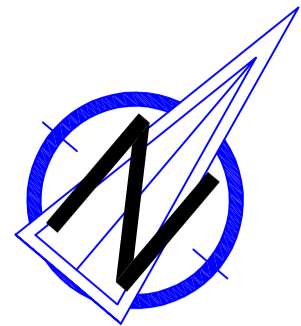
ESCALA: S/E

AUTOR:

ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ

FIRMA:

PLANO Nº: 08

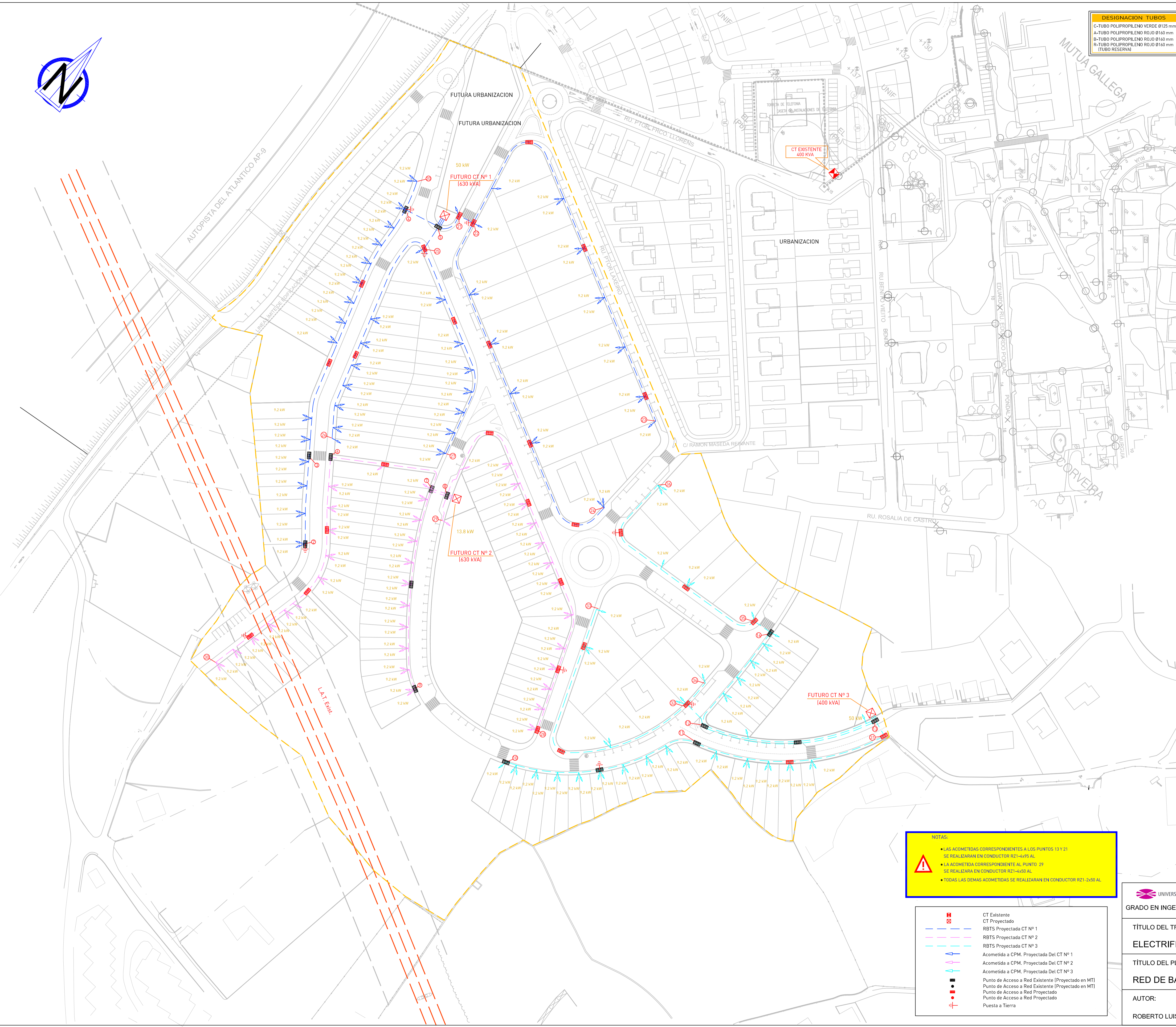


**DESIGNACION TUBOS**  
 C-TUBO POLIPROPILENO VERDE Ø125 mm  
 A-TUBO POLIPROPILENO ROJO Ø160 mm  
 B-TUBO POLIPROPILENO ROJO Ø160 mm  
 R-TUBO POLIPROPILENO ROJO Ø160 mm  
 TUBO RESERVA

RBTS PROJ. DEL CT PROJ. Nº 1												
TRAMO	METROS	DISPOSICION	TUBOS		CONDUCTOR		ZANJA					
			UD.	TIPO	UD.	TIPO	TERRENO	REPOSICION	HORIZONALIDAD TUBOS	MEDIDAS		
CT 1-5	3		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,20 m	
4-5	20		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,20 m	
4-20	17		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
4-3	151		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,00 m	
3-2	50		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,00 m	
5-25	14		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,00 m
25-26	129		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
25-27	124		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
5-21	15		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
21-22	10		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,00 m
22-23	231		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
22-24	207		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m

RBTS PROJ. DEL CT PROJ. Nº 2												
TRAMO	METROS	DISPOSICION	TUBOS		CONDUCTOR		ZANJA					
			UD.	TIPO	UD.	TIPO	TERRENO	REPOSICION	HORIZONALIDAD TUBOS	MEDIDAS		
CT 2-8	3		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,20 m	
7-8	10		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,40 m	
6-7	72		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,00 m	
6-30	143		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
8-28	228		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
8-29	15		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
7-9	112		1	B	1	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,00 m	

RBTS PROJ. DEL CT PROJ. Nº 3												
TRAMO	METROS	DISPOSICION	TUBOS		CONDUCTOR		ZANJA					
			UD.	TIPO	UD.	TIPO	TERRENO	REPOSICION	HORIZONALIDAD TUBOS	MEDIDAS		
CT3-13	3		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,20 m	
13-31	12		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,00 m
31-11	109		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
10-11	108		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,00 m	
12-13	100		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,20 m	
12-32	12		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,00 m
32-33	163		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
32-34	16		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m
12-14	63		2	A	2	RH21 12/20 KV Ø11x2400AL				ZANJA Y TUBOS EXISTENTES EN MT	0,40x1,20 m	
14-35	12		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA CALZADA	SIN REPOSICION	SI	0,40x1,00 m
35-36	129		1	B	1	RZ1 0,6/1 KV Ø11x2400AL			FUTURA ACERA	SIN REPOSICION	NO	0,40x0,80 m



**NOTAS:**

- LAS ACOMETIDAS CORRESPONDIENTES A LOS PUNTOS 13 Y 21 SE REALIZARAN EN CONDUCTOR RZ1-4x95 AL
- LA ACOMETIDA CORRESPONDIENTE AL PUNTO 29 SE REALIZARA EN CONDUCTOR RZ1-4x50 AL
- TODAS LAS DEMAS ACOMETIDAS SE REALIZARAN EN CONDUCTOR RZ1-2x50 AL

- CT Existente
- CT Proyectoado
- RBTS Proyectoada CT Nº 1
- RBTS Proyectoada CT Nº 2
- RBTS Proyectoada CT Nº 3
- Acometida a CPM, Proyectoada Del CT Nº 1
- Acometida a CPM, Proyectoada Del CT Nº 2
- Acometida a CPM, Proyectoada Del CT Nº 3
- Punto de Acceso a Red Existente (Proyectoado en MT)
- Punto de Acceso a Red Proyectoado (Proyectoado en MT)
- Punto de Acceso a Red Proyectoado
- Puesta a Tierra

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TÍTULO DEL TFG: ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES

TÍTULO DEL PLANO: RED DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA

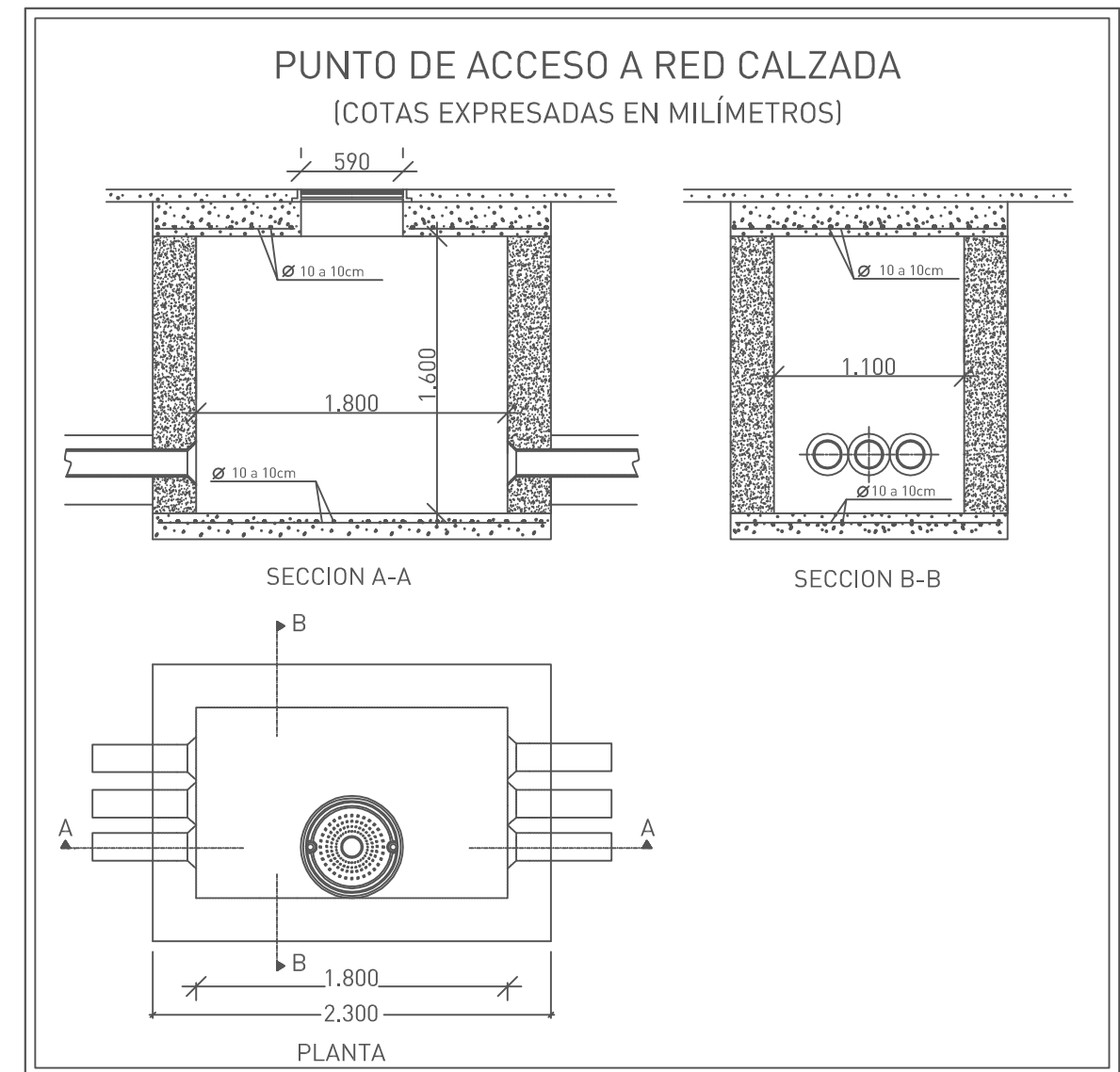
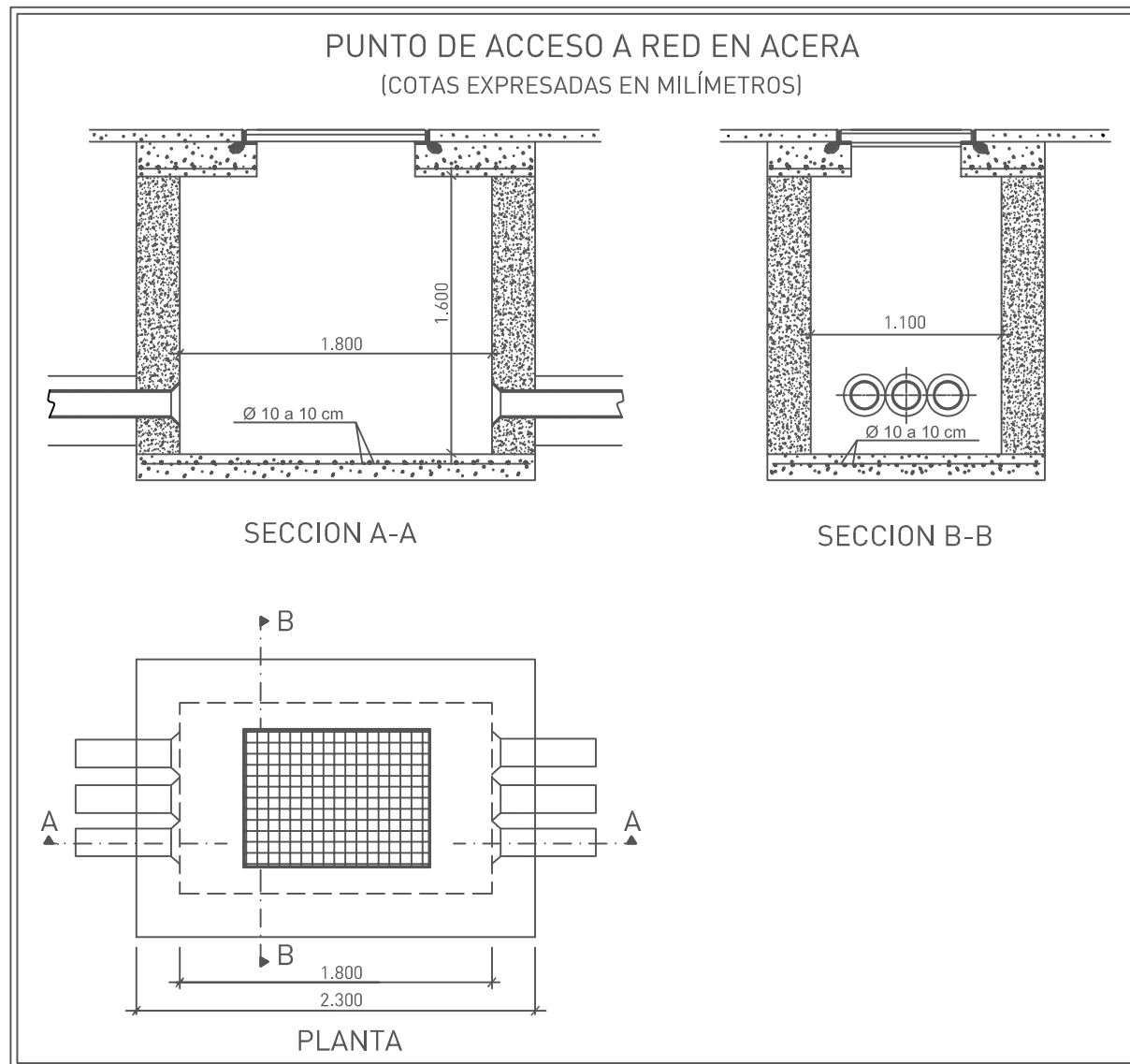
AUTOR: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ

FECHA: SEPTIEMBRE 2013

ESCALA: 1:1.000

PLANO Nº: 09

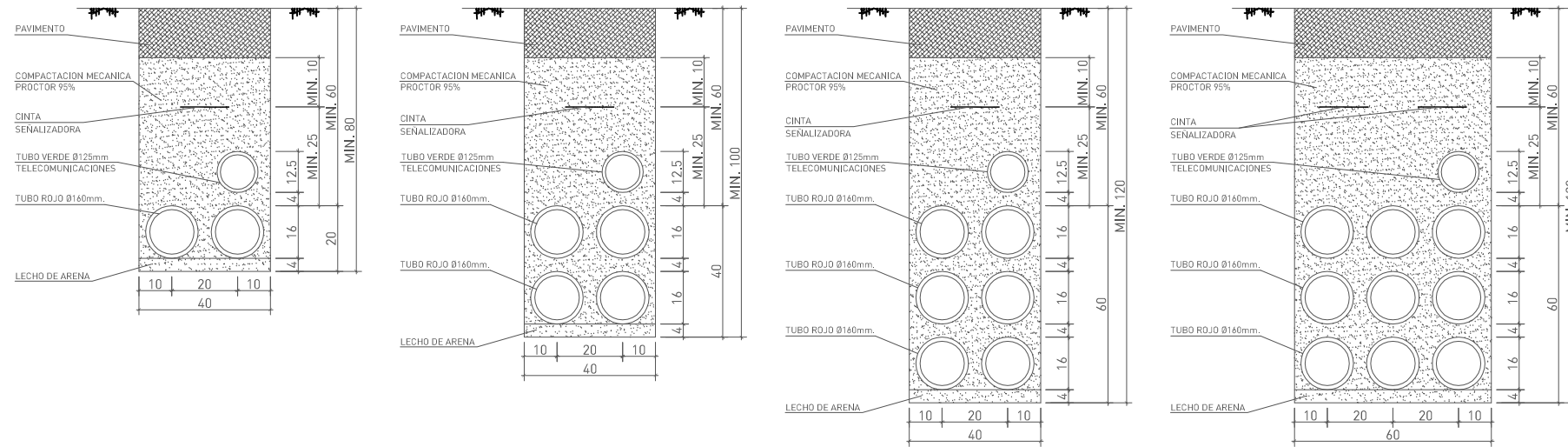
FTG Nº: 770G02A025



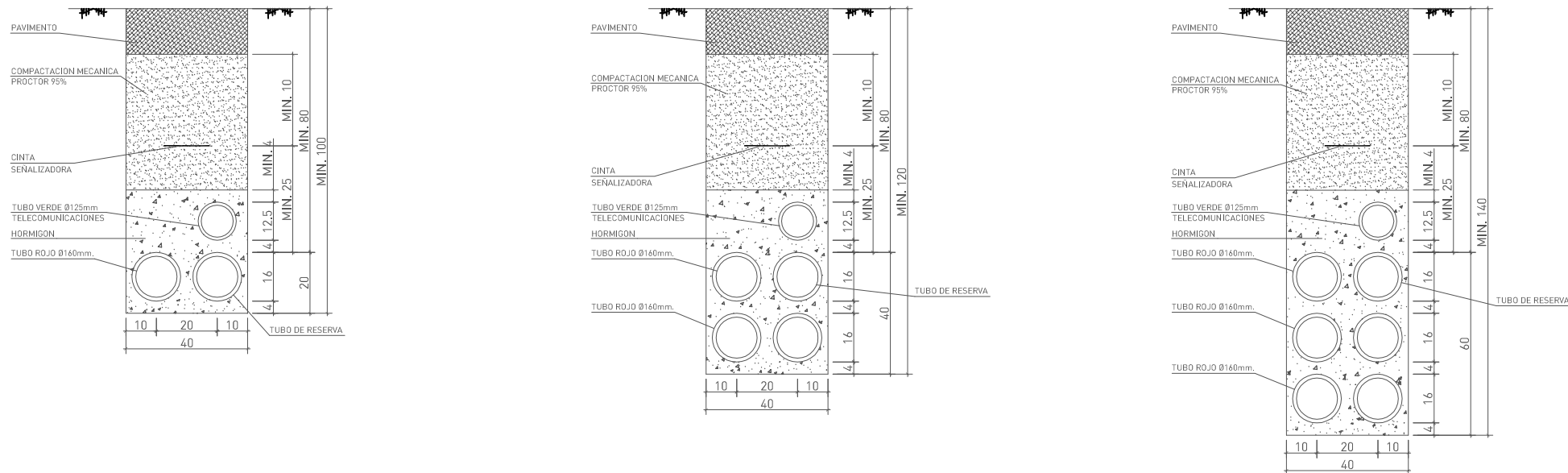
<b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA	TFG Nº: 770G02A025	
TÍTULO DEL TFG: <b>ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES</b>		
TÍTULO DEL PLANO: <b>PUNTOS DE ACCESO A RED</b>	FECHA: SEPTIEMBRE 2013	
AUTOR: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ	FIRMA:	ESCALA: S/E <b>PLANO Nº: 10</b>



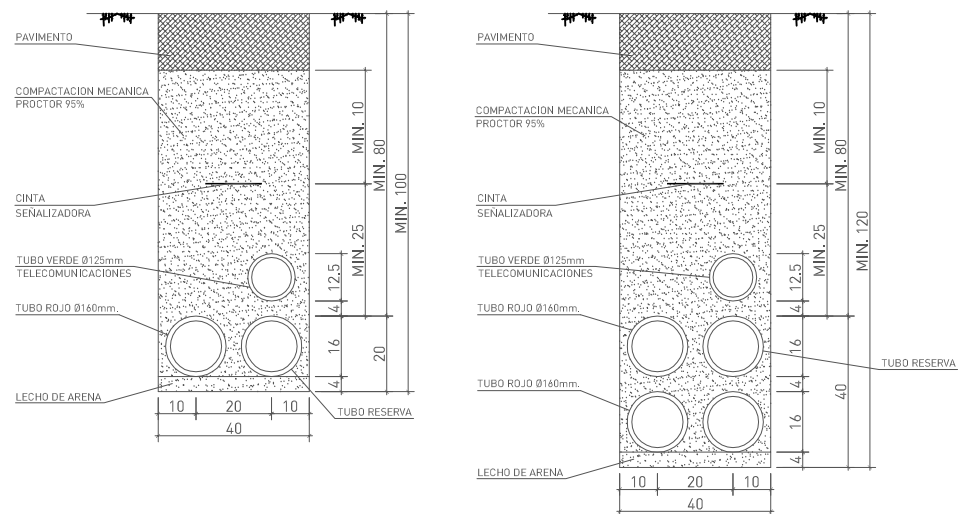
## ZANJAS TIPO ACERA



## ZANJAS TIPO CRUCE CALZADA



## ZANJAS TIPO CALZADA



 <b>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</b> ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A025
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: <b>ELECTRIFICACIÓN URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES</b>		
TÍTULO DEL PLANO: <b>ZANJAS TIPO PROYECTADAS</b>		FECHA: SEPTIEMBRE 2013
AUTOR: <b>ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ</b>	FIRMA: 	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 11

TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto Luis Díaz Rodríguez', is written over a horizontal line.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**

## ÍNDICE

<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2 LINEA DE MEDIA TENSION SUBTERRANEA.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Aseguramiento de la calidad.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Ejecución del trabajo .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1 Trazado .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2 Apertura de zanjas .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.3 Canalización .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.4 Puntos de acceso.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.5 Paralelismos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.6 Cruzamientos con vías de comunicación.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.7 Cruzamientos con otros servicios.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.8 Acometidas.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.9 Transporte de bobinas de cables .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.10 Tendido de cables.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.11 Protección mecánica .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.12 Señalización .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.13 Cierre de zanjas.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.14 Reposición de pavimentos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.15 Puesta a tierra .....</b>	<b>26</b>

<b>2.3</b>	<b> Materiales .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1</b>	<b> Cables .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4</b>	<b> Recepción de obra .....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b> CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b> Obra Civil .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.1</b>	<b> Emplazamiento .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.2</b>	<b> Excavación .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.3</b>	<b> Acondicionamiento .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.4</b>	<b> Edificio Prefabricado de hormigón .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1.5</b>	<b> Evacuación y extinción del aceite aislante .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.6</b>	<b> Ventilación .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b> Instalación eléctrica .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.1</b>	<b> Aparamenta eléctrica .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2</b>	<b> Características Eléctricas .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.3</b>	<b> Acometidas subterráneas .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.4</b>	<b> Alumbrado .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.5</b>	<b> Puesta a tierra .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3</b>	<b> Admisión de materiales .....</b>	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b> Recepción de la obra .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.1</b>	<b> Aislamiento .....</b>	<b>37</b>

<b>3.4.2</b>	<b>Ensayo dieléctrico .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Instalación de puesta a tierra .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Regulación y protecciones.....</b>	<b>38</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Transformadores.....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSION .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1</b>	<b>Ejecución del trabajo .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Trazado .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Apertura de zanjas .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Canalización .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Puntos de acceso.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Paralelismos .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1.6</b>	<b>Cruzamientos con vías de comunicación.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1.7</b>	<b>Cruzamientos con otros servicios.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.8</b>	<b>Acometidas.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.9</b>	<b>Transporte de bobinas de cables .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.10</b>	<b>Tendido de cables.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.11</b>	<b>Protección mecánica .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.12</b>	<b>Señalización .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.13</b>	<b>Cierre de zanjas.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1.14</b>	<b>Reposición de pavimentos.....</b>	<b>55</b>

<b>4.1.15 Puesta a tierra .....</b>	<b>56</b>
<b>4.2 Materiales .....</b>	<b>56</b>
<b>4.2.1 Cables .....</b>	<b>56</b>
<b>4.3 Recepción de obra .....</b>	<b>57</b>

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

El presente pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de las siguientes instalaciones especificadas en este TFG:

- Línea de Media Tensión (MT) Subterránea.
- Centros de Transformación (CT) Prefabricado.
- Red Subterránea de Baja Tensión (BT)

Este pliego de condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje de dichas instalaciones.

## **2 LINEA DE MEDIA TENSION SUBTERRANEA**

### **2.1 Aseguramiento de la calidad**

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto. Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de la ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del TFG.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos



## **2.2 Ejecución del trabajo**

### **2.2.1 Trazado**

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

Los trazados por zonas rurales que no discurren por vías públicas o paralelos a ellas se señalarán mediante la instalación de hitos prefabricados de hormigón, que se colocarán cada 50 metros en los tramos rectos y en todos los cruces y cambios de dirección.

En la etapa de proyecto se contactará con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, el contratista abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

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

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

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva, este será de 15 D, siendo D el diámetro exterior del cable.

### 2.2.2 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

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

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

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

Las dimensiones y número de tubos de las zanjas con cables entubados serán las que se muestran en la siguiente tabla:

Canalización	Ancho (cm)	Profundidad (cm)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
AL BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
	60	---	---	---	8+1R*

\* Donde R significa tubo de reserva

Tabla 1.2.1.1 – Dimensiones y n° de tubos de zanjas.

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

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

En el caso de que ninguna de las ternas vaya entubada, la separación entre dos líneas de cables será como mínimo de 25 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

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

### **2.2.3 Canalización**

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

- a) Se colocará en posición horizontal y recta; estarán hormigonados en toda su longitud.
- b) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- c) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con espuma de polietileno expandido.
- d) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. Deberán proyectarse con todo detalle.

e) Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.

f) Se debe evitar posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

Los cables aislados subterráneos de MT se canalizarán entubados en zanjas.

Deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

- Canalización a borde de calzada, cruce de vías (calzadas) públicas y privadas, paso de carruajes y bajo acera.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.
- En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubular de como mínimo de 2 m.

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J. Dichos tubos irán siempre acompañados de un tubo de polietileno de alta densidad de color verde de 125 mm de diámetro para la posible instalación de cables de telecomunicaciones según la Norma UNE-EN 50086-2-4.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que el tubo verde de comunicaciones irá situado por encima a 4 cm aproximadamente.

En todo momento la profundidad mínima a la parte superior de la terna más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. A continuación se colocará el tubo verde de comunicaciones a 4 cm de la parte superior del tubo asegurando que este quede cubierto con una capa de como mínimo 4 cm de hormigón.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas mezclas o aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%.

Al construir la canalización con tubos (tanto para los cables como para comunicaciones), se dejarán unas guías en el interior que faciliten posteriormente el tendido de los cables.

#### **2.2.4 Puntos de acceso**

Se emplearán los puntos de acceso en zonas donde frecuentemente se producen coincidencias de varias líneas en la misma canalización y existen otros servicios próximos.

Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón de acuerdo con los planos del documento Planos.

Se colocarán puntos de acceso en todos los empalmes de la red, para facilitar así su reparación en caso de avería.

En los puntos de acceso los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con espuma de polietileno expandido de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en el punto de acceso será la que permita el máximo radio de curvatura.

Los puntos de acceso serán sin fondo para que la base sea totalmente permeable y tendrán un pre-roto que llegue hasta la base de los puntos de acceso para poder ser adaptado a canalizaciones existentes. Se rellenarán con arena hasta cubrir como mínimo el cable. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

Los puntos de acceso serán registrables. Deberán tener tapas metálicas de fundición provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. Permitiendo acceso a personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo, como lo permita el diámetro del cable, a fin de evitar el máximo rozamiento contra él.

Los puntos de acceso, una vez abiertos, tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en los accesos recién abiertos, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abiertos, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

### **2.2.5 Paralelismos**

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### Otros cables de energía eléctrica

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

#### Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

#### Canalizaciones de agua

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

#### Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 2.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

Canalización y Acometida	Presión de la instalación de Gas	Distancia mínima (d) cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Tabla 1.2.5.1 – Distancias mínimas en paralelismos

### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado.

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables se instalarán separados de las conducciones de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las conducciones de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.



Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

## **2.2.6 Cruzamientos con vías de comunicación**

### Calzadas (Calles y carreteras)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos serán normalizados según el apartado 1.2.3. y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

### Ferrocarriles

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y la parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados según apartado 1.2.3. y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

## **2.2.7 Cruzamientos con otros servicios**

### Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de MT discurren por debajo de los de BT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

### Con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de MT y los de telecomunicación será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable MT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

### Canalizaciones de agua

En los cruzamientos de cables con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

### Canalizaciones de gas

En los cruces de cables con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 3. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

Canalización y Acometida	Presión de la instalación de Gas	Distancia mínima (d) cables bajo tubo
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,25 m
	En media y baja presión <= 4 bar	0,10 m

(\*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Tabla 1.2.7.1 – Distancias mínimas en cruzamientos

### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3.

### Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según el apartado 1.2.3. los cuales distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

### **2.2.8 Acometidas**

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 1.2.3. La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

### **2.2.9 Transporte de bobinas de cables**

Las bobinas serán de madera y deberán ajustarse a la Norma UNE 21167-1. En todas las bobinas, el cable deberá ir debidamente protegido. Se prohíbe el uso para ello de duelas de madera. El sistema a utilizar para asegurar la adecuada protección del cable debe ser previamente autorizado por la compañía de distribución eléctrica.

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.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de la bobina, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cables, 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. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

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

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

### **2.2.10 Tendido de cables**

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

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

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. El radio de curvatura una vez instalado será de 15D, siendo D el diámetro exterior del cable.

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 cabestrantes 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 pasar del indicado por el fabricante

del mismo. 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.

Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas, electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cable. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cable, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable producen en él

deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando no haya obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de canalización entubada el lecho de arena será de 4 cm.

En el caso de cables entubados, el tubo verde de 125 mm para comunicaciones, deberá colocarse de manera que quede lo más desplazado a uno de los lados de la zanja, para facilitar las tareas de mantenimiento y el acceso a los cables en los puntos de acceso.

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 que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.



Nunca se pasarán dos circuitos trifásicos por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable los tubos se obturarán en los extremos con espuma de poliuretano expandida e igualmente se aplicará la obturación a los tubos de reserva.

En el caso de utilizar otra tecnología de tendido, esta deberá ser expresamente aprobada.

### **2.2.11 Protección mecánica**

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará un tritubo de polietileno de alta densidad verde de 40 mm de diámetro a lo largo de la longitud de la canalización, cuando ésta no esté entubada.

### **2.2.12 Señalización**

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización para el caso de cables directamente enterrados y una o dos (para el caso de 9 tubos) para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados y 10 cm al suelo en el caso de los cables directamente enterrados. En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de  $150 \pm 5$  mm y su espesor será de  $0,1 \pm 0,01$  mm.

### **2.2.13 Cierre de zanjas**

Una vez colocadas al cable las protecciones y señalizaciones indicadas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos autorizados de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

### **2.2.14 Reposición de pavimentos**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

### **2.2.15 Puesta a tierra**

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea. En el caso de líneas de longitud superior a 10 Km, será necesario conectar a tierra las pantallas en un empalme intermedio.

Se mantendrá una distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables.

## **2.3 Materiales**

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

### **2.3.1 Cables**

Los cables instalados serán los que figuran en el TFG y deberán estar de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Los conductores deberán estar de acuerdo con la Norma UNE – EN 60228.

Los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente:

- Nombre del Fabricante y Fábrica.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras).
- UF, para indicar que cumple esta especificación.
- Metraje

La marca podrá realizarse por grabado o relieve sobre la cubierta. La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

## **2.4 Recepción de obra**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra y se podrán solicitar todos los ensayos a las instalaciones que se consideren oportunos.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### **3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS**

#### **3.1 Obra Civil**

La ejecución de los trabajos corresponderá a las empresas instaladoras autorizadas.

##### **3.1.1 Emplazamiento**

El lugar elegido para la construcción del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanqueidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

##### **3.1.2 Excavación**

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

##### **3.1.3 Acondicionamiento**

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm. de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

#### Terrenos no compactados

Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.

#### Terrenos en ladera

Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal.

Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

#### Terrenos con nivel freático alto

En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

### **3.1.4 Edificio Prefabricado de hormigón**

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a lo especificado en la Norma UNE-EN 61330, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,60 m del suelo como mínimo.

- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanqueidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanqueidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al CT desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.

### **3.1.5 Evacuación y extinción del aceite aislante**

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de

varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

Cuando se empleen aparatos en baño de líquidos incombustibles (temperatura de combustión superior a 300 °C según MIE-RAT), podrán disponerse en celdas que no cumplan la anterior prescripción, sin más que disponer de un sistema de recogida de posibles derrames que impida su salida al exterior.

### **3.1.6 Ventilación**

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

Cuando las ubicaciones sean subterráneas, se dispondrán las aberturas de entrada y salida diametralmente opuestas, y para facilitar la convección y crear un tiro natural se dispondrá un deflector de aire en el lado de la entrada.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua IP23D según Norma UNE-EN 61330.



## **3.2 Instalación eléctrica**

### **3.2.1 Aparatación eléctrica**

#### Conductores de interconexión

Para la conexión entre celdas de Alta Tensión (AT) y transformadores se emplearán conductores constituidos por cables de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE según la Norma UNE 21022.

La unión entre las bornas del transformador y el cuadro de protección de baja tensión se efectuará por medio de conductores aislados unipolares de aluminio XZ1 0,6/1 kV según la Norma UNE 211603.

La sección de los cables será de 240 mm<sup>2</sup>, y el número de cables, tanto para las fases como para el neutro, lo determinará la potencia del transformador.

#### Maniobra en Alta Tensión

El CT dispone de interruptor de maniobra para abrir en carga la intensidad nominal del transformador. El interruptor-seccionador tendrá tres posiciones: conectado, seccionamiento y puesta a tierra de la línea de acometida.

El emplazamiento de estos elementos se realizará en el interior de una celda compacta prefabricada bajo envolvente metálica, con corte y aislamiento en atmósfera de SF<sub>6</sub>, u otro sistema que no dependa de las condiciones atmosféricas, según las Normas UNE-EN 60265, UNE-EN 62271, UNE-EN 60694.

#### Transformador

El transformador será trifásico de clase B2 ó B1.B2. Sus características estarán de acuerdo a la Norma UNE 21428-1

#### Cuadros de baja tensión

Para la distribución en baja tensión se emplearán cuadros modulares de acuerdo a la Norma UNE-EN 60439. Constará de 3 salidas, una de las cuales es de reserva.

### 3.2.2 Características Eléctricas

Características asignadas en media tensión		
Tensión asignada (kV)		24
Frecuencia asignada (Hz)		50
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta) (kV)	A tierra, entre polos y entre bornes del seccionador en carga abierto	125
	A la distancia de seccionamiento	145
Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz) (kV)	A tierra, entre polos y entre bornes del seccionador en carga abierto	50
	A la distancia de seccionamiento	60
Intensidad asignada en servicio continuo (A)	Seccionador en carga de línea	400
	Seccionador en carga de trafo	200
Intensidad admisible corta duración (valor eficaz) (A)		16 kA/1s
Valor de cresta de la intensidad admisible (kA)		25
Poder de cierre sobre cortocircuito (valor cresta) (kA)		40
Poder de corte sobre transformadores en vacío (valor eficaz) (A)		10
Poder de corte sobre cables en vacío (valor eficaz) (A)		25

Tabla 2.2.2.1 – Características asignadas aparamenta eléctrica en media tensión

Características transformador		
Potencia asignada (KVA)		400
		630
Tensiones más elevada para el material de los arrollamientos (kV)	Arrollamiento primario (kV)	24
	Arrollamiento secundario (tensión en vacío) (kV)	1,1
Tensiones nominales asignadas (kV)	Arrollamiento primario (kV)	15
	Arrollamiento secundario (tensión en vacío) (V)	420
Grupo de Conexión		Dyn11
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta) (Kv)	Arrollamiento primario (kV)	95
	Arrollamiento secundario (kV)	30
Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz) (Kv)	Arrollamiento primario (kV)	38
	Arrollamiento secundario (kV)	10
Escalones regulación, toma principal (%)		0,±2,5%,5%
Impedancia de cortocircuito a temperatura ref. 75°C		4%
Pérdidas en vacío máximas (W)	Pn = 400 kVA	520
Pérdidas en vacío máximas (W)	Pn = 630 kVA	730
Pérdidas en carga a 75 °C máximas (W)	Pn = 400 kVA	3850
Pérdidas en carga a 75 °C máximas (W)	Pn = 630 kVA	5400
Nivel máximo de potencia acústica (dB(A))	Pn = 400 kVA	53
Nivel máximo de potencia acústica (dB(A))	Pn = 630 kVA	55

Tabla 2.2.2.2 – Características asignadas al transformador

<b>Características asignadas en baja tensión</b>		
Tensión asignada (V)		440
Frecuencia asignada (Hz)		50
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta) (kV)		20
Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz) (kV)	Entre partes activas y masa	10
	Entre partes activas de polaridad diferente	2,5
Intensidad de cortocircuito (valor eficaz) (A)		12 kA/1s
Valor de cresta de la intensidad admisible (kA)		30

Tabla 2.2.2.2 – Características asignadas al transformador

### 3.2.3 Acometidas subterráneas

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de XLPE superficie interna lisa y externa corrugada y diámetro exterior de  $\phi 160$  mm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se taponará el orificio de paso mediante una espuma de polietileno expandido u otro medio similar que evite la entrada de roedores y no dañe la cubierta del cable.

En el exterior del centro los cables estarán entubados. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación. Por otra parte se tendrá en cuenta, para evitar los riesgos de corrosión de la envuelta de los cables, la posible presencia de sustancias que pudieran perjudicarles.

Los conductores de AT estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE y cumplirán con lo especificado en la Norma UNE 21022.

Los conductores de baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE y cumplirán con lo especificado en la Norma UNE 21123.

### **3.2.4 Alumbrado**

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la MT y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la Norma UNE 20383.

### **3.2.5 Puesta a tierra**

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Los conductores de cobre desnudo se ajustarán a las Normas UNE 21011 y UNE 21012.

#### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra, ni las puertas de acceso ni las ventanas metálicas de ventilación del centro.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento

- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuarán de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4  $\Omega$ .

### **3.3 Admisión de materiales**

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que se exigen en el presente pliego. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no le ofrezcan las suficientes garantías.

Para aquellos materiales descritos en el presente TFG, bastará para su admisión verificar los Ensayos de Recepción indicados en las mismas. A saber:

- Edificios prefabricados de hormigón
- Aparamenta eléctrica
- Conductores y terminales
- Tubos de canalización
- Cintas de señalización en zanjas

Para el resto de materiales, no se permitirá su empleo sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomará como referencia las distintas Normas UNE que les sean de aplicación. A saber:

- Conductores de cobre desnudos
- Conductores de cobre aislados
- Conectores para la ejecución del electrodo de puesta a tierra
- Pequeño material auxiliar (bridas, abrazaderas, herrajes, etc.)

### **3.4 Recepción de la obra**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra.

En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

#### **3.4.1 Aislamiento**

Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

#### **3.4.2 Ensayo dieléctrico**

Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Además todo el equipo eléctrico M.T., deberá soportar durante un minuto, sin perforación ni contorneamiento, la tensión a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislamiento del centro.

Los ensayos se realizarán aplicando la tensión entre cada fase y masa, quedando las fases no ensayadas conectadas a masa.

### **3.4.3 Instalación de puesta a tierra**

Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.

### **3.4.4 Regulación y protecciones**

Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

### **3.4.5 Transformadores**

Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

## **4 RED SUBTERRANEA DE BAJA TENSION**

### **4.1 Ejecución del trabajo**

La ejecución de los trabajos corresponderá a las empresas instaladoras autorizadas.

#### **4.1.1 Trazado**

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

En la etapa de proyecto se contactará con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, el contratista abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

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

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



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

#### 4.1.2 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

A juicio del técnico responsable de seguridad de la obra, se procederá al entibado de la zanja con el fin de asegurar su estabilidad.

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

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

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

Las dimensiones de las zanjas serán las que se muestran en las siguientes tablas:

Canalización	Ancho (cm)	Profundidad (cm)			
		80	100	120	140
BAJO ACERA	20	1	2	---	---
	40	2	4	6	---
	60	---	---	9	---
AL BORDE DE LA CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
CRUCE DE CALZADA	40	---	1+1R*	3+1R*	5+1R*
	60	---	---	---	8+1R*

\* Donde R significa tubo de reserva

Tabla 3.1.2.1 – Dimensiones y n° de tubos de zanjas.

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

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

En el caso de que ninguna de los circuitos vaya entubado, la separación entre dos líneas de cables será como mínimo de 10 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

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

#### **4.1.3 Canalización**

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

- a) Se colocará en posición horizontal y recta; estarán hormigonados en toda su longitud.
- b) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- c) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con espuma de polietileno expandido.
- e) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

f) Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.

g) Se debe evitar posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

Los cables aislados subterráneos de Baja Tensión se canalizarán entubados en zanjas.

Deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

- Canalización a borde de calzada, cruce de vías (calzadas) públicas y privadas, paso de carruajes y bajo acera.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.
- En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubular de como mínimo 2 m.

Los tubos normalizados, según la Norma UNE-EN 50086, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 40 J.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

En todo momento la profundidad mínima a la parte superior del circuito más próxima a la superficie del suelo no será menor de 60 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 80 cm bajo calzada.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. Se asegurará que los tubos quedan cubiertos con una capa de hormigón de cómo mínimo 4 cm.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas mezclas o aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%.

Al construir la canalización con tubos se dejarán unas guías en el interior que faciliten posteriormente el tendido de los cables.

#### **4.1.4 Puntos de acceso**

Se establece el empleo de puntos de acceso en la red de Baja Tensión en la conexión de acometidas, derivaciones, empalmes y en aquellos otros puntos que sean necesarios para hacer posible el tendido y sustitución de los cables entre dos puntos de acceso consecutivos.

Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón de acuerdo con los planos del documento Planos.

En los puntos de acceso los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con espuma de polietileno expandido de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en el punto de acceso será la que permita el máximo radio de curvatura.

Los puntos de acceso serán sin fondo para que la base sea totalmente permeable y tendrán un pre-roto que llegue hasta la base de los puntos de acceso para poder ser adaptado a canalizaciones existentes. Se rellenarán con arena hasta cubrir

como mínimo el cable. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

Los puntos de acceso serán registrables. Deberán tener tapas metálicas de fundición provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. Permitiendo el acceso a personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo, como lo permita el diámetro del cable, a fin de evitar el máximo rozamiento contra él.

Los puntos de acceso, una vez abiertos, tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en los accesos recién abiertos, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abiertos, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

#### **4.1.5 Paralelismos**

Los cables subterráneos de BT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

##### Otros cables de energía eléctrica

Los cables de BT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 10 cm. Con los cables de BT y 25 cm. con los cables de AT

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

##### Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre cables BT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

### Canalizaciones de agua

Los cables de BT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

### Canalizaciones de gas

Deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 2.

<b>Presión de la instalación de Gas</b>	<b>Distancia mínima (d) cables directamente enterrados</b>
En alta presión > 4 bar	0,40 m
En media y baja presión <= 4 bar	0,20 m

Tabla 3.1.5.1 – Distancias mínimas en paralelismos

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado.

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

Los cables de BT se instalarán separados de las conducciones de alcantarillado bajo tubo a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las conducciones de alcantarillado bajo tubo será de 1 metro.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la conducción de alcantarillado bajo tubo quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de conducción de alcantarillado bajo tubo se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

### **4.1.6 Cruzamientos con vías de comunicación**

#### Calzadas (Calles y carreteras)

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 80 cm. Los tubos serán normalizados según el apartado 3.1.3. y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular a la calzada.

### Ferrocarriles

En los cruzamientos con ferrocarriles, los cables deberán ir entubados y la parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,3 m respecto de la cara inferior de la traviesa, rebasando las vías férreas en 1,5 m por cada extremo. Los tubos serán normalizados según apartado 3.1.3. y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de la zona del ferrocarril y perpendiculares a la vía siempre que sea posible.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, calzadas con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse máquinas perforadoras “topo” de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. La adopción de este sistema precisa, para la ubicación de la maquinaria, zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar.

#### **4.1.7 Cruzamientos con otros servicios**

##### Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de BT discurren por encima de los de AT.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. con los cables de AT y de 10 cm. con los cables de BT. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.



### Con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de BT y los de telecomunicación será de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable BT como del cable de telecomunicación será superior a 1m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

### Canalizaciones de agua

En los cruzamientos de cables de BT con conducciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

### Canalizaciones de gas

En los cruzamientos de cables BT con conducciones de gas se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de gas o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

### Conducciones de alcantarillado

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

#### a) Conducción de alcantarillado en galería

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la

fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

#### b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

#### Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según el apartado 3.1.3., los cuales distarán como mínimo 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 1,5 m por cada extremo.

#### **4.1.8 Acometidas**

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según el apartado 3.1.3.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

#### **4.1.9 Transporte de bobinas de cables**

Las bobinas serán de madera y deberán ajustarse a la Norma UNE 21167-1. En todas las bobinas, el cable deberá ir debidamente protegido. Se prohíbe el uso para

ello de duelas de madera. El sistema a utilizar para asegurar la adecuada protección del cable debe ser previamente autorizado por la compañía de distribución eléctrica.

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.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de la bobina, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cables, 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. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

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

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

#### **4.1.10 Tendido de cables**

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

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

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 un radio de curvatura mínimo durante la instalación de  $15D$  y después de colocado el cable de como mínimo  $4D$  para  $D < 25\text{mm}$  y  $5D$  para  $25 < D < 50\text{ mm}$ , donde  $D$  es el diámetro exterior del cable.

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 cabestrantes 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 pasar del indicado por el fabricante del mismo. 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.

Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada  $5\text{ m}$  y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas, electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cable. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cable, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable producen en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando no haya obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de canalización entubada el lecho de arena será de 4 cm.

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 que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Nunca se pasarán dos circuitos de cables unipolares por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable los tubos se obturarán en los extremos con espuma de poliuretano expandida e igualmente se aplicará la obturación a los tubos de reserva.

En el caso de utilizar otra tecnología de tendido, esta deberá ser expresamente aprobada.

#### **4.1.11 Protección mecánica**

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de protección de polietileno (PE) o polipropileno (PP) a lo largo de la longitud de la canalización, cuando ésta no esté entubada.

#### **4.1.12 Señalización**

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización para el caso de cables directamente enterrados y una o dos (para el caso de 9 tubos) para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados y 10 cm al suelo en el caso de los cables

directamente enterrados. En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de  $150 \pm 5$  mm y su espesor será de  $0,1 \pm 0.01$  mm.

#### **4.1.13 Cierre de zanjas**

Una vez colocadas al cable las protecciones y señalizaciones indicadas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos autorizados de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

#### **4.1.14 Reposición de pavimentos**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.



Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

#### **4.1.15 Puesta a tierra**

El conductor neutro se conectará a tierra en el CT, así como en otros puntos de la red, de un modo eficaz, de acuerdo con el presente TFG y siguiendo las instrucciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

## **4.2 Materiales**

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

### **4.2.1 Cables**

Los cables instalados serán los que figuran en el TFG y deberán estar de acuerdo con la Norma UNE-HD 603-5X.

Los conductores deberán estar de acuerdo con la Norma UNE – EN 60228.

Los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente:

- Nombre del Fabricante y Fábrica.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (por medio de las dos últimas cifras).
- UF, para indicar que cumple esta especificación.

- Metraje

La marca podrá realizarse por grabado o relieve sobre la cubierta. La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

### **4.3 Recepción de obra**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra y se podrán solicitar todos los ensayos a las instalaciones que se consideren oportunos.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **ESTADO DE MEDICIONES**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto L. Díaz Rodríguez', written over a horizontal line.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>PRESUPUESTO UNITARIO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Desmontaje Línea de Media Tensión existente .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Obra Eléctrica.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Obra Civil .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>Línea de Media Tensión Subterránea.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Obra Eléctrica.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Obra Civil .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>Centros de Transformación .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Obra Eléctrica.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Obra Civil .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4</b>	<b>Red de Baja Tensión Subterránea .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Obra Eléctrica.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Obra Civil .....</b>	<b>12</b>

## 1 PRESUPUESTO UNITARIO

### 1.1 Desmontaje Línea de Media Tensión existente

#### 1.1.1 Obra Eléctrica

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>DESMONTAJE M. CONDUCTOR LC 80</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DESMONTAJE M. CABLE O CONDUCTOR EN TRAMOS DE MAYOR LONGITUD POSIBLE</li> <li>• TRANSPORTE A ALMACEN</li> </ul>	0,00	0,20
1	<b>DESMONTAJE M. CABLE RHV- 95</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DESMONTAJE M. CABLE O CONDUCTOR EN TRAMOS DE LA MAYOR LONGITUD POSIBLE</li> <li>• TRANSPORTE A ALMACEN</li> </ul>	0,00	1,55
1	<b>HORA GRUPO ELECTROGENO 400 KVA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MINIMO 8 HORAS POR DIA</li> <li>• RECARGA Y COMBUSTIBLE Y DEMAS GASTOS</li> <li>• INSTALACION Y DESINSTALACION</li> </ul>	0,00	86,70
1	<b>KM.TRANSPORTE GRUPO ELECTROGENO A OBRA</b>	0,00	1,02

#### 1.1.2 Obra Civil

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>DESMONTAJE APOYO HORMIGON HASTA 15 M. INUTILIZABLE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DESMONTAJE POSTE DE HORMIGON HASTA 15 M. INUTILIZABLE</li> <li>• TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> <li>• TROCEADO DE APOYO</li> </ul>	0,00	60,46
1	<b>DESMONTAJE DE CRUCETA METALICA O DE MADERA EN APOYO EXISTENTE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DESMONTAJE DEL MATERIAL SIN DAÑARLO</li> </ul>	0,00	35,10

## 1.2 Línea de Media Tensión Subterránea

### 1.2.1 Obra Eléctrica

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<p><b>M. LINEA TRIFASICA SUBTERRANEA MT CABLE AISLAMIENTO SECO RHZ1-2OL 12/20KV 1*240MM2 AL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3-CABLE RHZ1-2OL 12/20KV 1X240 AL+H16</li> <li>• ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE</li> <li>• FIJADO CABLES CON CINTA ADHESIVA</li> <li>• LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES</li> <li>• SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR</li> </ul>	25,24	7,17
1	<p><b>CONJUNTO TERMINACION ATORNILLABLE EN T 2R 240MM2 12/20KV APANTALLADA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3-TERMINACION ATORN.EN T 2R 240 12/20KV APANT.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• MONTAJE DEL CONJUNTO</li> </ul>	239,48	154,41
1	<p><b>EMPALME CONTRACTIL FRIO RHZ1-OL 12/20 KV 1X95/150/240 AL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3-EMPALME CONTR. FRIO 12/20 KV 1X95/150/240 MM2</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• MONTAJE DEL CONJUNTO</li> </ul>	258,38	185,31

### 1.2.2 Obra Civil

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<p><b>U. SELLADO DE TUBO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SUMINISTRO DE MATERIALES NECESARIOS</li> <li>• MINIMO 4 TUBOS</li> </ul>	0,00	2,04

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<p><b>M2 ROT.Y REPOS.CALZ.HORMIG.ASFAL.EN CAL.CON FIRME HORMIGON DE 15CM</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• ROTURA PAVIMENTO, TRANSPORTE ESCOMBRO A VERTEDERO</li> <li>• SUMINISTRO Y REPOSICION DE PAVIMENTO</li> <li>• SUMINISTRO Y VERTIDO DE HORMIGON RC-200</li> <li>• CON TIPO LIGANTE ADECUADO A CONDICIONES PUESTA EN OBRA</li> <li>• TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> </ul>	0,00	73,54
1	<p><b>M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X1,00M.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN TIPO DE TERRENO Y DIMENSIONES INDICADOS</li> <li>• APERTURA, TAPADO, Y COMPACTADO DE ZANJA</li> <li>• C/MAT. APORTAC. ADECUADO PARA CONSEGUIR PROCTOR MODIFICADO MIN.95%</li> <li>• TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> </ul>	0,00	24,26
1	<p><b>M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X1,20M.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN TIPO DE TERRENO Y DIMENSIONES INDICADOS</li> <li>• APERTURA, TAPADO, Y COMPACTADO DE ZANJA</li> <li>• C/MAT.APORTAC.ADECUADO PARA CONSEGUIR PROCTOR MODIFICADO MIN.95%</li> <li>• TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> </ul>	0,00	30,60
1	<p><b>M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X1,40M.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN TIPO DE TERRENO Y DIMENSIONES INDICADOS</li> <li>• APERTURA, TAPADO, Y COMPACTADO DE ZANJA</li> <li>• C/MAT.APORTAC.ADECUADO PARA CONSEGUIR PROCTOR MODIFICADO MIN.95%</li> <li>• TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> </ul>	0,00	36,61

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<p><b>M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,60X1,20M.)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN TIPO DE TERRENO Y DIMENSIONES INDICADOS</li> <li>• APERTURA, TAPADO, Y COMPACTADO DE ZANJA</li> <li>• C/MAT.APORTAC.ADECUADO PARA CONSEGUIR PROCTOR MODIFICADO MIN.95%</li> <li>• TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> </ul>	0,00	41,61
1	<p><b>ARQUETA PARA CANALIZACION SUBTERRANEA EN CALZADA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-ARILLO TAPA REGISTRO CIRCULAR</li> <li>- 1 - TAPA REGISTRO CIRCULAR</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE ARQUETA</li> </ul>	68,33	426,11
1	<p><b>ARQUETA PARA CANALIZACION SUBTERRANEA EN ACERA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-ARILLO TAPA REGISTRO RECTA</li> <li>- 1-TAPA REGISTRO RECTA</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE ARQUETA</li> </ul>	158,97	268,28
1	<p><b>M. TUBO P. VERDE DE 125 MM. DIAMETRO PARA COMUNICACIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,17-TUBO PLAST.VERDE 125MM D.EXT.6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION DE CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN INTERIOR</li> </ul>	1,62	1,69
1	<p><b>M. CANALIZACION CON 4 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. EN TIERRA O ARENA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES</li> <li>- 1-TUBO PLAST.ROJO 160MM D.EXT 6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE DE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN INTERIOR</li> <li>• SUMINISTRO VERTIDO Y COMPACTADO DE ARENA</li> </ul>	9,58	4,74



UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<p><b>M. CRUCE DE CALZADA CON 4 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. HORMIGONADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES</li> <li>- 0,68-TUBO PLAST.ROJO 160MM D.EXT 6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN INTERIOR</li> <li>• SUMINISTRO Y VERTIDO DE HORMIGON RC-200</li> </ul>	9,58	16,43
1	<p><b>M. CANALIZACION CON 6 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. EN TIERRA O ARENA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES</li> <li>- 1-TUBO PLAST.ROJO 160MM D.EXT 6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN INTERIOR</li> <li>• SUMINISTRO VERTIDO Y COMPACTADO DE ARENA</li> </ul>	14,06	7,23
1	<p><b>M. CRUCE CALZADA CON 6 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. HORMIGONADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES</li> <li>- 1-TUBO PLAST.ROJO 160MM D.EXT 6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN INTERIOR</li> <li>• SUMINISTRO Y VERTIDO DE HORMIGON RC-200</li> </ul>	14,06	19,73
1	<p><b>M. CANALIZACION CON 9 TUBOS P.ROJO DE 160 MM EN TIERRA O ARENA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES</li> <li>- 1,51-TUBO PLAST.ROJO 160MM D.EXT 6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN INTERIOR</li> <li>• SUMINISTRO VERTIDO Y COMPACTADO DE ARENA</li> </ul>	21,20	9,36

### 1.3 Centros de Transformación

#### 1.3.1 Obra Eléctrica

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>CENTRO TRANSFORMACION PREF. SUBTERRANEO 2L1P HASTA 1X1000 KVA</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CT PREF. SUBTERRANEO 2L1P</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE MATERIALES</li> <li>• MONTAJE TRANSFORMADOR.</li> <li>• MONTAJE CONJUNTO Y CONEXIONADO</li> <li>• INST. 3 PUNTOS LUZ E INTERRUPTOR</li> <li>• CIRCUITO DISPARO, MAT. MANIOBRA, SEGURIDAD Y RED TIERRAS</li> <li>• MONTAJE CUADRO B.T. E INTERCONEX. CON TRAF0</li> <li>• MONTAJE EDIFICIO Y CELDAS COMPAC. E INTERCONEXION CELDAS</li> </ul>	29.361,00	0,01
1	<b>TRAF0 630/17,5/15 B2 PARA UNIBLOCK</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-TRAF0 630/17,5/15 TRAF0 630/17,5/15 B2 CASETA</li> <li>• RETIRADA DE TRAF0 EN ALMACEN</li> </ul>	12.107,88	0,01
1	<b>TRAF0 400/17,5/15 B2 PARA UNIBLOCK Y CT FRAGMENTADO</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-TRAF0 400/17,5/15 B2 CASETA</li> </ul>	9.253,62	0,01
1	<b>TERMINAL RECTO ALEACION ALUMINIO 240</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-TERMINAL RECTO ALEAC. AL240MM2</li> <li>• CON MANGUITO TERMORRETRACTIL DEL COLOR DE LA FASE</li> <li>• MONTAJE Y CONEXIONADO TERMINAL</li> </ul>	4,47	5,73
1	<b>FUSIBLE B.T. F CU 2/315</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-FUSIBLE CUCHILLA 500V 315A CU2</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION FUSIBLE</li> </ul>	3,99	0,82
1	<b>PUESTAS A TIERRA COMPLETAS DE C.T.</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• REALIZACION TIERRA COMPLETA EN CONDICIONES REGLAMENTARIAS</li> </ul>	0,00	1.938,00

## 1.3.2 Obra Civil

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>M3 PREPARAC. TERRENO INSTAL. C.T. PREFABRICADO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EXCAVACION EN TERRENO MEDIO</li> <li>• TRANSPORTE SOBFRANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> <li>• SUMINISTRO VERTIDO Y COMPACTADO DE ARENA</li> </ul>	0,00	50,26
1	<b>U. SELLADO DE TUBO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SUMINISTRO DE MATERIALES NECESARIOS</li> <li>• MINIMO 4 TUBOS</li> </ul>	0,00	2,04
1	<b>MATERIAL AUXILIAR EN C.T. DE INTERIOR (SF6)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-BANQUETA AISLANTE MI HASTA 45KV</li> <li>- 1-SEÑAL TRIANG.RIESGO ELEC.210MM</li> <li>- 1-CARTEL NORMAS ACTUACION CASO EMERGENCIA</li> <li>- 1-CARTEL NORMAS TRABAJOS ALTA TENS.</li> <li>- 1-CARTEL CTE</li> </ul>	62,82	68,63
1	<b>INSTALACION/SUSTITUCION CERRADURA EN PUERTA DE CT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CERRADURA PUERTA LLAVE NORMALIZ.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• MONTAJE CONJUNTO</li> </ul>	16,69	11,01
1	<b>COLOCACION DE PLACA DE IDENTIFICACION EN CT CASETA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CARTEL CTE</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• MONTAJE CONJUNTO</li> </ul>	18,03	2,38
1	<b>ETIQUETADO EN OBRA CENTRO TRANSFORMACION O REFLEXION</b>	0,00	1,31

## 1.4 Red de Baja Tensión Subterránea

### 1.4.1 Obra Eléctrica

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 4x(1*50) AL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4-CABLE BT XZ1 0,6/1KV 1X50 AL</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• FIJADO DE CABLES CON CINTA ADHESIVA</li> <li>• LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES</li> <li>• SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR</li> </ul>	3,28	3,28
1	<b>M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 2X(1*50) AL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-CABLE BT XZ1 0,6/1KV 1X50 AL</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• FIJADO DE CABLES CON CINTA ADHESIVA</li> <li>• LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES</li> <li>• SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR</li> </ul>	1,64	2,21
1	<b>M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 1* 95 AL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4-CABLE BT XZ1 0,6/1KV 1X95 AL</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• FIJADO DE CABLES CON CINTA ADHESIVA</li> <li>• LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES</li> <li>• SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR</li> </ul>	5,80	6,64
1	<b>M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 1*240 AL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4-CABLE BT XZ1 0,6/1KV 1X240 AL</li> <li>• ACOPIO, TRANSPORTE DEL MATERIAL Y DEVOLUCION DEL SOBRANTE</li> <li>• FIJADO DE CABLES CON CINTA ADHESIVA</li> <li>• LIMPIEZA, CANALIZACION Y TENDIDO DE CABLES</li> <li>• SEÑALIZACION DE FASES CON CINTA DE COLOR</li> </ul>	12,08	7,31

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>TERMINAL RECTO ALEACION ALUMINIO 50</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-TERMINAL RECTO ALEACION AL 50MM2</li> <li>• CON MANGUITO TERMORRETRACTIL DEL COLOR DE LA FASE</li> <li>• MONTAJE Y CONEXIONADO TERMINAL</li> </ul>	2,39	5,73
1	<b>PROTECCION PASO AEREO-SUBTERRANEO ACOMETIDA B.T. FACHADA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CAPUCHON TERMORR.BT 4 SAL.</li> <li>- 1-TUBO PLAST.RIG.40MM D.3M</li> <li>- 4-ABRAZADERA SENCILLA SOP.NORMAL 36-42 D</li> <li>- 4-TACO FIJAC.12X60MM</li> </ul>	14,88	28,70
1	<b>DERIVACION RBTS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• MONTAJE CONJUNTO Y CONEXIONADO</li> <li>• SUMINISTRO Y MONTAJE DE TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS</li> </ul>	0,00	24,88
1	<b>CONEXION DE C.P.M.</b>	0,00	2,79
1	<b>PICA DE PUESTA A TIERRA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CONECTOR CUÑA PRES.CU CABLE-PICA</li> <li>- 1-PICA PAT AC.CU 2000X14,6 D LISA</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• MONTAJE CONJUNTO</li> </ul>	18,20	7,38
1	<b>METRO DE CONDUCTOR CU DESNUDO 50 MM2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CABLE CU DESNUDO C-50 UNESA</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• TENDIDO POR ZANJA</li> </ul>	3,75	0,70
1	<b>ASOCIACION DE UNA ACOMETIDA NUEVA</b>	0,00	0,61

**1.4.2 Obra Civil**

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>U. SELLADO DE TUBO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SUMINISTRO DE MATERIALES NECESARIOS</li> <li>• MINIMO 4 TUBOS</li> </ul>	0,00	2,04
1	<b>M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X0,80 M.)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN TIPO TERRENO Y DIMENSION INDICADO</li> <li>• APERTURA, TAPADO,COMPACTADO ZANJA</li> <li>• C/MAT.APORTAC.ADEC. PARA CONSEGUIR PROCTOR MODIFICADO MIN.95%</li> <li>• TRANSPORTE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> </ul>	0,00	17,93
1	<b>M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X1,00M.)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN TIPO TERRENO Y DIMENSION INDICADO</li> <li>• APERTURA, TAPADO,COMPACTADO ZANJA</li> <li>• C/MAT.APORTAC.ADEC. PARA CONSEGUIR PROCTOR MODIFICADO MIN.95%</li> <li>• TRANSPORTE SOBANTES A VERTEDERO AUTORIZADO INCLUIDAS TASAS</li> </ul>	0,00	24,26
1	<b>ARQUETA PARA CANALIZACION SUBTERRANEA EN ACERA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-ARILLO TAPA REGISTRO RECTA</li> <li>- 1-TAPA REGISTRO RECTA</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• EXCAVACION Y CONSTRUCCION ARQUETA</li> </ul>	158,97	268,28
1	<b>M. TUBO P. VERDE DE 125 MM. DIAMETRO PARA COMUNICACIONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,17-TUBO PLAST.VERDE 125MM D.EXT.6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION DE CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE DE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN SU INTERIOR</li> </ul>	1,62	1,69

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (Ud)	MANO DE OBRA (Ud)
1	<b>M. CANALIZACION CON 2 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. EN TIERRA O ARENA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES</li> <li>- 0,34-TUBO PLAST.ROJO 160MM D.EXT 6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION DE CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE DE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN SU INTERIOR</li> <li>• SUMINISTRO VERTIDO Y COMPACTADO DE ARENA</li> </ul>	4,82	2,50
1	<b>M. CRUCE DE CALZADA CON 2 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. HORMIGONADO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-CINTA SEÑALIZ.SUB.DE CABLES</li> <li>- 0,34-TUBO PLAST.ROJO 160MM D.EXT 6M C/MANG.</li> <li>• ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES</li> <li>• COLOCACION DE CINTA SEÑALIZACION</li> <li>• COLOCACION Y ENSAMBLAJE DE TUBO</li> <li>• DEJANDO GUIA DE NYLON EN SU INTERIOR</li> <li>• SUMINISTRO Y VERTIDO DE HORMIGON RC-200</li> </ul>	4,82	7,23

TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **PRESUPUESTO**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto L. Díaz Rodríguez', is written over a horizontal line.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**



## ÍNDICE

<b>1 PRESUPUESTO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Desmontaje Línea de Media Tensión existente .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Obra Eléctrica.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Obra Civil .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Línea de Media Tensión Subterránea.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.1 Obra Eléctrica.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.2 Obra Civil .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Centros de Transformación .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1 Obra Eléctrica.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2 Obra Civil .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Centros de Transformación .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.1 Obra Eléctrica.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.2 Obra Civil .....</b>	<b>7</b>
<b>2 RESUMEN DE INSTALACIONES VALORADAS .....</b>	<b>8</b>

## 1 PRESUPUESTO

### 1.1 Desmontaje Línea de Media Tensión existente

#### 1.1.1 Obra Eléctrica

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (€)	MANO DE OBRA (€)
2.340	DESMONTAJE M. CONDUCTOR LC 80	0,00	477,36
720	DESMONTAJE M. CABLE RHV- 95	0,00	1.116,00
16	HORA GRUPO ELECTROGENO 400 KVA	0,00	1.387,20
30	KM.TRANSPORTE GRUPO ELECTROGENO A OBRA	0,00	30,60

#### 1.1.2 Obra Civil

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (€)	MANO DE OBRA (€)
9	DESMONTAJE APOYO HORMIGON HASTA 15 M. INUTILIZABLE	0,00	544,10
9	DESMONTAJE DE CRUCETA METALICA O DE MADERA EN APOYO EXISTENTE	0,00	315,88

### 1.2 Línea de Media Tensión Subterránea

#### 1.2.1 Obra Eléctrica

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (€)	MANO DE OBRA (€)
2.772	M. LINEA TRIFASICA SUBTERRANEA MT CABLE AISLAMIENTO SECO RHZ1-2OL 12/20 KV 1*240 MM2 AL	69.965,28	19.883,56
8	CONJUNTO TERMINACION ATORNILLABLE EN T 2R 240MM2 12/20KV APANTALLADA	1.915,84	1.235,31
2	EMPALME CONTRACTIL FRIO RHZ1-OL 12/20 KV - 1X95/150/240 AL	516,76	370,62

**1.2.2 Obra Civil**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MATERIAL (€)</b>	<b>MANO DE OBRA (€)</b>
63	U. SELLADO DE TUBO	0,00	128,52
156	M2 ROT.Y REPOS.CALZ.HORMIG.ASFAL.EN CAL.CON FIRME HORMIGON DE 15CM	0,00	11.472,40
748	M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X1,00M.)	0,00	18.143,49
591	M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X1,20M.)	0,00	18.084,60
9	M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,60X1,20M.)	0,00	374,45
7	ARQUETA PARA CANALIZACION SUBTERRANEA EN CALZADA	478,31	2.982,74
16	ARQUETA PARA CANALIZACION SUBTERRANEA EN ACERA	2.543,52	4.292,50
1.348	M. TUBO P. VERDE DE 125 MM. DIAMETRO PARA COMUNICACIONES	2.186,46	2.282,16
1.178	M. CANALIZACION CON 4 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. EN TIERRA O ARENA	11.285,24	5.587,25
51	M. CRUCE DE CALZADA CON 4 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. HORMIGONADOS	488,58	838,03
100	M. CANALIZACION CON 6 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. EN TIERRA O ARENA	1.406,00	723,20
10	M. CRUCE CALZADA CON 6 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. HORMIGONADOS	140,60	197,27
9	M. CANALIZACION CON 9 TUBOS P.ROJO DE 160 MM EN TIERRA O ARENA	190,80	84,28

### 1.3 Centros de Transformación

#### 1.3.1 Obra Eléctrica

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (€)	MANO DE OBRA (€)
3	CENTRO TRANSFORMACION PREF. SUBTERRANEO 2L1P HASTA 1X1000 KVA	88.083,00	0,03
2	TRAFO 630/17,5/15 B2 PARA UNIBLOCK	24.215,76	0,02
1	TRAFO 400/17,5/15 B2 PARA UNIBLOCK Y CT FRAGMENTADO	9.253,62	0,01
36	TERMINAL RECTO ALEACION ALUMINIO 240	160,92	206,35
27	FUSIBLE B.T. F CU 2/315	107,73	22,03
3	PUESTAS A TIERRA COMPLETAS DE C.T.	0,00	5.814,00

#### 1.3.2 Obra Civil

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (€)	MANO DE OBRA (€)
216	M3 PREPARAC. TERRENO INST. CT PREFABRICADO	0,00	10.855,08
63	U. SELLADO DE TUBO	0,00	128,52
3	MATERIAL AUXILIAR EN C.T. DE INTERIOR (SF6)	188,46	205,88
3	INSTALACION/SUSTITUCION CERRADURA EN PUERTA DE CT	50,07	33,02
3	COLOCACION DE PLACA DE IDENTIFICACION EN CT CASETA	54,09	7,13
3	ETIQUETADO EN OBRA DE CENTRO DE TRANSFORMACION O REFLEXION	0,00	3,93

## 1.4 Centros de Transformación

### 1.4.1 Obra Eléctrica

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL (€)	MANO DE OBRA (€)
6	M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 4x(1* 50) AL	19,68	19,70
632	M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 2X(1*50) AL	1.036,48	1.398,62
13	M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 1* 95 AL	75,40	86,32
2.509	M. LINEA SUBTERRANEA BT CABLE XZ1 0,6/1 KV 1*240 AL	30.308,72	18.333,26
262	TERMINAL RECTO ALEACION ALUMINIO 50	626,18	1.501,78
203	PROTECCION PASO AEREO-SUBTERRANEO ACOMETIDA B.T. FACHADA	3.020,64	5.825,29
213	DERIVACION RBTS	0,00	5.299,01
203	CONEXION DE C.P.M.	0,00	566,67
21	PICA DE PUESTA A TIERRA	382,20	154,88
21	METRO DE CONDUCTOR CU DESNUDO 50 MM2	78,75	14,78
203	ASOCIACION DE UNA ACOMETIDA NUEVA	0,00	124,24

**1.4.2 Obra Civil**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MATERIAL (€)</b>	<b>MANO DE OBRA (€)</b>
63	U. SELLADO DE TUBO	0,00	128,52
1.526	M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X0,80 M.)	0,00	27.364,23
60	M. ZANJA EN SEMI-ROCA (0,40X1,00M.)	0,00	1.455,36
30	ARQUETA PARA CANALIZACION SUBTERRANEA EN ACERA	4.769,10	8.048,43
1.586	M. TUBO P. VERDE DE 125 MM. DIAMETRO PARA COMUNICACIONES	2.572,49	2.685,10
1.526	M. CANALIZACION CON 2 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. EN TIERRA O ARENA	7.355,32	3.813,47
60	M. CRUCE DE CALZADA CON 2 TUBOS P. ROJO DE 160 MM. HORMIGONADO	289,20	433,92

## 2 RESUMEN DE INSTALACIONES VALORADAS

El resumen de las relaciones valoradas es el siguiente:

### DESMONTAJE DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN EXISTENTE

- Obra Eléctrica	3.011,16 €
- Obra Civil	3.871,14 €
<hr/>	
<b>TOTAL:</b>	<b>3.871,14 €</b>

### LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

- Obra Eléctrica	93.887,37 €
- Obra Civil	83.970,50 €
<hr/>	
<b>TOTAL:</b>	<b>177.857,87 €</b>

### CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

- Obra Eléctrica	127.863,47 €
- Obra Civil	11.526,18 €
<hr/>	
<b>TOTAL:</b>	<b>139.389,65 €</b>

### RED DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA

- Obra Eléctrica	68.872,60 €
- Obra Civil	58.915,15 €
<hr/>	
<b>TOTAL:</b>	<b>127.787,75 €</b>

**TOTAL RELACIÓN VALORADA 448.906,41 €**

Asciende el presente presupuesto a CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL CIENTO NOVECIENTOS SEIS EUROS Y CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.

El presupuesto no incluye gastos generales, beneficio industrial ni IVA.

TÍTULO: **ELECTRIFICACIÓN DE UNA URBANIZACIÓN DE 200  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

---

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

---

PETICIONARIO: **ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA**  
**AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N**  
**15405 - FERROL**

FECHA: **SEPTIEMBRE DE 2013**

AUTOR: **EL ALUMNO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto Luis Díaz Rodríguez', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat illegible.

Fdo.: **ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ**



## ÍNDICE

<b>1 MEMORIA.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1 Objeto.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.2 Ámbito de aplicación .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 Características de la obra .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.1 Datos de la obra .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.2 Accesos .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.3 Personal previsto .....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.4 Presupuesto de ejecución.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.5 Plazo de ejecución .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Riesgos y medidas preventivas al inicio de la obra.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.1 Interferencias de servicios y servidumbres afectadas .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.2 Vallado provisional de la obra y señalización .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.3 Primeros auxilios y asistencia sanitaria .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 Riesgos y medidas preventivas de las actividades de obra .....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1 Replanteo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.2 Canalización de la línea .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.3 Excavación, movimiento de tierras para ubicación de CT .....</b>	<b>14</b>
<b>1.4.4 Hormigonado y reposición del pavimento.....</b>	<b>16</b>

<b>1.4.5</b>	<b>Instalación y montaje del CT.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4.6</b>	<b>Izado, desplazamiento y colocación de cargas.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.7</b>	<b>Manipulación y transporte de materiales.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4.8</b>	<b>Puesta en servicio en frío.....</b>	<b>20</b>
<b>1.4.9</b>	<b>Relleno y compactación .....</b>	<b>21</b>
<b>1.4.10</b>	<b>Tendido de conductores en canalización subterránea.....</b>	<b>22</b>
<b>1.4.11</b>	<b>Trabajos en altura .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4.12</b>	<b>Trabajos en centros de transformación .....</b>	<b>25</b>
<b>1.4.13</b>	<b>Trabajos en frío .....</b>	<b>26</b>
<b>1.4.14</b>	<b>Trabajos en tensión .....</b>	<b>28</b>
<b>1.5</b>	<b>Riesgos y medidas preventivas de la maquinaria de obra.....</b>	<b>30</b>
<b>1.5.1</b>	<b>Barquilla (cestas) y plataformas .....</b>	<b>31</b>
<b>1.5.2</b>	<b>Camión grúa .....</b>	<b>33</b>
<b>1.5.3</b>	<b>Camión hormigonera .....</b>	<b>34</b>
<b>1.5.4</b>	<b>Camión .....</b>	<b>34</b>
<b>1.5.5</b>	<b>Herramientas manuales.....</b>	<b>35</b>
<b>1.5.6</b>	<b>Máquinas herramientas .....</b>	<b>35</b>
<b>1.5.7</b>	<b>Martillo neumático .....</b>	<b>36</b>
<b>1.5.8</b>	<b>Mini compactador .....</b>	<b>38</b>
<b>1.5.9</b>	<b>Mini dumper (motovolquete).....</b>	<b>38</b>

<b>1.5.10 Retroexcavadora .....</b>	<b>39</b>
<b>1.5.11 Transpaleta .....</b>	<b>40</b>
<b>1.6 Riesgos y medidas preventivas de los medios auxiliares .....</b>	<b>41</b>
<b>1.6.1 Elementos de izado.....</b>	<b>41</b>
<b>1.6.2 Escaleras horizontales (“escaleras de gancho”) .....</b>	<b>45</b>
<b>1.6.3 Escaleras manuales .....</b>	<b>46</b>
<b>2 PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>2.1 Normativa vigente .....</b>	<b>50</b>
<b>2.1.1 Legislación aplicable .....</b>	<b>50</b>
<b>2.1.2 Principios generales en la ejecución de la obra.....</b>	<b>53</b>
<b>2.1.3 Vigilancia, inspección y Control periódico de las condiciones de trabajo .....</b>	<b>54</b>
<b>2.2 Procesos técnicos de referencia para el desarrollo de actividades.....</b>	<b>56</b>
<b>2.2.1 Acceso y permanencia en instalaciones.....</b>	<b>56</b>
<b>2.2.2 Trabajos en centros de transformación y seccionamiento .....</b>	<b>56</b>
<b>2.2.3 Delimitación de zonas y señalización .....</b>	<b>58</b>
<b>2.2.4 Trabajos especiales .....</b>	<b>59</b>
<b>2.3 Condiciones técnicas de la maquinaria/equipos de trabajo .....</b>	<b>59</b>
<b>2.4 Condiciones técnicas de los medios de protección colectiva.....</b>	<b>61</b>
<b>2.5 Condiciones técnicas de los medios de protección individual .....</b>	<b>64</b>

<b>2.6 Condiciones técnicas para cumplir por las instalaciones provisionales de obra .....</b>	<b>67</b>
<b>2.6.1 Protección contra incendios .....</b>	<b>67</b>
<b>2.6.2 Almacenamiento y señalización de productos.....</b>	<b>68</b>
<b>2.7 Vigilancia de la salud y primeros auxilios .....</b>	<b>69</b>
<b>2.8 Medidas de emergencia.....</b>	<b>69</b>
<b>2.9 Plan de seguridad y salud.....</b>	<b>76</b>
<b>2.10 Documentación obligatoria en obra .....</b>	<b>78</b>
<b>2.11 Libro de incidencias .....</b>	<b>79</b>
<b>2.12 Paralización de los trabajos .....</b>	<b>79</b>
<b>2.13 Obligaciones del promotor.....</b>	<b>80</b>
<b>2.14 Obligaciones de contratistas y subcontratistas.....</b>	<b>80</b>
<b>2.15 Obligaciones de los trabajadores autónomos.....</b>	<b>82</b>
<b>2.16 Formación e información .....</b>	<b>82</b>
<b>2.17 Organización de la seguridad en obra .....</b>	<b>83</b>
<b>2.18 Empresas de trabajo temporal.....</b>	<b>85</b>
<b>2.19 Trabajadores especialmente sensibles.....</b>	<b>86</b>

## **1 MEMORIA**

### **1.1 Introducción**

#### **1.1.1 Objeto**

La promotora está obligada a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud para aquellas obras en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen. Esto según el artículo 4 “Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras”, del Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este caso, como no se da ninguno de los supuestos es suficiente con un Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS), en el que se establezcan los medios y se regulen las actuaciones, para que todos los trabajos que se realicen en la obra “ELECTRIFICACION DE URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS” impliquen el menor riesgo posible que pueda producir accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El EBSS propone potenciar al máximo los aspectos preventivos en la ejecución de la obra. Para ello se han de evitar las acciones o situaciones peligrosas por falta de previsión o de medios, siendo preciso:

- Detectar los riesgos que se derivan de las actividades de la obra a tiempo.
- Aplicar técnicas para minimizar estos riesgos.
- Controlar que se adopten las medidas de seguridad necesarias.

El contratista ha de elaborar un Plan de Seguridad y Salud (PSS) en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el EBSS, según el Real Decreto 1627/1997 (Art. 7.1)

A mayores de lo reflejado en este Estudio se cumplirán las disposiciones legales relativas a Prevención de Riesgos Laborales.

### **1.1.2 Ámbito de aplicación**

El presente EBSS afecta a todos los trabajos que se realicen en la obra “ELECTRIFICACION DE URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES”

## **1.2 Características de la obra**

### **1.2.1 Datos de la obra**

- Obra: “ELECTRIFICACION DE URBANIZACIÓN DE 200 VIVIENDAS UNIFAMILIARES”
- Situación : CULLEREDO
- Promotor: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ
- Dirección facultativa: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ
- Autor del Estudio: ROBERTO LUIS DÍAZ RODRÍGUEZ

### **1.2.2 Accesos**

El acceso de la maquinaria se realizara por la entrada principal de la finca y la del personal de obra también, ubicándose las casetas de obra en la parcela que se sitúa en el lugar de Punto de Entronque con la Línea de Media Tensión existente y accediendo, en caso de hacerlo a pie por la senda peatonal que llega a esta.

### **1.2.3 Personal previsto**

El personal previsto, como máximo, es de 20 trabajadores.

### **1.2.4 Presupuesto de ejecución**

El presupuesto total estimado asciende a 448.906,41 €.

### **1.2.5 Plazo de ejecución**

El plazo de ejecución es de 25 días

### **1.3 Riesgos y medidas preventivas al inicio de la obra**

Los contratistas deberán realizar el replanteo de la obra, tanto a nivel técnico como de seguridad, antes del inicio de la obra y junto al Coordinador de Seguridad y Salud.

Se debe de realizar una reunión de Coordinación de Actividades Empresariales con el resto de empresas instaladoras ya que se va a compartir la zona de trabajo.

Se debe solicitar los planos de instalaciones existentes de todas las compañías de servicios. Dichos planos deben estar siempre en obra.

#### **1.3.1 Interferencias de servicios y servidumbres afectadas**

Una vez solicitada la información a la plataforma se verifica que, en la finca objeto del proyecto no existen instalaciones de servicios, únicamente los puntos de entronque de agua, electricidad y comunicaciones que están contemplados y localizados en los Estudios Técnicos solicitados a las distribuidoras.

#### **1.3.2 Vallado provisional de la obra y señalización**

El vallado cumplirá la doble función de protección de la zona de obra y cerramiento de la misma. Será revisado periódicamente y tendrá las siguientes condiciones:

- Las vallas serán de acero con elementos de amarre, de 2.5m de anchura y 1m de altura.
- Se dispondrán en todo el perímetro de la obra, a una distancia del borde de 60 cm, ancladas entre sí.
- En todo caso la zona protegida por las vallas, tendrá las dimensiones necesarias para albergar la maquinaria necesaria para ejecutar la obra
- El acopio de los materiales y los sobrantes de obra se depositaran en la zona habilitada para ello por la propiedad, siempre separada de las zonas de obra.

- Es un punto de vital importancia el mantener la obra en perfecto estado de orden y limpieza.

Respecto a la señalización se deberá tener en cuenta:

- Deberá mantenerse hasta la completa finalización de la obra.
- Deberá ubicarse en la entrada a la obra la siguiente señalización:
  - Prohibido aparcar.
  - Prohibido el paso.
  - Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
  - Obligatoriedad del uso del casco, botas y protección auditiva en el recinto de la obra.
  - Cartel de obra.

### **1.3.3 Primeros auxilios y asistencia sanitaria**

En caso de accidente o emergencia, los teléfonos y direcciones de los Centros Sanitarios y de urgencias a los que acudir serán:

- EMERGENCIAS: 112
- POLICIA: 091
- BOMBEROS: 080
- AMBULANCIAS: 061
- CENTRO SANITARIO: Hospital Juan Canalejo, Paseo del General Sir John Moore, 0, 15001 A Coruña.
- Telf. 981178000

Deberá existir siempre un vehículo en la obra preparado para realizar cualquier desplazamiento necesario por motivos sanitarios, este vehículo contendrá, además, un botiquín para las curas de urgencia.

Se dispondrá en sitio visible una lista con los teléfonos y direcciones de emergencias para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados, normalmente en la portada del Plan de Seguridad y Salud.



## 1.4 Riesgos y medidas preventivas de las actividades de obra

Se analizan los riesgos derivados de las distintas actividades a ejecutar en obra:

ACTIVIDAD \ RIESGO	Caídas a distinto nivel.	Caídas al mismo nivel.	Atropellos	Caídas de objetos	Proyección de partículas	Golpes contra objetos	Ambientes de polvo en suspensión	Accidentes de tráfico	Riesgos de picaduras de insectos y reptiles	Desprendimientos, desplomes, derrumbes	Cortes y pinchazos	Sobrecarga física	Atrapamientos	Ruido	Exposición a sustancias nocivas del cemento	Desplome de la carga	Vuelco de la maquina
Replanteo	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Canalización de la línea	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Excavación, movimiento de tierras para ubicación de ct	x	x	x	x	x	x						x	x	x			
Hormigonado	x	x		x		x						x	x		x		
Instalación y montaje del ct			x			x						x	x			x	
Izado, desplazamiento y colocación de cargas				x		x							x				x
Manipulación y transporte de materiales		x		x						x	x	x	x				
Puesta en servicio en frio	x			x							x	x				x	
Relleno y compactación	x	x	x		x	X						x	x	x			
Tendido de conductores en canalización subterránea	x	x		x		X						x	x				
Trabajo en altura	x			x	x	X				x		x				x	
Trabajos en centros de transformación	x	x				x					x	x	x				
Trabajos en frio	x	x		x		x				x	x	x					
Trabajos en tensión					x	x							x				

Tabla 1.4.1 – Evaluación de riesgos por actividad

Se analizan los Equipos de Protección Individual (EPIs) necesarios para cubrir los riesgos de cada una de las actividades:

ACTIVIDAD \ EPIs	Casco homologado con barboquejo	Mascarilla antipolvo	Mono de trabajo	Traje de agua	Chaleco reflectante	Guantes de lona / piel	Botas de agua	Botas de seguridad antideslizantes	Gafas contra impactos	Protectores auditivos	Guantes de goma	Fajas y muñequeras
Replanteo	x	x	x	x	x	x	x	x				
Canalización de la línea	x		x		x	x	x	x	x	x		
Excavación, movimiento de tierras para ubicación de ct	x	x	x		x	x	x	x	x	x		
Hormigonado	x		x			x	x	x	x		x	
Instalación y montaje del ct	x		x			x		x				x
lizado, desplazamiento y colocación de cargas	x		x			x		x				
Manipulación y transporte de materiales	x		x			x		x				
Puesta en servicio en frio	X	X	X	X		X	X	X	X			X
Relleno y compactación	X		X			X		X	X	X		
Tendido de conductores en canalización subterránea	X		X		X	X		X				
Trabajos en altura	x		x		x	x		x				x
Trabajos en centros de transformación	X		X			X		X				
Trabajos en frio	X		X			X		X				
Trabajos en tensión	x		x		x	x		x	x			

Tabla 1.4.2 – EPIs por actividad

### 1.4.1 Replanteo

El replanteo de la obra se realizará antes del inicio de la misma teniendo en cuenta las instalaciones y servicios públicos y privados, así como los condicionantes propios de los terrenos y áreas donde se ubicará la obra.

### 1.4.2 Canalización de la línea

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Conocimiento de las instalaciones mediante planos.

- Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son:
  - Manuales (picos, palas, etc.).
  - Mecánicas (perforador neumático).
  - Motorizadas (vehículos).
- Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.
- Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte se dispondrán vallas o palenques móviles que iluminarán cada 10 m. con puntos de luz portátil y grado protección no menor de IP-44 según UNE 20.324.
- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m. el paso de peatones y 2 m. el de vehículos.
- Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del corte y no menos de 4 m. cuando se adopte una señalización de reducción de velocidad.
- El acopio de materiales, tierras extraídas, sean o no residuos, se realizará en zona habilitada fuera de zona de trabajo. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas se desinfectarán, así como las paredes de excavaciones correspondientes.
- En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma vertical ni sin casco de seguridad.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre trabajadores en función de las herramientas que emplean.
- Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo tensando los cordales cuando se hayan aflojado; asimismo se comprobarán que están expeditos los cauces de aguas superficiales.
- Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se suspenderán de los cordales cargas, como conducciones, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.
- Las zanjas de más de 1,30 m. de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen 1 m. sobre el nivel superior del corte. Disponiendo una escalera por cada 30 m. de zanjas abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstrucción y correctamente arriostrada transversalmente.
- Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de pozos de profundidad mayor de 1,30m. con tablero resistente, red o elemento equivalente.
- Si se tiene que atravesar la calzada, si es por tramos, la zona debe tener señales de tráfico indicando la situación de obras, reducción de velocidad y el estrechamiento, deberá haber dos controladores del paso de vehículos bien diferenciados y con las paletas señalizadoras, y hasta la reposición del pavimento se colocarán chapones con arena alrededor para disminuir el ruido.
- En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior del corte.
- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al trabajador, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipo de salvamento, así como de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los trabajadores que puedan accidentarse.
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades.
- En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.
- Se utilizará chaleco reflectante en aquellos trabajos en que exista riesgo de atropellos.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

### **1.4.3 Excavación, movimiento de tierras para ubicación de CT**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.
- El frente de excavación, realizado mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- El frente y paramentos verticales de una excavación debe ser inspeccionado siempre al iniciar o dejar los trabajos por el encargado, que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio o cese de las tareas.
- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud si no reúne las debidas condiciones de estabilidad.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matorros cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.

- Se prohíbe realizar cualquier trabajo a pie de taludes inestables.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que por su situación, ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo o entibado.
- Las coronaciones de taludes permanentes a las que deban acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 90 centímetros de altura, y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impida el paso o deslizamiento de los trabajadores, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud.
- Se señalará mediante una línea en yeso o cal la distancia de seguridad mínima de 2 metros de aproximación al borde de excavación.
- Por la noche las excavaciones se balizarán con cinta reflectante y señales indicativas de riesgos de caídas, siempre de acuerdo con la correspondiente Normativa vigente.
- 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.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan su paso.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches y compactando el terreno.
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales.
- Se construirán dos accesos a la excavación separados entre sí, uno para la circulación de personas y otro para la circulación de la maquinaria y camiones.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Vallas tipo ayuntamiento.
- Material delimitación, cinta de balizamiento, etc.

#### 1.4.4 Hormigonado y reposición del pavimento

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las labores de hormigonar y reponer el pavimento tanto para las personas que están ejecutando la operación como para las que se encuentran en las proximidades.

Principales riesgos derivados:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento).

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.

- Se regarán los tajos convencionalmente y con la frecuencia necesaria para evitar la formación de ambiente pulvígeno.
- Se mantendrá en todo momento la señalización viaria establecida para el diseño de caminos y carreteras.
- El hormigonado se hace por vertido directo y continuo.
- Se dispondrán pasarelas de madera para las zonas y accesos a fincas que no puedan ser cortadas.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Cinta de balizamiento.
- Señalización de carreteras (según el caso).
- Vallas tipo ayuntamiento.

#### **1.4.5 Instalación y montaje del CT**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Antes de proceder a la elevación del CT, se debe revisar que los elementos de enganche se han anclado de manera correcta y son seguros.
- Se prohíbe el transporte de cargas suspendidas sobre las zonas en las que se encuentren los trabajadores.
- Deberá vigilarse que el eslingado de carga se encuentra acorde con el peso a elevar y que no se encuentra deteriorado.
- Si en el lugar de descarga y maniobra existiesen personas ajenas al trabajo, se debe limitar la zona impidiendo el paso de personas o circulación.
- Cuando existan tendidos eléctricos próximos a la obra, deberá respetarse la distancia mínima de seguridad.
- Debe haber operarios que desde el suelo dirijan la maniobra de los gruistas. Para ello deben encontrarse siempre visible al conductor y utilizar un código de símbolos claro y conocido por ambos.
- La carga siempre se manejará lo más cercana al suelo posible.
- Hasta que el CT no esté depositado al suelo perfectamente, la grúa que lo sujeta de la parte superior no lo soltará.
- Los trabajadores no deben encontrarse en el radio de acción de las grúas.



- Los movimientos deben ser despacio; no realizar maniobras imprevistas.
- El asentamiento de las grúas debe ser seguro para evitar contratiempos al elevar el depósito.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Delimitación de la zona con vallas, cintas de balizamiento u otro sistema para impedir el paso de vehículos o personas a la zona de trabajo.
- Las vías siempre deberán estar libres de obstáculos.

#### **1.4.6 Izado, desplazamiento y colocación de cargas**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Para evitar los riesgos de vuelco y atoramiento de los camiones de suministro de las máquinas, está previsto la compactación de una zona específica para este menester.
- Antes de iniciar las maniobras se instalarán calzos inmovilizadores en las ruedas y los gatos estabilizadores.
- El personal permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas.
- Se vigilarán las operaciones de carga y descarga, y el estado de los cables.
- Cuando la carga no tenga rigidez, se emplearán balancines o similar con varios puntos de enganche.
- No se permanecerá debajo de las cargas en suspensión.
- Se vigilará el estado de los cables, eslingas, balancines, ganchos y estribos, antes de cada operación.
- El izado de cargas alargadas se hará suspendiendo la misma en dos puntos separados, para que permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. El ángulo superior formado por los dos extremos del aparejo a la altura de la argolla e cuelgue será igual o inferior a 90°.
- Si la colocación se realiza a través de carreteras o caminos, se cortará el tráfico mientras dure la operación, y nadie pasará por debajo de ellas.
- Deberán acentuarse las precauciones si existiera viento con cierta intensidad, llegándose a parar los trabajos en caso necesario.

- Se comprobará el estado de las zonas próximas a la del movimiento de la grúa, manteniendo la precaución necesaria en caso de golpeo accidental de la pluma, por si pudiera producirse derrumbe.
- En el caso de elementos próximos en tensión, se deberá aislar la zona de trabajo convenientemente.
- Todo el personal que intervenga en las operaciones de izado estará instruido precisamente acerca de su cometido y forma de realizar los trabajos.
- Se acotarán y señalizarán las zonas de influencia de las grúas y el radio de acción de las cargas.
- Todo el material quedará bien acopiado, en buen estado de orden, quedando las cargas bien asentadas y sujetas.
- El acopio de material quedará señalizado/protegido en todo su perímetro.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Cinta de balizamiento.
- Señalización de carreteras (según el caso).
- Vallas tipo ayuntamiento.

#### **1.4.7 Manipulación y transporte de materiales**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos,...).
- Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
- Exigir y mantener orden.
- El responsable de las maniobras tomará las medidas oportunas para impedir el acceso de personas a la zona afectada por los trabajos.
- Se comprobará el correcto estado de todos los elementos necesarios para la operación, así como la adecuación de los medios de amarre y sustentación. Se prestará especial atención a la verificación de que los dispositivos de seguridad funcionan correctamente, así como la verificación de I.T.V. y seguro del vehículo.

- Siempre que sea factible, se aproximará el medio de transporte a la carga a manipular, utilizándolo con las menores cantidades posibles de pluma y cable desplegados, para evitar movimientos no deseados.
- Se comprobará que la carga a maniobrar está correctamente estrobada.
- Se pondrá especial atención a la forma de anclaje y estabilidad del medio de elevación (extensión y asentamiento de gatos hidráulicos).
- La grúa se manejará preferentemente desde el lado opuesto al posible vuelco de la misma.
- Se comprobará la reacción de la máquina y el equilibrado de la carga, levantando ligeramente ésta del transporte o del suelo.
- No se realizarán maniobras más allá de los límites marcados en las instrucciones de la máquina.
- La manipulación de las cargas, se efectuará sin movimientos bruscos.
- El responsable de las maniobras vigilará constantemente el desplazamiento de la carga y que ésta no quede suspendida mientras la máquina está desatendida.

#### **1.4.8 Puesta en servicio en frío**

Se definen y establecen las Medidas preventivas a adoptar referentes a la puesta en servicio de una instalación de M.T. /B.T. habiéndose realizado previamente el descargo de esta.

- Las correspondientes a los trabajos en proximidad a instalaciones en tensión.
- Se deberá tener en cuenta todo lo establecido en el Procedimiento de descargo en instalaciones de tensión de tensión  $1\text{kV} \leq V \leq 33\text{ kV}$ .

Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...).
- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito.
- Las propias de los trabajos a realizar.
- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

### 1.4.9 Relleno y compactación

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- El relleno se realizará con tierra aportada, se realizará mediante medios mecánicos y deberá ser distribuido e igualado (previamente a la compactación) mediante medios manuales, en caso de ser necesario.
- En ningún caso se utilizarán para rellenos tierras excesivamente húmedas ni las que presenten escombros, ni tampoco aquellas que estén compuestas mayoritariamente por capas vegetales.
- Para la compactación, una vez igualada y extendida la tongada, se utilizarán medios mecánicos.
- En ningún caso se rellenarán zanjas con agua en su interior ni excesivamente húmedas, en tal caso se extraerán las aguas mediante bombas y se esperará a que seque. De alargarse excesivamente el proceso de secado se utilizarán gravas o morros limpios.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos empleados en estas operaciones serán dotados de bocina automática de marcha atrás.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar polvaredas.
- Se evitará la acumulación de materiales u otros objetos pesados junto al borde las zanjas, y en caso inevitable, se tomarán las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes.
- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el encargado.
- En las labores en las que el maquinista necesite ayuda, ésta será prestada por otro operario. Este último irá protegido contra los ambientes pulvígenos por medio de una mascarilla para la protección de las vías respiratorias, con posibilidad de disponer inmediatamente de más en caso de que se le ensucie, y con gafas contra partículas en suspensión, que además sirvan contra impactos.

- Al rellenar manualmente, los operarios, además contarán con cinturones de banda ancha de cuero que les protejan las vértebras dorsolumbares de los movimientos repetitivos o excesivamente pesados.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Cinta de balizamiento.
- Señalización de carreteras (según el caso).
- Vallas tipo ayuntamiento.

#### **1.4.10 Tendido de conductores en canalización subterránea**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- No se podrá efectuar un tendido de conductor si no se dispone de unos medios de comunicación adecuados a lo largo de toda la serie.
- Se colocará una malla de unión entre el cable piloto y el conductor.
- Asegurarse que las bobinas rueden con suavidad, sin golpes, vueltas cruzadas o montadas, etc.
- Los operarios de marcaje y vigilancia de las bobinas se colocarán siempre por detrás de éstas, para evitar posibles accidentes en caso de vuelco de los caballetes.
- El acopio de bobinas se realizará mediante calzos o tumbándolas completamente para evitar su desplazamiento involuntario.
- Los operarios se mantendrán alejados del brazo de la grúa, durante las labores de acopio de las bobinas, y fuera de las calas durante las labores de tendido, para evitar atrapamientos con los conductores.
- El tendido podrá ser mecánico o manual. El tendido mecánico se realizará mediante tracción del cable piloto efectuada por un cabrestante equipado con interruptor de parada automática ante una elevación imprevista de la tracción, nunca con un vehículo en movimiento.
- La vigilancia permanente de este tendido se realizará con la interconexión radiofónica entre maquinistas y vigilantes.

- Se vigilará el anclaje de la máquina de tiro, que será como mínimo a dos puntos de anclaje independientes entre sí. Se usarán cables de acero con gasas y se harán las uniones utilizando grillete.
- La máquina de tiro y los caballetes alza bobinas se colocarán siempre manteniendo la horizontalidad, bajando siempre las patas estabilizadoras.
- Se controlará la tracción y velocidad, manteniéndolos lo más uniforme posible.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Cinta de balizamiento.
- Señalización de carreteras (según el caso).
- Vallas tipo ayuntamiento.

#### **1.4.11 Trabajos en altura**

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a la ejecución de trabajos en altura considerando como tal a todo aquel que se desarrolle a más de 2 metros de altura según el Real Decreto 1627/1997.

Principales riesgos derivados:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desplomes.
- Cortes.
- Sobrecarga física.
- Contactos eléctricos.
- Carga física.

Medidas preventivas a adoptar:

- Inspección del estado del terreno y del lugar de trabajo en altura, observando, pinchando y golpeando el apoyo o empujándolo perpendicularmente a la línea en caso de tratarse de trabajos en apoyos.

- Si el trabajo se realiza sobre un apoyo consolidación o arriostramiento del mismo en caso del mal estado, duda o modificación de sus condiciones de equilibrio (vg.: corte de conductores).
- Ascenso y descenso con medios y métodos seguros:
  - Escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior hasta 3.5m
  - Uso de sistemas anticaídas (línea de vida, cestas, barquillas, etc)
  - Uso de varillas adecuadas,
  - Siempre tres puntos de apoyo, etc.
- Estancia en el lugar de trajo en altura utilizando el cinturón con dos puntos de amarre o con línea de vida, evitando posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.
- Delimitar y señalar la zona de trabajo.
- Llevar herramientas atadas a la muñeca.
- Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales.
- Evitar zona de posible caída de objetos.
- Interrupción de trabajos si así se considera por el Jefe de Trabajos.
- Amarre escaleras de ganchos con cadena de cierre.
- Para trabajos en horizontal amarre de ambos extremos.
- Utilizar siempre el cinturón amarrado un elemento de anclaje.
- En el punto de corte:
  - Ejecución del Descargo.
  - Creación de la Zona Protegida.
  - Establecimiento de la Zona de Trabajo.
- Las propias de trabajos en proximidad (Distancias, Apantallamiento, Descargo...) si fueran necesarias.
- Evitar movimiento de conductores.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- Detectores de ausencia de tensión.
- Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito.
- Las propias de los trabajos a realizar.
- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar:

- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Botas de seguridad o de trabajo.
- Casco de barbuquejo.

#### **1.4.12 Trabajos en centros de transformación**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Las herramientas manuales deben estar en buenas condiciones y buscar una postura donde el sobreesfuerzo postural sea casi nulo en el ensamblaje de las celdas y embarrados.
- Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No almacenar objetos en el interior.
- Manipular y transportar los objetos alargados entre dos personas.
- Puestas a tierra en buen estado.
- Existencia de protección ante incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas.
- Prevención de incendios mediante extintores y sistemas fijos de extinción.
- Evitar derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos...).
- Mantener el centro ordenado y limpio.
- Utilizar calzado antideslizante en caso de suelos resbaladizos.
- Tapas de canaletas en buen estado y colocación.
- Señalización y delimitación trampillas abiertas (C.T. Subterráneos).
- Iluminación apropiada
- Focos luminosos correctamente colocados.
- Interruptores próximos a las puertas de acceso.
- Ventilación adecuada
- Máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados.
- Esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio.



- Carteles normalizados (Normas de Trabajos A.T., Distancias de Seguridad, Primeros Auxilios).
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra.
- Protección contra sobrecargas (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos).
- Protección contra sobretensiones (pararrayos, autoválvulas y explosores).
- Protección frente a incendios (extintores, instalaciones fijas, paredes incombustibles, fosos y muros cortafuegos).
- Protección frente a contactos eléctricos (pantallas macizas, enrejados, barreras, envolventes, pantallas aislantes...).
- Sistemas de ventilación (natural o forzada).
- Señalización y delimitación.

#### **1.4.13 Trabajos en frío**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendido el neutro, y en los conductores de alumbrado público si los hubiere, mediante elementos de corte omnipolar o, en su defecto abriendo primero las fases y en último lugar el neutro.
- En caso de que la instalación funcionalmente no permita separar o seccionar el neutro, o éste sea en bucle, se adoptará una de las siguientes medidas:
  - Realizar el trabajo como un trabajo en tensión.
  - Realizarlo de acuerdo con normas particulares de la Empresa Distribuidora.
  - Bloquear, si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrarlo.
- Verificación de la ausencia de tensión. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores, incluido el neutro y los de alumbrado público si los hubiere,

en una zona lo más próxima posible al punto de corte, así como en las masas metálicas próximas (palomillas, vientos, cajas, etc.).

- En el propio lugar de trabajo:
- Verificación de la ausencia de tensión.
- Puesta en cortocircuito. En el caso de redes aéreas, una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá seguidamente a la puesta en cortocircuito. Dicha operación, debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público si existieran.
- En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en cortocircuito no puede efectuarse, debe procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando hay posibilidad de error en la identificación de la misma.
- Reposición de la tensión después del trabajo.
- Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
  - En el lugar de trabajo:
    - Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
    - Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.
  - En el lugar del corte:
    - Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
    - Cerrar circuitos.

Protecciones colectivas a utilizar:

- Protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto).
- Protección contra sobreintensidades (fusibles e interruptores automáticos).
- Protección contra sobretensiones (descargadores a tierra).
- Señalización y delimitación.

#### **1.4.14 Trabajos en tensión**

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las operaciones llevadas a cabo instalaciones de M.T./B.T. sin ausencia de tensión.

Principales riesgos derivados:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Cortes.
- Contactos eléctricos.
- Arco eléctrico.
- Electrocutión.

Medidas preventivas a adoptar:

- Se deberá tener en cuenta todo lo establecido en el Procedimiento de régimen especial de explotación para instalaciones de tensión > 1 kV.
- En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:
  - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
  - Estimación de distancias por exceso.
- Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...).
- Protección frente a sobrecargas: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- En la fecha de inicio de los trabajos:
  - Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.

- Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:
  - Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión del mismo.
  - Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
  - El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.
  - Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
  - El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
  - El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.

#### Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...).
- Las propias de los trabajos a realizar.
- Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

#### Protecciones individuales a utilizar:

- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Botas de seguridad o de trabajo.
- Casco de barbuquejo.
- Banqueta o alfombra aislante, pértiga aislante y guantes aislantes.

## 1.5 Riesgos y medidas preventivas de la maquinaria de obra

Se analizan los riesgos derivados de la distinta maquinaria a emplear en obra:

MAQUINARIA \ RIESGO	Caída a distinto nivel.	Caída al mismo nivel.	Atropellos	Caídas de objetos	Proyección de partículas	Golpes contra objetos	Ambientes de polvo en suspensión	Accidentes de tráfico	Quemaduras	Cortes y pinchazos	Sobrecarga física	Atrapamientos	Ruido / Vibraciones	Desplome de la carga	Vuelco de la maquina
Cestas y Plataformas	x		x	x	x	x		x			x		x	x	x
Camión Grúa	x		x			x						x			x
Camión Hormigonera	x		X	X		X		X							X
Camión	x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x
Herramientas Manuales	x	x			x	x				x					
Maquinas Herramientas				x	x	x			x	x			x		
Martillo neumático		x		x	x	x	x		x		x		x		
Minicompactor					x	x	x				x		x		
Minidumper	x		x			x	x	x					x	x	x
Retroexcavadora	x		x	x	x			x	x				x	x	x
Transpaleta	x	x		x		x		x			x	x		x	

Tabla 1.5.1 – Riesgos por maquinaria

Se analizan los EPIs necesarios para cubrir los riesgos de cada una de las maquinas:

MAQUINARIA \EPI	Casco homologado con barboqueio	Mascarilla antipolvo	Mono de trabajo	Traje de agua	Chaleco reflectante	Guantes de lona / piel	Botas de agua	Botas de seguridad antideslizantes	Gafas contra impactos	Protectores auditivos	Guantes de goma	Fajas y muñequeras
Cestas y Plataformas	x		x		x	x		x			x	x
Camión Grúa	X		X			X		X				
Camión Hormigonera	x		x	x		x		X			x	
Camión	x		x			x		X				
Herramientas Manuales	x		x			x		X	x			
Maquinas Herramientas	x	x	x			x	x	X	x	x	x	
Martillo neumático	x	x	x		x	x		x	x	x		
Minicompactador	x	x	x		x			X		x		
Minidumper	x		x	x			x	X				x
Retroexcavadora	x	x	x			x		X				x
Transpaleta	x					x		X				

Tabla 1.5.2 – EPIs por maquinaria

### 1.5.1 Barquilla (cestas) y plataformas

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes empleo de la barquilla aislante durante la realización de trabajos en altura con presencia o ausencia de tensión.

Principales riesgos derivados:

- Caída de personas y objetos.
- Golpes y atropellos a terceras personas.
- Vuelco de la máquina.
- Contacto eléctrico.

Medidas preventivas a adoptar:

- Al entrar a la obra, solicitar la hoja de Control de la Revisión Técnica de la máquina.
- Antes de su primera utilización, el responsable a pie de obra efectuará un riguroso reconocimiento de cada uno de los elementos que la componen.

- Todo el personal usuario será conocedor de las normas e instrucciones dadas por el fabricante.
- Diariamente, comprobar los indicadores de nivel, las luces y los avisadores acústicos de bajada y desplazamiento. Muy importante es comprobar que no existen fugas de aceite bajo la máquina, estado de las ruedas y estado general de la máquina.
- No se permite el uso de la plataforma con falta de barandillas o con la cadena del acceso sin poner, con los dispositivos de seguridad anulados y/o sin utilizar los estabilizadores en zonas o suelos inclinados.
- Los movimientos deben ser precisos y lentos. No atar la máquina en los movimientos a la estructura.
- Mantener la tapa del cuadro de mandos cerrada y no manipular en su interior, sólo manipular los cuadros.
- Asegurarse de que está en buen estado y que tiene gasoil suficiente y controles conformes.
- Asegurarse de que dispone de espacio suficiente para trabajar.
- Asegurarse de que el conductor maquinista conoce perfectamente el uso de la máquina.
- Si no sabe, pregunte, la complejidad de la máquina lo aconseja. Avisar inmediatamente si hay cualquier anomalía.
- Las plataformas móviles y las barquillas y sus brazos de actuación, estarán debidamente autorizadas cumpliendo la normativa vigente.
- La barquilla será de dimensiones adecuadas para el trabajo cómodo de 2 personas, que será el número máximo de ocupantes.
- Las plataformas móviles y barquillas, cumplirán los principios generales que les afecten de los apartados sobre TRANSPORTE Y MANEJO DE MATERIALES.
- Las barquillas tendrán que ser bloqueadas en la posición de trabajo, así como la grúa o plataforma que la sustenta.
- Las operaciones de la grúa soporte serán exclusivamente dirigidas por el ocupante de la barquilla y el Jefe de los trabajos, siendo preferente el uso de barquillas autocontroladas; en sus desplazamientos se tendrá en todo momento en cuenta el no sobrepasar las distancias mínimas de seguridad a los elementos próximos en tensión, recogidas en el apartado sobre TRANSPORTE Y MANEJO

DE MATERIALES, en su punto Trabajos en proximidad de instalaciones con tensión.

- Las operaciones de entrada y salida en la plataforma o barquilla serán efectuadas a nivel del suelo, y nunca a otro distinto.
- Será necesario prever los medios necesarios para una evacuación de los ocupantes de las plataformas o barquillas en caso de emergencia.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.

### **1.5.2 Camión grúa**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Antes de iniciar las maniobras de carga, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y en los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por especialistas, en prevención de riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- No se sobrepasará la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán dirigidas por un señalista.
- Se prohíbe estacionar o circular con el camión a distancias inferiores a 2 metros de corte de terreno.
- No realizar nunca arrastres de carga o tirones sesgados.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión, a distancias inferiores a 5 metros.
- No permanecerá nadie bajo las cargas en suspensión.
- No dar marcha atrás sin la ayuda del señalista.
- No se abandonará nunca el camión con una carga suspendida.
- Ninguna persona ajena al operador accederá a la cabina o manejará los mandos.



- Todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos poseerán pestillo de seguridad.

### **1.5.3 Camión hormigonera**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- El recorrido de los camiones-hormigonera en el interior de la obra se efectuará según se indique.
- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelcos de los camiones-hormigonera.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido serán dirigidos por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones-hormigonera sobrepasen 2 metros (como norma general) del borde.

### **1.5.4 Camión**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga, y antes de emprender la marcha.
- Respetará las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la cargadora.

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que de que dispone de un tope limitador sobre el suelo, siempre que fuera preciso.
- Cualquier operación de revisión, con el basculante levantado, se hará impidiendo su descenso, mediante enclavamiento.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éste las maniobras.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja, se aproximará a una distancia máxima de 1 m., garantizando ésta mediante topes.
- Se realizarán las revisiones y mantenimiento indicadas por el fabricante, dejando constancia en el "libro de revisiones".

### **1.5.5 Herramientas manuales**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

### **1.5.6 Máquinas herramientas**

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de manera global en los riesgos y prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., en la ejecución de diferentes trabajos en la obra.

Medidas preventivas a adoptar:

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los trabajadores o de los objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semi-avería se entregarán al Encargado o Vigilante de Seguridad para su reparación.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado, para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro abandonadas en el suelo, o en marcha, aunque sea con movimiento residual, en evitación de accidentes.

### **1.5.7 Martillo neumático**

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo del martillo neumático en las labores de taladro en la obra a ejecutar.

Principales riesgos derivados:

- Ruido puntual.
- Ruido ambiental.
- Polvo ambiental.

- Sobreesfuerzo.
- Contactos con la energía eléctrica (líneas enterradas).
- Proyección de objetos y/o partículas.
- Los derivados de la ubicación del puesto de trabajo:
  - Caídas a distinto nivel.
  - Caídas de objetos sobre otros lugares.
  - Derrumbamiento del objeto (o terreno) que se trata con el martillo.
  - Vibraciones en miembros y órganos internos del cuerpo.
  - Rotura de manguera bajo presión.

#### Medidas preventivas a adoptar:

- El personal que deba utilizar martillos será especialista en el uso de esta máquina.
- Antes de desarmar un martillo se ha de cortar el aire. Es muy peligroso cortar el aire doblando la manguera.
- Mantener los martillos cuidados y engrasados. Asimismo, se verificará el estado de las mangueras, comprobando las fugas de aire que puedan producirse.
- No apoyar todo el peso del cuerpo sobre el martillo, puede deslizarse y caer.
- Hay que asegurarse del buen acoplamiento de la herramienta de ataque en el martillo.
- No hacer esfuerzos de palanca con el martillo en marcha.
- Se prohíbe dejar los martillos neumáticos abandonados, hincados en los materiales a romper.
- Antes del inicio del trabajo se inspeccionará el terreno (o elementos estructurales) para detectar la posibilidad de desprendimiento por la vibración transmitida.
- La circulación de viandantes en las proximidades del tajo de los martillos, se encauzará por el lugar más alejado posible.

#### Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de protección.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.

- Gafas de protección contra impactos.
- Ropa de trabajo.
- Protectores auditivos.
- Cinturón antivibratorio.
- Mascarillas antipolvo.

### **1.5.8 Mini compactador**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- Antes de poner en funcionamiento el pisón asegurarse de que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras.
- El personal que deba manejar los pisonos mecánicos, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de esta máquina.
- Evitar los desplazamientos laterales. La máquina puede descontrolarse y producir lesiones.
- El conductor debe utilizar siempre cascos o taponcillos antirruído. Evitará perder agudeza de oído o quedar sordo.
- Utilizar faja elástica, debido a la posición de la guía puede hacer inclinar un tanto la espalda y así se evitará el dolor de riñones y lumbalgia.

### **1.5.9 Mini dumper (motovolquete)**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- El personal encargado de la conducción del dúmper será especialista en el manejo de este vehículo. Preferiblemente, estará en posesión del carnet de conducir (Clase B).
- Los caminos de circulación interna serán los utilizados para el desplazamiento de los dúmperes, en prevención de riesgos por circulación por lugares inseguros.
- Se instalarán topes finales de recorrido de los dúmperes ante los taludes de vertido.
- Se prohíben expresamente los «colmos» del cubilote de los dúmperes que impidan la visibilidad frontal.

- En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablones y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper de forma desordenada y sin atar.
- Se prohíbe expresamente conducir los dúmperes a velocidades superiores a 20 km/h.
- Los dúmperes a utilizar llevarán en el cubilote un letrero en el que se diga cuál es la carga máxima admisible.
- Los dúmperes que se dediquen para el transporte de masas poseerán en el interior del cubilote una señal que indique el llenado máximo admisible, para evitar los accidentes por sobrecarga de la máquina.
- Se prohíbe expresamente el transporte de personas sobre los dúmperes.
- Los dúmperes estarán dotados de faros de marcha adelante y de retroceso.

#### **1.5.10 Retroexcavadora**

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina en funcionamiento.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y sin poner la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- Todo el personal de obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina, y se retirará la llave de contacto.
- Durante la excavación del terreno, la máquina estará calzada mediante sus zapatas hidráulicas.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.
- Se limpiará el barro adherido al calzado para que no resbalen los pies sobre los pedales.

### 1.5.11 Transpaleta

Se definen y establecen las medidas preventivas a adoptar:

- La transpaleta no debe utilizarse en centros de trabajo donde haya rampas en ciertas condiciones desfavorables como la superficie en mal estado, irregular o deslizante.
- La capacidad máxima de las transpaletas manuales indicada por el fabricante debe ser respetada, pero hay que tener en cuenta que a partir de una cierta carga los esfuerzos requeridos para arrastrar la carga son netamente superiores a las posibilidades humanas.
- Además, hay que tener en cuenta que el esfuerzo a realizar sobre el timón para la elevación de la carga está en función de:
  - Peso de la carga a transportar.
  - Concepción del grupo hidráulico y de la barra de tracción.
  - Cinemática del dispositivo de elevación.
- Las superficies de los locales de trabajo deberán ser de resistencia suficiente, llanas y libres de irregularidades.
- Los pasillos de circulación deberán estar delimitados y libres de objetos y diseñados de forma racional y de una anchura suficiente (entre las hileras de paletas debe haber la transpaleta y el operario que la manipula).
- Entre las paletas almacenadas se debe dejar un espacio de 20 cm como mínimo.
- Los lugares donde puedan existir entrecruzamientos deberán estar señalizados adecuadamente y, a ser posible, instalar espejos que faciliten la visión.
- Mantener en buen estado de limpieza las zonas y lugares de paso de las transpaletas para evitar el deslizamiento de las mismas o del propio operario que las maneja.
- Antes de efectuar la maniobra de bajada de la carga hay que fijarse alrededor para comprobar que no haya nada que pueda dañarse o desestabilizar la carga al ser depositada en el suelo. También debe comprobarse que no haya nadie en las proximidades que pudiera resultar atrapado por la paleta en la operación de descenso de la misma.

- Se deberán seguir siempre las normas de mantenimiento indicadas por los fabricantes, en especial lo concerniente al funcionamiento del sistema hidráulico, barra de tracción y ruedas.
- El operario deberá, ante cualquier fallo que se le presente, dejar fuera de uso la transpaleta mediante un cartel avisador y comunicarlo al servicio de mantenimiento para que proceda a su reparación.

## **1.6 Riesgos y medidas preventivas de los medios auxiliares**

### **1.6.1 Elementos de izado**

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de elementos de izado empleado en la descarga, carga y desplazamiento de material en la obra.

Principales riesgos derivados:

- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes/cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Desplome de objetos.

Medidas preventivas a adoptar:

- Los accesorios de elevación resistirán a los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.



- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

- Eslingas

- Se utilizarán preferentemente eslingas homologadas en vez de cables.
- En cada una debería figurar el marcado CE, la carga de trabajo y la etiqueta de certificado.
- Se desecharán y destruirán aquéllas que no tengan marcada la carga de trabajo o estén desgastadas, cortadas, dobladas, desgarradas, etc.
- Se tendrá cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
  - El propio desgaste por el trabajo.
  - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
  - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
  - Los sujetos cables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
  - El ángulo formado entre eslingas será de 90° como máximo, siendo recomendable un ángulo de 45°. Para conseguir dicho ángulo se dispondrá de eslingas de diferentes medidas. Se tendrá en cuenta la composición de fuerzas en función del ángulo a la hora de comprobar que se mantiene el factor de seguridad de los elementos auxiliares.
  - Se colocarán las eslingas procurando que el centro de gravedad de la carga caiga en la vertical del gancho.
  - Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.

- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
  - Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
  - En el inicio de la operación de elevación de una carga, se debe tensar suavemente la eslinga, elevar un poco aquélla y comprobar cualquier fallo en los amarres o falta de equilibrio antes de continuar con la maniobra.
- Argollas y anillos
    - Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.
    - La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
    - Es muy importante no sustituir nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.
    - Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.
    - Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.
  - Grilletes
    - No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
    - Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
    - Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
    - No podrán ser usados como ganchos.
    - Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
    - El cáncamo ha de tener el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
    - No calentar ni soldar sobre los grilletes.
  - Poleas

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
  - Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia ha disminuido.
  - Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
  - Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
  - Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
  - Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
  - Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
  - Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
  - Se prohíbe soldar sobre poleas.
- Cáncamos
    - Se calcularán en función del grillete que se vaya a emplear, y en consecuencia, en función del esfuerzo que la carga a producir.
    - El ojo tendrá un diámetro un poco mayor que el diámetro del grillete y será mecanizado. Los agujeros hechos a sopletes representan salientes que producen sobrecargas localizadas en el bulón.
    - Se empleará acero dulce para su construcción, comprobando que la chapa no presenta defectos de fabricación (hoja, fisuras, etc.).
    - No se someterán a enfriamientos bruscos.
    - La soldadura se efectuará con el electrodo básico.
    - Al efectuar la soldadura se tendrá muy en cuenta la perfecta terminación de las vueltas de los extremos, así como que no se realice sobre piezas mojadas.

- Antes de utilizar el cáncamo es preciso que haya enfriado la soldadura.

EPIs a utilizar:

- Casco.
- Guantes.
- Calzado de seguridad.
- Faja de protección sobreesfuerzos.

### **1.6.2 Escaleras horizontales (“escaleras de gancho”)**

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de la escalera de gancho para cualquier fase de obra donde sea necesario su uso.

Principales riesgos derivados:

- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento lateral o vertical por incorrecto anclaje.
- Rotura de cuerda por defectos ocultos o sobretensión.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos.

Medidas preventivas a adoptar:

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- No estarán suplementadas con uniones soldadas.
- Se utilizarán montadas sobre estructuras que garanticen su estabilidad.
- Las escaleras horizontales estarán dotadas en sus ganchos superiores de cadenas o sistemas análogos para proceder a su amarre.
- El amarre en su parte inferior se realizará mediante cuerdas y conectores homologados para trabajos en altura, con una resistencia mínima de 22 y 15 kN respectivamente.

- La cuerda de amarre deberá estar fijada a un punto de anclaje con una resistencia mínima de 10 kN.
- La utilización por parte de los trabajadores se realizará de uno en uno.
- Durante la realización de trabajos en dicha escalera se deberá utilizar un sistema de posicionamiento (cinturón de anclaje, etc.) y un sistema de seguridad anticaídas (cabo de anclaje en Y, línea de vida con sistema anticaídas, etc.)

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.

### **1.6.3 Escaleras manuales**

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes al empleo de escaleras manuales para cualquier fase de obra donde sea necesario su uso.

Principales riesgos derivados:

- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Caídas al mismo nivel.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).

Medidas preventivas a adoptar:

- De aplicación al uso de escaleras de madera:

- Las escaleras de madera a utilizar tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.
- De aplicación al uso de escaleras metálicas:
  - Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
  - Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
  - Las escaleras metálicas a utilizar no estarán suplementadas con uniones soldadas.
  - El uso de escaleras metálicas será restringido, estudiándose para cada trabajo en particular.
- De aplicación al uso de escaleras de tijera:
  - Son de aplicación las condiciones enunciadas en los primeros apartado de los apartados anteriores para las calidades "madera o metal".
  - Las escaleras de tijera a utilizar estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
  - Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura de cadenilla (o de cable de acero) de limitación de apertura máxima.
  - Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales, abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
  - Las escaleras de tijera en posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
  - Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
  - Las escaleras de tijera no se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
  - Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.

- Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen:
  - En cuanto a la inclinación, cargas y distancias se cumplirá lo indicado en la normativa aplicable.
  - Las escaleras normales nunca se utilizarán como andamio. Para trabajos en cadenas de aisladores se utilizarán escaleras reforzadas y con dispositivos anticaídas; éstas serán de material aislante en todas sus partes.
  - Los trabajos que se realicen a mas de 3,5m de altura que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
  - En el trabajo con escaleras será de aplicación lo establecido en el apartado sobre DELIMITACION DE ZONAS Y SEÑALIZACION.
  - En el movimiento y traslado de escaleras en instalaciones de A.T. se extremarán las precauciones en cuanto a distancias de seguridad.
  - Antes de la utilización será necesario proceder a una inspección visual con el fin de comprobar su estado general de uso.
  - Se seleccionará el tipo adecuado de escalera en función del trabajo a desarrollar.
  - En su utilización se cuidará la perfecta estabilidad de la misma.
  - Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.
  - Las escaleras de mano a utilizar estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
  - Las escaleras de mano a utilizar estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
  - Las escaleras de mano a utilizar sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.
  - Las escaleras de mano a utilizar se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
  - Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano.
  - Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

- El acceso de trabajadores a través de las escaleras de mano se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más trabajadores.
- El ascenso, descenso y trabajo a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

Protecciones individuales a utilizar:

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad arnés con sistema de seguridad y posicionamiento.
- Cinturón porta-herramientas.



## **2 PLIEGO DE CONDICIONES**

### **2.1 Normativa vigente**

#### **2.1.1 Legislación aplicable**

En este apartado se tienen en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley de Prevención de Riesgos laborales (Ley 31/1995 de 8/11) (B.O.E. 10-11-95). Modificaciones efectuadas por la Ley 50/1998 de 30 de diciembre
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo 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 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/1997) (B.O.E. 31-1-97).
- Real Decreto. 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Real Decreto 1/1995, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción (4-5-98) (B.O.E. 20-5-92).
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en la construcción, vidrio y cerámica. Capítulo XVI (excepto secciones primera y segunda). O.M. 28-7-70.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (Real Decreto 485/1997 de 14 de abril) (B.O.E. 23-4-97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (en los apartados aplicables a las obras de construcción) (Real Decreto 486/1997 de 14 de abril) (B.O.E. 23-4-97).

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (Real Decreto. 487/1997 de 14 de abril) (. B.O.E. 23-4-97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio) (B.O.E. 7-8-97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo) (B.O.E. 12-6-97).
- Real Decreto 1407/92, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Modificación del Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social (Real Decreto 576/1997 de 18 de abril) (B.O.E. 24-4-97).
- Protección de la seguridad y salud de trabajadores contra riesgos de agentes químicos. Real Decreto 374/2001.
- Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997 de 12 de mayo) (B.O.E. 24-5-97), modificado por el Real Decreto 1124/2000.
- Real Decreto 1389/1997 de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad de los trabajadores en las actividades mineras.
- Reglamento de Explosivos. (Real Decreto 230/98 de 16 de febrero).
- Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible aprobado por el Decreto 494/1988.
- Orden de 15 de diciembre de 1988. Instrucciones técnicas complementarias del reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible.
- Ley 20/86 Ley básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/02 de 2 de agosto).
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (Real Decreto 614/2001 de 8 de junio) (B.O.E. 21-6-2001).

- Decreto 3151/1.968, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación.
- Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. 27-12-00).
- Real Decreto 7/88 sobre exigencias de seguridad de material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Reglamento de aparatos elevadores para obras (O.M. 23-5-77) (14-6-77).
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (Decreto 30-11-61) (B.O.E. 7-12-61).
- Orden de 15 de Marzo de 1963, por la que se aprueba una Instrucción que dicta normas complementarias para la aplicación del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Protección de los trabajadores contra riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo. Convenio OIT 20-6-77. Ratificado por Instrumento 24-11-80 (30-12-81).
- Reglamento de aparatos a presión (Decreto 4-4-79) (B.O.E. 29-5-79).
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su posterior modificación en el Real Decreto 56/1995, de 20 de enero.
- Seguridad en las máquinas. Real Decreto 590/1989, 19-5-89 (B.O.E. 3-6-89). Real Decreto 830/91 de 24-5-91.
- Reglamento de seguridad en máquinas (Real Decreto 1849/2000).
- Directiva 89/655/CEE disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización sobre los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores.
- Real Decreto 245/1.989, en que se establece la Regulación de la potencia acústica de maquinarias.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía, del 17 de noviembre de 1.989, en la que se modifica el Real Decreto 245/1.989, del 27 de febrero, "Complementa el Anexo I, adaptando la Directiva 89/514/CEE, del 2 de agosto de 1.989, referente

a la limitación sonora de palas hidráulicas, palas de cable, topadores, frontales, cargadoras y palas cargadoras”.

- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM-3, del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a carretillas automotoras de manutención aprobada por la Orden del 26 de mayo de 1.989
- Instrucción Técnica complementaria MIE-AEM-4, sobre grúas móviles autopropulsadas usadas, aprobada por Real Decreto 2370/1.996, de 18 de noviembre.
- Apertura previa o reanudación de actividades en centros de trabajo (6-10-86) (B.O.E. 8-10-86) y (O.M. 6-5-88) (B.O.E. 16-2-88). Orden 26/4/99 modificándolo.
- MIE-AEME2 - Grúas torre desmontables para obras (28-6-88) (B.O.E. 7-7-88, 5-10-88 y 24-4-90).
- Protección de los trabajadores frente al ruido (Real Decreto 1316/1989) (B.O.E. 9-11-89).
- Real Decreto 1513/1991, de 11 de octubre, que establece las exigencias sobre los certificados y las marcas de cables, cadenas y ganchos.
- Real Decreto 159/1995, en el que se modifica el marcado “CE” de conformidad y el año de colocación.
- Real Decreto 2291/1985 por el que se aprueba el Reglamento de los aparatos de elevación y manutención.
- Legislación autonómica de Galicia

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en la legislación anterior, así como cualquier otra normativa no recogida anteriormente, o que sea publicada con posterioridad, y que sea de aplicación para los trabajos realizados.

### **2.1.2 Principios generales en la ejecución de la obra**

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.

- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Se utilizarán los equipos de protección adecuados en función de la fase de obra que se esté desarrollando.

### **2.1.3 Vigilancia, inspección y Control periódico de las condiciones de trabajo**

Conforme el Artículo 16 “Evaluación de los riesgos” de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el control periódico de las condiciones de trabajo se realizará desde los siguientes puntos de vista.

- Revisiones periódicas de los equipos de trabajo.
- Revisiones periódicas de los equipos de protección individual.
- El recurso preventivo de la contrata (disposición adicional decimocuarto de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales) vigilará el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud y comprobará la eficacia de estas. La presencia del recurso preventivo en obra es preceptiva y será permanente cuando se realicen los siguientes trabajos:
  - Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura.
  - Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimiento de tierras subterráneos.

- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.
- Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos.
- Revisiones periódicas de obras por la Dirección Facultativa. El coordinador de seguridad y salud (integrado en la Dirección Facultativa) visitará periódicamente las obras.
- Revisiones periódicas de las condiciones de trabajo por parte del jefe de obra de cada contratista.

La función de inspección y control se ejercerá en cualquier caso por el personal directivo, técnico o subalterno de cada una de las empresas participantes.

La Inspección y Control de la Prevención de Riesgos Laborales es responsabilidad directa de la siguiente organización:

- Jefe o Responsable de la Instalación.
- Jefe de Obras.
- El recurso preventivo de la contrata (disposición adicional decimocuarto de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales).
- Coordinador de Seguridad y Salud.

Se realizarán inspecciones de seguridad en los trabajos. Estas inspecciones se realizarán sobre el abanico total de los trabajos y procurando realizárselo, al menos en alguna ocasión, a cada una de las empresas contratistas. Se llevará registro de estas inspecciones para certificar el cumplimiento del deber in vigilando del contratista.

Cuando cualquier persona aprecie anomalías en las obras o en las instalaciones, que puedan repercutir en la seguridad de las personas o bienes, cumplimentará los partes correspondientes. Si la anomalía es detectada por personal de las Empresas de Contrata, se notificará al encargado de la Empresa de Contrata para que éste a su vez lo notifique al representante de la dirección facultativa y que verifique y cumplimente los partes indicados.

La dirección facultativa adoptará las acciones correctoras oportunas para subsanar la deficiencia comunicada.

Toda persona con responsabilidad en el desarrollo de las obras, deberá tener en cuenta en sus inspecciones periódicas la incidencia de los mismos en la seguridad de las personas o bienes.

## **2.2 Procesos técnicos de referencia para el desarrollo de actividades**

### **2.2.1 Acceso y permanencia en instalaciones**

- Cualquier persona ajena tendrá que solicitar autorización para poder ejecutar cualquier tipo de trabajo en las instalaciones dependientes de la propiedad. La autorización deberá solicitarse al responsable de las instalaciones, indicando fecha, hora, tipo de obra a realizar y duración del mismo y ajustándose a los Procedimientos establecidos.
- Los trabajadores de la Empresa de Contrata que vayan a realizar trabajos o prestar el servicio en las instalaciones, deberán acceder siempre a las mismas acompañados del encargado de los trabajos de la Empresa de Contrata. El responsable de dichos trabajos y/o instalaciones, en el caso de que en función de las obras a realizar, así lo considerase necesario, asistirá a la contrata en el primer acompañamiento y para los sucesivos que pudieran realizarse.

#### Instalaciones compartidas:

- En instalaciones compartidas con otras empresas, cada Empresa será responsable de las actuaciones de su propio personal y del de las Empresas por ella contratadas.
- Cuando concurren varias empresas en un mismo centro de trabajo establecerán los medios de coordinación para la prevención de riesgos laborales necesarios según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.

### **2.2.2 Trabajos en centros de transformación y seccionamiento**

- Antes del inicio de los trabajos, se cumplirán las normas indicadas en el apartado sobre ACCESO Y PERMANENCIA EN INSTALACIONES CERRADAS.

- La señalización de la zona de trabajo se realizará de acuerdo con el apartado sobre DELIMITACION DE ZONAS Y SEÑALIZACION poniendo especial atención en la identificación de los elementos objeto del trabajo.
- Durante el desarrollo de los trabajos, queda prohibido retirar protecciones físicas y enclavamientos en las instalaciones no afectadas por los mismos.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Una vez finalizados los trabajos, se retirarán los enclavamientos y protecciones utilizados para los mismos antes de proceder a dar tensión a las instalaciones afectadas.
- Se pondrá especial atención en que al término de los trabajos, queden cerrados los accesos a las instalaciones.

#### Alta tensión:

- Se deberá tener en cuenta todo lo establecido en el Procedimiento de Descarga en instalaciones de tensión  $1\text{kV} \leq V \leq 33\text{ kV}$  y en el Procedimiento de régimen especial de explotación para instalaciones de tensión  $> 1\text{ kV}$ .
- En todo momento se verificarán y respetarán las distancias de seguridad a las partes con tensión y cuando ello no sea posible se solicitará el Descarga, se apantallará o se efectuará con los procedimientos de TRABAJOS EN TENSION, según criterios del Real Decreto 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad.

#### Baja tensión:

- Estos trabajos se realizarán según los criterios establecidos en el Real Decreto 614/2001.
- Todo circuito será considerado en tensión mientras no se verifique lo contrario con aparatos adecuados.
- En toda instalación de baja tensión se utilizarán siempre herramientas aisladas, incluso en aquellos trabajos que se realicen sin tensión.



- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc... en todos los conductores, incluido el neutro.
- Si no es posible el aislamiento anteriormente indicado o persiste el riesgo eléctrico se procederá de acuerdo con DESCARGOS.

#### Mediciones, ensayos y verificaciones:

- En todos los trabajos de mediciones de tensión de paso y contacto, verificación de relés, mediciones de parámetros de funcionamiento de máquinas y equipos, etc... deberán adoptarse como mínimo las siguientes prevenciones, según criterios del Real Decreto 614/2001, Anexo IV, Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.
- Control y señalización de la fuente de alimentación.
- Señalización, delimitación y control de acceso a la Zona de Trabajo.
- Desconexión previa de la fuente de alimentación para realizar el cambio de conexiones.
- Aspectos relacionados con la puesta a tierra de los equipos utilizados para las pruebas.
- Forma de utilizar los equipos de pruebas. Seguir las instrucciones de uso y recomendaciones del fabricante.

#### **2.2.3 Delimitación de zonas y señalización**

- Se delimitarán las zonas de trabajo y aquellas que puedan suponer riesgo con respecto a los elementos en tensión.
- Esta delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con material adecuado (cadenas, carteles de aviso, señales luminosas, banderolas, etc).
- Cuando sea de aplicación, se distinguirán claramente los límites que definen la Zona de trabajo y la Zona protegida, a efectos de la seguridad de las personas que intervengan en la ejecución de los trabajos.
- La zona de trabajo delimitada y señalizada mediante los materiales destinados al efecto será lo más pequeña posible y siempre comprendida entre los equipos de puesta a tierra más próximos al lugar de trabajo.

- Los cordones, cintas, cadenas, etc, se colocarán aproximadamente a  $90 \pm 20$  cm sobre el nivel del suelo o de las plataformas de trabajo, pudiendo delimitarse a una altura superior, siempre que a menor altura existan protecciones adecuadas que impidan totalmente el acceso a los elementos en tensión.
- La colocación de la cinta delimitadora, cordón, etc. preverá los accesos a la zona de trabajo, en los lugares más racionales, siendo de una amplitud adecuada a los materiales, equipos, etc. a transportar en su interior. El número de accesos previstos por la delimitación será siempre el mínimo posible.
- Los elementos delimitadores se fijarán a las estructuras próximas o a soportes especiales diseñados al efecto. En cualquier caso, las estructuras sustentadoras de las cintas, cadenas, cordones, etc... contenidas total o parcialmente dentro de la zona delimitada, no facilitarán acceso directamente a los elementos en tensión.

#### **2.2.4 Trabajos especiales**

- El contenido de este apartado se refiere a todos aquellos trabajos no recogidos en el desarrollo de la normativa y procedimientos internos establecidos, teniendo en cuenta que cuando la complejidad del trabajo o la singularidad de los riesgos así lo aconsejen, se realizará un estudio que contendrá como mínimo los siguientes apartados:
  - Procedimiento Técnico del Trabajo.
  - Análisis de los riesgos propios del trabajo a realizar.
  - Procedimiento de seguridad para la realización del trabajo.
  - Medios de prevención y protección a utilizar.

#### **2.3 Condiciones técnicas de la maquinaria/equipos de trabajo**

- Para la aplicación del Real Decreto 1215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, el fabricante de dichos equipos suministrará documentación donde se reflejen al menos las siguientes características:
  - Identificación del equipo de trabajo.
  - Disposiciones legales o reglamentarias de aplicación (seguridad del producto).

- Documentación que debe aportar el fabricante, distribuidor o importador del equipo de trabajo.
- Condiciones técnicas de obligado cumplimiento por el equipo de trabajo.
- Condiciones de obligado cumplimiento en el uso de equipos de trabajo.
- Restricciones de uso.
- Comprobaciones periódicas a realizar al equipo de trabajo.
- Formación e información necesaria para la utilización del equipo de trabajo.
- Riesgos no evitados y acciones preventivas para controlar dicho riesgo.
- La maquinaria cumplirá lo indicado en el Reglamento de Seguridad de máquinas Real Decreto 1495/86, sobre todo lo que se refiere a las instrucciones de uso, expuestas en el capítulo IV, a Instalación y puesta en servicio, capítulo V, e instrucciones y revisiones periódicas, capítulo VI y reglas generales de seguridad capítulo VII y el Real Decreto 1215, en lo que se refiere a las disposiciones de seguridad en máquinas.
- Cumplirán las condiciones establecidas en el Anexo IV. Parte C. Puntos 6, 7 y 8 del Real Decreto 1627/97.
- Dispondrán de marcado CE y declaración de conformidad del fabricante. Además el fabricante proporcionará libro de instrucciones con normas de utilización y mantenimiento. Estarán en perfecto estado de uso y mantenimiento.
- La maquinaria de todos los accesorios de prevención establecidos, será manejada por personal especializado, se mantendrán en buen uso, para lo cual se someterán a revisiones periódicas y en caso de averías o mal funcionamiento se paralizarán hasta su reparación.
- El responsable de los trabajos velará por el correcto estado de las máquinas, vehículos, herramientas y equipos, pudiendo exigir la acreditación de las revisiones periódicas cuando sean preceptivas, paralizando su utilización si éstas no son acreditadas.
- La utilización de las máquinas, herramientas y equipos se realizará únicamente por personal cualificado para ello. Para el manejo de aquellos elementos que lo requieran, se podrá exigir la correspondiente acreditación.
- Toda máquina se trasladará desconectada de su fuente de energía, hasta la zona donde vaya a ser utilizada.
- Cada trabajador será responsable de la máquina, herramienta o equipo asignado y de su disposición en lugar adecuado.

- Sin perjuicio de los controles anteriormente mencionados se podrán fijar acciones preventivas, en relación con su conservación, manipulación, almacenamiento y transporte.
- Las máquinas con ubicación variable, tales como sierra circular, vibrador, soldadura, etc., serán revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo de la Jefatura de la obra, con la ayuda del Recurso preventivo en la obra, la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
- El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra, deberá estar debidamente autorizado para ello, por parte de la Jefatura de la obra, proporcionándole las instrucciones concretas de uso.

## **2.4 Condiciones técnicas de los medios de protección colectiva**

### CONDICIONES GENERALES

Se emplearán con preferencia a las individuales y de acuerdo a las distintas unidades o trabajos a ejecutar. Tendrán siempre un seguimiento y control de las condiciones de montaje y del estado en que se encuentren.

- 1º Las protecciones colectivas de esta obra, estarán en acopio disponible, según lo previsto en el Plan de ejecución de obra.
- 2º Antes de ser necesario su uso, estarán en acopio real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación.
- 3º Serán instaladas previamente al inicio de cualquier trabajo que requiera su montaje. Queda prohibida la iniciación de un trabajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esta esté montada por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.
- 4º Será desmontada de inmediato, toda protección colectiva en uso en la que se aprecien deterioros con merma efectiva de su calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual.

- 5º Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva prevista. Si esto ocurre, la nueva situación será definida para concretar exactamente la nueva disposición o forma de montaje, previamente aprobados por la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud.
- 6º Las protecciones colectivas proyectadas en este trabajo, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra; es decir: trabajadores de la empresa principal, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de la Propiedad; visitas de las inspecciones de organismos oficiales o de invitados por diversas causas.
- 7º El montaje y uso correcto de la protección colectiva definida en este Estudio, es preferible al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo; en consecuencia, no se admitirá el cambio de uso de protección colectiva por el de equipos de protección individual.
- 8º Existirá una conservación y mantenimiento, en la posición de uso prevista y montada, de las protecciones colectivas que fallen por cualquier causa, hasta que se realice la investigación con la asistencia expresa de la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud. En caso de fallo por accidente de persona o personas, se procederá según las normas legales vigentes, avisando además sin demora, inmediatamente, tras ocurrir los hechos, a la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud.
- 9º El área de trabajo debe mantenerse siempre libre de obstáculos si el trabajo se realiza sin interrupción de circulación debe de estar perfectamente balizado y protegido.
- 10º Si la descarga de los productos se hace con grúas, estas deben llevar elementos de seguridad contra la caída de los mismos. Para evitar peligro de vuelco, ningún vehículo irá sobrecargado, y se evitará su mala repartición.
- 11º Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente del orden de 120 lux en las zonas de trabajo y de 10 lux en el resto. En los trabajos de mayor definición se emplearán lámparas portátiles.

Señalización de riesgos en el trabajo:

- Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1997, que no se reproduce por economía documental. Desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian, sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada.
- Existirá un mantenimiento periódico de señales, que garantice su eficacia.

#### Vallas de cierre:

- Estas vallas se situarán en el límite de la parcela para protección de todo el recinto de la obra y entre otras reunirá las siguientes condiciones:
- Tendrán 2 metros de altura.
- Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente de acceso de personal.
- La valla se realizará a base de pies de madera y mallazo metálico electrosoldado.
- Ésta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.
- Dispondrá de señalización de "Prohibido el paso a personas ajenas" y "Prohibido aparcar por las entradas".

#### Vallas autónomas de limitación y protección:

- Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

#### Pasillos de seguridad para peatones:

- Se realizará un pasillo de seguridad para los peatones siempre que se inutilice su paso por la acera se realizará por la calzada protegida tanto el lateral de la excavación como el lado del tráfico rodado.

## 2.5 Condiciones técnicas de los medios de protección individual

### CONDICIONES GENERALES

Todo elemento de protección personal se ajustará a lo reglamentado en:

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Para la aplicación del Real Decreto 773/1997, la empresa contratista deberá elaborar una documentación en la que se reflejen las siguientes características de cada EPI.

- Identificación del equipo de protección individual.
- Norma técnica de aplicación.
- Riesgo que protege. Origen y forma de estos.
- Disposiciones legales o reglamentarias de aplicación (seguridad del producto).
- Documentación que debe aportar el fabricante, distribuidor o importador.
- Identificación y características técnicas del EPI.
- Riesgos no evitados debido al EPI y a su uso.
- Comprobaciones periódicas a realizar al equipo de trabajo.
- Formación e información necesaria para la utilización del equipo de trabajo.

El personal de obra que comunique desconocer el uso de algún elemento de protección, será instruido sobre su utilización. En el caso concreto del sistema anticaídas (arnés, dispositivo anticaídas y línea de vida), será preceptivo que se dote al operario el punto de anclaje o, en su defecto, las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

Cuando por circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, o en aquellos casos en que por su uso se haya adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, se

procederá a la reposición inmediatamente de dicha prensa o equipo, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, por ejemplo por un accidente, será desechado y reemplazado al momento.

Existirá un pequeño almacenamiento de equipos de protección individual ante el posible deterioro.

- Casco de seguridad no metálico:
  - Debe poseer la marca CE (según Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre). La Norma UNE-397, establece los requisitos mínimos (ensayos y especificaciones) que deben cumplir estos equipos, de acuerdo con el Real Decreto 1407/1992.
  - Las exigencias específicas para prevenir los riesgos, son las comprendidas en el Real Decreto 1407/1992 en su Anexo II, apartado 3.1.1.
- Calzado de seguridad:
  - El calzado de seguridad estará provisto de puntera de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos debidos a caídas de objetos, golpes y aplastamientos, y suela de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos.
  - El equipo debe estar certificado y poseer “marca CE” (según Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre). Asimismo le serán de aplicación las Normas EN-344, EN-345, EN-346, EN-347, que establecen los requisitos mínimos (ensayos y especificaciones) que deben cumplir los EPIs del pie para ajustarse al citado Real Decreto.
  - Las exigencias específicas en los riesgos que hay que prevenir en prendas de protección referentes a los pies, son las contenidas en el Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre, punto 3 del Anexo II.
- Protector Auditivo:
  - El equipo debe estar certificado y poseer sello de calidad (según Real Decreto 1407). Deberá llevar el índice de comodidad. Las Normas EN-352-1 y EN-352-2, establecen los requisitos mínimos (ensayos y especificaciones) que deben



- cumplir los protectores para ajustarse a los requisitos del Real Decreto 1407/1992.
- La atenuación acústica que proporcione debe ser suficiente para el puesto de trabajo que se trate. (No deben superar los valores límite de exposición diaria prescritos en el Real Decreto 1316/1989).
  - Guantes de seguridad:
    - Los guantes de seguridad utilizados por los operarios serán de uso general anticorte, antipinchazos y antierosiones para el manejo de materiales, objetos y herramientas.
    - Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.
    - Se adoptarán a la configuración de las manos haciendo confortable su uso.
    - La talla, medida del perímetro del contorno del guante a la altura de la base de los dedos, será la adecuada al operario.
    - Los guantes con marcado CE deben cumplir con las Normas CE-EN-388 y EN-420, que establecen los requisitos mínimos (ensayos y especificaciones) que deben cumplir los protectores para ajustarse a los requisitos del Real Decreto 1407/1992.
  - Gafas de seguridad:
    - Estar certificado (certificado de conformidad, Marca CE, Garantía de Calidad de fabricación), de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 1407/92 y Normas Armonizadas.
    - Ser de uso personal; si por circunstancias es necesario el uso de un equipo por varios trabajadores, deberán tomarse las medidas para que no causen ningún problema de salud o de higiene a los usuarios.
    - Venir acompañado por la información técnica y guía de uso, mantenimiento, contraindicaciones, caducidad, etc., reglamentada en la Directiva de certificación.
    - El campo de uso de los equipos de protección ocular viene regulado por la Norma EN 166, donde se validan los diferentes tipos de protectores.

- La norma EN 167, EN-168, EN-169, EN-170, EN-171 establece los requisitos mínimos (ensayos y especificaciones) que deben cumplir los distintos tipos de protectores.
- Mascarilla antipolvo:
  - Adjuntará el fabricante:
    - Manual de Instrucciones, según Real Decreto 1407/92 (debe especificarse el factor de protección del equipo).
    - La norma EN 149:1991 CE, (FFP1; polvo nocivo) establece los requisitos mínimos (ensayos y especificaciones) que deben cumplir.
    - Garantía de cumplir con el Real Decreto 1407/92 y Normas Armonizadas (Declaración de conformidad, Marca CE, Certificado del fabricante o Garantía de Calidad de fabricación).
- Botas impermeables al agua y a la humedad:
  - El equipo debe estar certificado y poseer “marca CE” (según Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre). Asimismo le serán de aplicación las Normas EN-345 S5 para las botas de PVC con suela en PVC, puntera y plantilla de acero antiperforante.

## **2.6 Condiciones técnicas para cumplir por las instalaciones provisionales de obra**

### **2.6.1 Protección contra incendios**

Esta obra está sujeta al riesgo de incendio, por consiguiente para evitarlos o extinguirlos, se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento:

- 1º Queda prohibida la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- 2º Se establece como método de extinción de incendios, el uso de extintores cumpliendo la norma UNE 23110, aplicándose por extensión, la norma NBE CP1-96.
- 3º Todo el personal de la obra tendrá conocimiento de la ubicación de los equipos de extinción, y de la manera de actuación ante una situación de emergencia.

Los extintores serán los conocidos con los códigos "A", "B" y los especiales para fuegos eléctricos. En las "literaturas" de las mediciones y presupuesto, quedan definidas todas sus características técnicas, que deben entenderse incluidas en este pliego de condiciones técnicas y particulares y que no se reproducen por economía documental.

Lugares de esta obra en los que se instalarán los extintores de incendios:

- Acopios especiales con riesgo de incendio.
- En el vehículo de trabajo.
- Cerca de aquellos tajos de soldadura y presumibles de poder ocurrir un incendio.

#### Mantenimiento de los extintores de incendios:

- Los extintores serán revisados periódicamente y como máximo cada seis meses, concertado con una empresa especializada colaboradora del ministerio de industria para esta actividad.
- Los extintores de incendio, emplazados en la obra y en los vehículos, serán portátiles, estarán fabricados con acero de alta embutibilidad y alta soldabilidad. Se encontrarán bien acabados y terminados, sin rebaba, de tal manera que su manipulación nunca suponga un riesgo por sí misma
- Los extintores llevarán soporte para su anclaje y dotados con manómetro. La simple observación de la presión del manómetro permitirá comprobar el estado de su carga.
- Los extintores estarán esmaltados en color rojo, visiblemente localizados con fácil acceso, manteniendo un área libre de obstáculos alrededor del aparato, y colocando una señal donde su visibilidad esté obstaculizada.
- El extintor siempre cumplirá la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP 5.
- Se utilizarán extintores polivalentes de 6 Kg. de peso.

#### **2.6.2 Almacenamiento y señalización de productos**

Los productos, tales como disolventes, pinturas, barnices, adhesivos, etc. y otros productos de riesgo se almacenarán en lugares limpios y ventilados con los envases debidamente cerrados, alejados de focos de ignición y perfectamente

señalizados. El carácter específico y la toxicidad de cada producto peligroso, estará indicado por la señal de peligro característica.

## **2.7 Vigilancia de la salud y primeros auxilios**

- Todos los trabajadores que empiecen a trabajar en la instalación deberán pasar un reconocimiento previo al trabajo atendiendo a los condicionantes definidos en el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Al realizar trabajos marcadamente sucios, se facilitará los medios especiales de limpieza.
- En obra permanecerá siempre un botiquín con material de primeros auxilios. Dicho botiquín se encontrará en local limpio y adecuado al mismo, quedando convenientemente señalizado.
- El botiquín se encontrará cerrado, pero no bajo llave o candado para no dificultar el acceso a su material en caso de urgencia.
- La persona habitualmente encargada de su uso repondrá, inmediatamente, el material utilizado. Independientemente de ello se revisará mensualmente el botiquín reponiendo o sustituyendo todo lo que fuera preciso.

## **2.8 Medidas de emergencia**

Atendiendo al Artículo 20 “Medidas de emergencia” de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y teniendo en cuenta la actividad a realizar, se analizan las distintas situaciones de emergencia.

**EMERGENCIA:** Cualquier contingencia que no pueda ser dominada por una situación inmediata de quienes la detectan y puede dar lugar a situaciones críticas, o que para su control sean necesarios medios especiales.

Los objetivos básicos de cualquier actuación de emergencia son:

- Combatir el siniestro en su fase inicial
- Organizar la evacuación de personas y bienes
- Prestar una primera ayuda a las posible víctimas
- Comunicar a los servicios de emergencias de la situación, para su intervención
- Restablecer la normalidad una vez controlado el siniestro

Para ello distinguiremos según el tipo de emergencia y se darán las pautas a seguir para la correcta gestión de la emergencia. Las emergencias principales analizadas en este documento son:

- Accidente de Trabajo
- Incendios

### ACCIDENTES DE TRABAJO

Ante un accidente de trabajo debemos actuar rápidamente pero manteniendo la calma.

Deberemos efectuar un recuento de víctimas, pensando en la posibilidad de la existencia de víctimas ocultas, y no atendiendo en primer lugar al accidentado que nos encontremos o al que más grite, sino siguiendo un orden de prioridades.

- ALERTAR a los equipos de emergencia indicando:
  - Lugar o localización del accidente.
  - Tipo de accidente o suceso.
  - Número aproximado de heridos.
  - Estado o lesiones de los heridos, si se conocen.
  - Circunstancias o peligros que puedan agravar la situación.

Se facilitará el número desde el que se llama con el fin de poder establecer un contacto posterior para informar o recabar más datos.

Se comunicará también con el responsable del trabajo del contratista y/o el responsable de compañía suministradora, quienes aplicarán el siguiente paso.

El responsable del trabajo y/o compañía suministradora, tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

- PROTEGER y asegurar el lugar de los hechos, con el fin de evitar que se produzcan nuevos accidentes o se agraven los ya ocurridos. Para ello se asegurará o señalará convenientemente la zona y se controlará o evitará el riesgo de incendio, electrocución, caída, desprendimiento, etc., que pudiera afectar a las víctimas e, incluso, a los auxiliares.

Ante cualquier accidente, y hasta la llegada de los equipos de emergencia, se actuara basándose en las siguientes premisas:

- SOCORRER al accidentado o enfermo repentino "in situ", prestándole unos primeros cuidados hasta la llegada de personal especializado que complete la asistencia, procurando así no agravar su estado. Los trabajadores que realicen trabajos en tensión en alta tensión, deberán obligatoriamente disponer de formación específica en primeros auxilios.

Para ello es necesario disponer de un botiquín de primeros auxilios.

Una vez que el accidentado haya recibido los primeros auxilios, se procederá a la comunicación del accidente atendiendo al siguiente esquema:

<b>COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL</b>
<p>Accidentes leves</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al Coordinador de Seguridad y Salud</li> <li>- Al responsable del trabajo</li> <li>- A la autoridad laboral en los plazos y términos determinados en la normativa oficial</li> </ul>
<p>Accidentes graves y muy graves</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al Coordinador de Seguridad y Salud</li> <li>- Al responsable del trabajo</li> <li>- A la Autoridad Laboral dentro de las 24 horas siguientes mediante fax o telegrama</li> </ul>
<p>Accidentes mortales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al Coordinador de Seguridad y Salud</li> <li>- Al juzgado de guardia o a la policía. Para que procedan al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales oportunas</li> <li>- Al responsable del trabajo</li> <li>- A la Autoridad Laboral mediante fax o telegrama</li> </ul>

Tabla 2.8.1 – Comunicaciones en caso de accidente laboral.

Cuando el accidente o incidente motive la evacuación de una parte o la totalidad de la instalación, el personal de las empresas contratadas actuará de acuerdo con las normas para caso de emergencia, y en su caso, las instrucciones del responsable de los trabajos y/o del responsable de la instalación.

Por tanto, cuando se produzca un accidente en la obra, excepto el accidente sin baja, por Legislación Vigente, ha de cumplimentarse el parte oficial, el cual ha de

ser entregado en un plazo máximo de cinco días a la Dirección Provincial de Trabajo y Seguridad Social en el caso de accidentes graves, muy graves o mortales, se comunicará en el plazo de 24 horas por medio de telegrama.

En el citado impreso se indicarán los siguientes datos:

- Datos del trabajador.
- Datos de la empresa.
- Lugar del centro de trabajo.
- Datos del accidentado en cuanto a:
  - Fecha.
  - Lugar.
  - Hora del día.
  - Día de la semana.
  - Testigos.
  - Fecha de la baja médica.
  - Hora de trabajo.
  - Descripción del accidente.
  - Forma en que se produjo.

Con fecha 19 de noviembre de 2002 se publicó en el BOE la Orden TAS/2926/2002, por la que se establecen los nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.

Es de destacar como muy importante la obligación que tiene el empresario de comunicar, además de cumplimentar el correspondiente parte de accidentes, por telegrama u otro medio de comunicación análogo a la autoridad laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, en los casos de:

- Fallecimiento del trabajador.
- Accidente considerado como grave o muy grave.
- Que el accidente afecte a más de 4 trabajadores (pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la empresa).

El *Artículo 16 “Evaluación de riesgos” de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en su punto número 3*, establece que cuando se haya producido un daño para la salud o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el Artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, se llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

Con carácter general se elaborará un Informe de todos los accidentes que se produzcan durante la realización de trabajos en tensión, así como de todos los accidentes de tipo eléctrico con independencia de cuáles sean sus causas y consecuencias.

Asimismo se deberá elaborar con carácter confidencial un Informe detallado tanto de los accidentes con baja e incidentes que le sean solicitados por la compañía suministradora, como de los accidentes con baja con calificación médica grave y muy grave (accidentes con posibles secuelas y mortales).

## INCENDIOS

Para la adecuada ejecución de las medidas de emergencia que permitan hacer frente a un eventual incendio, es necesario que se cumplan las siguientes medidas preventivas.



<b>PREVENCION</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Las zonas de paso y las salidas deberán mantenerse despejadas en todo momento y debidamente señalizadas. No acumule materiales u objetos que impidan el paso de las personas o el acceso a equipos de emergencias (extintores, botiquines, salidas de emergencias).</li><li>➤ Respete las vías de circulación y la señalización existente.</li><li>➤ Los almacenamientos de materiales deben ser estables y seguros. Los materiales mal almacenados son peligrosos e ineficaces.</li><li>➤ Al terminar cualquier operación, quedara ordenado el área de trabajo.</li><li>➤ Siempre que sea posible, mantener una zona de seguridad (sin combustibles) alrededor de los aparatos eléctricos.</li><li>➤ No sobrecargar los enchufes. De utilizar “ladrones”, “regletas” o alargaderas para conectar diversos aparatos eléctricos a un mismo punto de la red, consulte previamente a personal cualificado.</li><li>➤ Si detecta cualquier anomalía en las instalaciones eléctricas o de protección contra incendios, comuníquelo a su responsable.</li><li>➤ Cuidado con los procesos que originen llamas, chispas, etc. (normalmente por operaciones de mantenimiento mecánico y soldadura). Estudiar previamente el momento y lugar en donde estos se vayan a realizar.</li><li>➤ Cuidado con los artículos de fumador. No arrojar cerillas ni colillas encendidas al suelo, basura, etc. Utilizar ceniceros adecuados.</li><li>➤ Fíjese en la señalización, compruebe las salidas disponibles, vías a utilizar y la localización del extintor más próximo. En caso de observar anomalías, comuníquelo a los responsables.</li><li>➤ Los espacios ocultos son peligrosos: no echar en los rincones, debajo de las estanterías o detrás de las puertas lo que no queremos que este a la vista.</li><li>➤ Ante cualquier olor sospechoso o superficie excesivamente caliente, avisar al responsable.</li><li>➤ Inspeccionar su lugar de trabajo al finalizar la jornada laboral, si es posible desconecte los aparatos eléctricos que no se necesiten mantener conectados.</li><li>➤ Respetar la señal de “PROHIBIDO FUMAR” al entrar en las áreas donde este señalizado.</li></ul>

Tabla 2.8.2 – Medidas preventivas.

Los incendios en la obra, se abordarán de la siguiente manera.

- De la alarma al responsable de la obra y, después, avise a los servicios de emergencia. Se deberá disponer de al menos un teléfono móvil que les permita mantener una comunicación.
- Trate de apagar el fuego con los equipos de protección contra incendios adecuados. Los vehículos de las empresas de contrata dispondrán de un extintor de eficacia mínima 89B.
- Si no es capaz de apagar el conato, proceda a la evacuación de las instalaciones.
- En obras en el interior de instalaciones existirá una comunicación con el responsable de las mismas para saber actuar ante una emergencia

### NORMAS DE EVACUACIÓN

- Conserve la calma, actúe con rapidez. NO CORRA.
- Desaloje inmediatamente las instalaciones. Salga por la salida más próxima.
- No pierda tiempo en recoger objetos ni prendas de valor.
- Cierre puertas y ventanas, pero sin llaves.
- No se detenga en las salidas.
- Utilice las vías de evacuación establecidas al respecto.
- No abra una puerta que se encuentre caliente, el fuego esta próximo.
- Si está rodeado de humo, nos desplazaremos agachados, ya que la zona inferior queda libre de humos, y utilizaremos un pañuelo en la boca a modo de filtro.
- Si se encuentra atrapado por el fuego
  - Gatee, retenga la respiración y cierre los ojos cuanto pueda.
  - Ponga puertas cerradas entre usted y el humo. Tape las ranuras alrededor de las puertas y aberturas, valiéndose de trapos y alfombras. Mójelas si tiene agua cercana.
  - Busque un cuarto con ventana al exterior. Si puede ábrala levemente.
  - Señale su ubicación desde la ventana, si encuentra un teléfono llame a los bomberos y dígales donde se encuentra.
- Si se le prenden las ropas, NO CORRA, tiéndase en el suelo y échese a rodar.

- Una vez abandonado las instalaciones, no abandone nunca el punto de encuentro hasta que los responsables de la emergencia sepan que se encuentra a salvo. Evitará que le busquen peligrosamente en el interior.

Direcciones de interés para utilizar en caso de accidente leve (golpes, pequeños cortes, torceduras, magulladuras, etc.):

CENTRO	TELEFONO	DIRECCION
EMERGENCIAS	112	
CENTRO DE SAUDE NARÓN	981 666 564 981 666 151 981 666 053	Enrique Tierno Galván, s/n (Acea da Ma) - O BURGO - 15670 Culleredo

Tabla 2.8.3 – Direcciones de interés.

## 2.9 Plan de seguridad y salud

- Obligatoriedad y autoría

De acuerdo con el artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, y en aplicación del Estudio, el contratista de la obra queda obligado a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, complementen y desarrollen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra y de las características de las obras de construcción, las previsiones contenidas en este Estudio.

En dicho Plan se incluirán las medidas alternativas de prevención que la empresa adjudicataria, debiendo el plan ampliar, justificar, concretar y elegir entre las posibilidades varias que se ofrecen en el Estudio, y dado el carácter genérico de éste, aquellas que concretamente, prevé el contratista utilizar en la obra.

El contratista podrá establecer medidas alternativas a las previstas en el Estudio, que en ningún caso podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos.

Particularmente, para todos y cada uno de los capítulos de obra indicados en uno de los puntos anteriores, el Plan de Seguridad explicitará:

- Descripción sumaria de los trabajos.
- Riesgos más frecuentes en el capítulo considerado.
- Normas básicas de seguridad a tener en cuenta.
- Protecciones personales a utilizar.
- Protecciones colectivas.

Además de esto, el Plan contendrá una planificación de los trabajos, describiendo las actividades y la relación existente entre ellas. Para esto se podrá utilizar un diagrama de barras o similar.

Asimismo, y en el caso que sea necesario, se complementará con los planos que definen los trabajos, y sus correspondientes Medidas Preventivas.

El Plan de Seguridad y Salud estará permanentemente en la Obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

#### - Aprobación

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser presentado antes del inicio de las obras, para la aprobación por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra.

#### - Modificaciones

El Plan podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre bajo la aprobación expresa del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

- Inspección laboral

El Plan de Seguridad y Salud será documento de obligada presentación ante la autoridad encargada de conceder la autorización de apertura del centro de trabajo y estará a disposición permanente de la Dirección Facultativa, la inspección de trabajo y seguridad social y los técnicos de los gabinetes técnicos provinciales de seguridad y salud, para la realización de las funciones que legalmente a cada uno competen.

Los trabajadores de las empresas subcontratadas y los autónomos, se considerarán a efectos de seguridad en los trabajos como trabajadores de la empresa de Contrata principal y sometidos al Plan de Seguridad y Salud que elabore el contratista. Además, la empresa subcontratada, deberá cumplir las mismas obligaciones para sus trabajadores que la empresa de contrata con los suyos, si bien esta última debe informar a la subcontrata de los riesgos para que sea ésta la que, a su vez, informe a sus trabajadores.

### **2.10 Documentación obligatoria en obra**

En la obra siempre existirá, a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación de seguridad:

- Plan de Seguridad y salud de cada contratista con copia del acta de aprobación emitida por el Coordinador de Seguridad y Salud.
- Copia del Acta de adhesión al Plan de Seguridad de los subcontratistas y autónomos en el caso en que se produzca dicha adhesión.
- Copia de la Apertura de Centro de trabajo.
- Libro de incidencias, que estará en poder del Coordinador de Seguridad y Salud.
- Libro de visitas.
- Boletines de cotización a la Seguridad Social (TC1, TC2), tanto del personal propio como subcontratado.

### **2.11 Libro de incidencias**

En el centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto y que estará en poder del Coordinador de Seguridad y Salud.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas componentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo relacionadas con el seguimiento del Plan.

Una vez realizada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador de Seguridad y Salud enviará en un plazo de 24 horas cada una de las copias a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

### **2.12 Paralización de los trabajos**

Cuando la Dirección Facultativa o el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Cualquier paralización total o parcial de las obras realizadas por causa de Seguridad y Salud a los trabajadores, no dará derecho al contratista a ningún tipo de reclamación.

### **2.13 Obligaciones del promotor**

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de seguridad y salud cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar el aviso previo a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras.

### **2.14 Obligaciones de contratistas y subcontratistas**

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.

- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- 3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1987.
- 4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adaptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.
- 5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones de la Dirección Facultativa en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención, atendiéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud, según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados.



Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas.

El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el Artículo 42 de dicha Ley.

### **2.15 Obligaciones de los trabajadores autónomos**

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes de coordinación de las actividades empresariales previstas en el art. 24 Ley de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales participando en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Elegir los EPIs y utilizarlos en los términos previstos en el Real Decreto 773/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de protección.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador de Seguridad y salud durante la ejecución de las obras.
- Al igual que las contratas y subcontratas deberán entregar la documentación recogida en las “Contratación de obras y servicios: Condiciones de Prevención de Riesgos Laborales para la contratación en la compañía suministradora”.

### **2.16 Formación e información**

Atendiendo al Artículo 18 *“Información, consulta y participación de los trabajadores”* y 19 *“Formación de los trabajadores”* de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los trabajadores deberán recibir formación previa en materia de

prevención y utilización de medios de protección individual y colectiva, como medio imprescindible para la consecución de una cultura preventiva en la empresa.

Para ello, todos los trabajadores tendrán información de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, especialmente aquellas en las que el riesgo evaluado es más grave, haciendo hincapié en las actuaciones a desarrollar en caso de emergencias recogidas en el presente plan y su documentación complementaria.

Los trabajadores que realicen accesos a lugares especialmente peligrosos; cámaras de registro, centros de transformación y galería subterráneas, recibirán un curso específico.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra información de los riesgos propios de la actividad, de las instalaciones, así como de los equipos de protección a utilizar. Formación de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de Seguridad que deberán emplear y de los equipos de protección y de trabajo. La formación deberá repetirse periódicamente si fuera necesario por la evolución de los riesgos o por la aparición de otros nuevos.

## **2.17 Organización de la seguridad en obra**

### **RECURSO PREVENTIVO**

En la Ley 54/2003 de 2003, Reforma del marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales, se determina la presencia de los recursos preventivos.

- Se considera Recursos preventivos., a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:
  - Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
  - Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
  - Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

No obstante, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos por los que sea necesaria su presencia y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del empresario

La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.

La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

- La presencia de los recursos preventivos

Será necesaria su presencia en el centro de trabajo, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, que en particularizando para las obras de construcción será necesaria la presencia de los recursos preventivos de cada contratista, cuando durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales, tal y como se definen en el Real Decreto 1627/1997.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Igualmente se deberán considerar todos los requisitos reflejados en las “Contratación de obras y servicios: Condiciones de Prevención de Riesgos Laborales para la contratación en la compañía suministradora” respecto a la organización de la seguridad en obra.

## **2.18 Empresas de trabajo temporal**

El Real Decreto 216/1999 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal, establece que con carácter previo a la celebración del contrato de puesta a disposición de un trabajador de ETT, la empresa usuaria deberá informar a la empresa de trabajo temporal sobre las características propias del puesto de trabajo y de las tareas a desarrollar, sobre sus riesgos profesionales y sobre las aptitudes, capacidades y cualificaciones profesionales requeridas, todo ello desde el punto de vista de la protección de la salud y la seguridad del trabajador que vaya a ser contratado y de los restantes trabajadores de la empresa usuaria.

Además, el Real Decreto 216/1999 establece en su Artículo 8. “Actividades y trabajos de especial peligrosidad”, que no se podrán celebrar contratos de puesta a disposición para la realización de los trabajos en obras de construcción a los que se refiere el Anexo II del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El anexo II del Real Decreto. 1627/1997 considera que los trabajos con riesgos de sepultamiento, trabajos en altura, trabajos con proximidad a líneas eléctricas de alta tensión, o trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados, son trabajos de especial peligrosidad.

Por lo tanto en la ejecución de las actividades dentro del ámbito del presente Estudio no se podrá establecer contratos de puesta a disposición con empresas de trabajo temporal.

## **2.19 Trabajadores especialmente sensibles**

Atendiendo a los Artículos 25 “Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos”, 26 “Protección de la maternidad” y 27 “Protección de los menores” de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se garantizará de manera específica la protección de los trabajadores, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial.