

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE URBANIZACIÓN “CIUDAD JARDÍN” EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LORCA (MURCIA)



Alumno
Juan Sánchez Rodríguez

Director
Manuel Ferrández Villena García

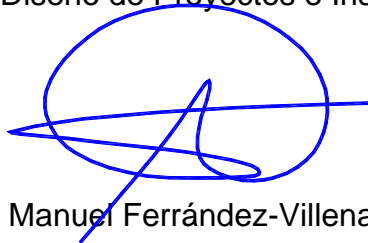
Septiembre 2015

AUTORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DEL TFM

D. Manuel Ferrández-Villena García, Director del Máster Universitario en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones impartido en la Universidad Miguel Hernández de Elche, autoriza al alumno **D. Juan Sánchez Rodríguez** a realizar el Trabajo Fin de Máster titulado “***Proyecto de electrificación de la urbanización <Ciudad Jardín> en el término municipal de Lorca (Murcia)***”, bajo la dirección como tutor de D. Manuel Ferrández-Villena García, debiendo cumplir las normas establecidas en la redacción del mismo que están a su disposición en la plataforma virtual (<http://epsovirtual.umh.es>) y en la página Web del Máster (http://epsovirtual.umh.es/master_proyectos).

Orihuela a 15 de julio de 2015

El Director del Máster Universitario en
Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones



Fdo: D. Manuel Ferrández-Villena García

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA

1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL TRABAJO FIN DE MASTER

1.2.- ALCANCE DEL TRABAJO FIN DE MASTER

1.3.- RELACIÓN DE DOCUMENTOS

1.4.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

1.5.- DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES

1.6.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.7.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO

1.8.- SEPARATAS

1.8.1.- SEPARATA 1.- PROYECTO LSMT

- *Documento 01.- Memoria*

- *Documento 02.- Cálculos Justificativos*

1.8.2.-SEPARATA 2.- PROYECTO CT_MR15

- *Documento 01.- Memoria*

- *Documento 02.- Cálculos Justificativos*

1.8.3.- SEPARATA 4.- PROYECTO LSBT

- *Documento 01.- Memoria*

- *Documento 02.- Cálculos Justificativos*

1.9.- ESTUDIO BSSL

1.10.- ANEXOS A LA MEMORIA

1.10.1.- DOCUMENTACION TÉCNICA

DOCUMENTO Nº 2.- PLIEGO DE CONDICIONES

2.1.- PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

2.2.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES (LSMT)

2.3.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES (CT)

2.4.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES (LSBT)

DOCUMENTO Nº 3.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO

3.1.- RESUMEN DE PRESUPUESTO

3.2.- PRESUPUESTO PARCIAL Nº1.- LSMT

3.2.- PRESUPUESTO PARCIAL Nº1.- CT

3.2.- PRESUPUESTO PARCIAL Nº1.- LSBT

DOCUMENTO Nº 4.- PLANOS

- 4.1.- Situación y Emplazamiento.
- 4.2.- Plano Urbanización. Parcela afectada.
- 4.3.- Situación Centro de Transformación proyectado.
- 4.4.- Planta General LSMT – Trazado.
- 4.5.- Tipos de zanjas LSMT (I).
- 4.6.- Tipos de zanjas LSMT (II).
- 4.7.- Esquema Unifilar LSMT.
- 4.8.- Planta General Manzana MR-15.
- 4.9.- Agrupaciones de viviendas a electrificar.
- 4.10.- Anillo BT 1.
- 4.11.- Anillo BT 2.
- 4.12.- Anillo BT 3.
- 4.13.- Anillo BT 4.
- 4.14.- Distancias mínimas Paralelismos y Cruces.
- 4.15.- Zanjas en Baja Tensión.
- 4.16.- Planta y Alzado CT_MR15
- 4.17.- Esquemas Unifilar Centro de Transformación.
- 4.18.- Puesta a tierra del Neutro del CT MR15
- 4.19.- Puesta a tierra del Neutro de la C.G.P



DOCUMENTO N^o1

MEMORIA

INDICE MEMORIA

1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL TRABAJO FIN DE MASTER

1.2.- ALCANCE DEL TRABAJO FIN DE MASTER

1.3.- RELACIÓN DE DOCUMENTOS

1.4.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

1.5.- DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES

1.6.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.7.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO

1.8.- SEPARATAS

1.8.1.- SEPARATA 1.- PROYECTO LSMT

- *Documento 01.- Memoria*

- *Documento 02.- Cálculos Justificativos*

1.8.2.-SEPARATA 2.- PROYECTO CT_MR15

- *Documento 01.- Memoria*

- *Documento 02.- Cálculos Justificativos*

1.8.3.- PROYECTO LSBT

- *Documento 01.- Memoria*

- *Documento 02.- Cálculos Justificativos*

1.9.- ESTUDIO BSSL

1.10.- ANEXOS A LA MEMORIA

1.10.1.- DOCUMENTACION TÉCNICA

1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Se redacta el presente Trabajo Fin de Máster como forma de completar el programa de estudios establecido por la Universidad Miguel Hernández.

El Trabajo incluye tres proyectos independientes pero relacionados, es decir, tres proyectos que incluyen sus propios contenidos mínimos, estando todos ellos refundidos en un único Trabajo, con el fin de proyectar aquellas instalaciones necesarias para electrificar una urbanización residencial situada en la ciudad de Lorca (Murcia).

La propuesta y el ámbito del Trabajo Fin de Máster se definieron mediante la colaboración con el director del proyecto, el profesor D.Manuel Ferrández Villena García.

Es por esto que se redacta el presente Trabajo, incluyendo todos los documentos necesarios para definir completamente las instalaciones proyectadas.

1.2.- ALCANCE DEL TRABAJO FIN DE MASTER

El presente Trabajo fin de Máster, como ya se ha comentado en el anterior apartado, incluye la redacción de tres proyectos independientes, que son:

- Diseño y Cálculo de una Línea Subterránea en Media Tensión
- Diseño y Cálculo de un Centro de Transformación de Compañía
- Diseño y Cálculo de una Línea Subterránea en Baja Tensión

Cada proyecto estará redactado de manera que se adopten las medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.

En cuanto al alcance del Trabajo fin de Máster, se debe citar que se pretende electrificar una **Parcela Residencial (MR-15)** en el Sector Urbanístico 6-R de Lorca, en la Región de Murcia.

Dicho sector urbanístico (6-R) cuenta con diferentes núcleos de viviendas, tal y como puede verse grafiado en los planos que acompañan el presente documento, y para alimentarlos eléctricamente tiene distribuidos una serie de Centros de Transformación, de los cuales sólo uno será objeto de cálculo. Este Centro de Transformación será destinado a alimentar la manzana residencial MR-15, compuesta por un total de 97 viviendas unifamiliares de electrificación elevada.

Es por ello, que el resto de Centros de Transformación se tendrán en cuenta para el dimensionado de la LSMT estimando la potencia de sus transformadores, pero no se calcularán ni se diseñarán, pues no alimentan la manzana residencial citada.

Por tanto, se calculará un Centro de Transformación, que alimentará la parcela residencial MR-15, una Línea Subterránea en MT que alimentará el sector urbanístico 6-R completo y los anillos en BT que alimentarán las viviendas.

1.3.- RELACIÓN DE DOCUMENTOS

El presente Trabajo fin de Máster incluye los siguientes documentos:

- **Documento 1: Memoria**
 - Separata 1: Proyecto LSMT
 - Memoria
 - Cálculos Justificativos
 - Separata 2: Proyecto CT (CT_MR15)
 - Memoria
 - Cálculos Justificativos
 - Separata 3: Proyecto LSBT
 - Memoria
 - Cálculos Justificativos
- **Documento 2: Pliego de Condiciones**
- **Documento 3: Presupuesto**
- **Documento 4: Planos**

1.4.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El proyecto está situado en el Sector Urbanístico 6-R de Lorca, Región de Murcia.

1.5.- DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES

Como ya se ha explicado, se van a desarrollar los cálculos necesarios para proyectar una Línea en Media Tensión subterránea, un anillo de BT subterráneo y un Centro de Transformación.

En este sentido, cabe mencionar que la Línea de Media Tensión 20KV irá en canalización directamente soterrada, siguiendo el trazado dispuesto en planos, y que tendrá una longitud en torno a los 2Km, pasando a canalización entubada en los cruces de calzada.

En cuanto al Centro de Transformación, será un CT de 800 KVA, incluyendo a su vez 2 transformadores de potencia de 400KVA cada uno. Será de tipo compañía, por lo que no llevará ninguna celda de medida, teniendo por tanto una celda de entrada, otra de salida y dos celdas de protección con fusibles (una por trafo).

Los anillos de Baja Tensión se dimensionarán en canalización subterránea, discurrendo según el trazado grafiado en planos. Para ello se considerarán todas las viviendas a alimentar de electrificación elevada.

Las características de las líneas, tanto de MT como de BT, así como las del Centro de Transformación, vienen recogidas en el documento “Cálculos Justificativos” de cada una de las Separatas correspondientes.

1.6.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El plazo de ejecución se estima en **4 meses**, quedando este sujeto a variaciones debidas a la climatología adversa y factores de dicha índole.

1.7.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto de ejecución por contrata total del proyecto ascienda a la cantidad de **QUINIENTOS SETENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS, 572.883,41€.**



Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial

Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J



SEPARATAS

SEPARATA Nº 1

PROYECTO DE LINEA SUBTERRANEA EN MEDIA TENSIÓN 20KV PARA ELECTRIFICACIÓN DE URBANIZACIÓN RESIDENCIAL



1.8.1.- PROYECTO LINEA SUBTERRANEA EN MEDIA TENSION 20KV PARA ELECTRIFICACIÓN DE URBANIZACIÓN RESIDENCIAL EN LORCA (MURCIA)

Se desarrolla a continuación el proyecto correspondiente a la línea eléctrica en Media Tensión para electrificar el Sector Urbanístico 6-R de Lorca (Murcia), tal y como se describe en los apartados anteriores del presente Trabajo Fin de Máster. Esta Línea en MT alimentará, entre otros, al Centro de Transformación con el que daremos servicio a la parcela MR-15 (residencial).

Se indica, por tanto, el índice que seguirá la presente separata, que a su vez incluirá memoria y cálculos justificativos.





SEPARATA 1

DOC 01.- MEMORIA

INDICE

1.- MEMORIA	5
1.1.-Resumen de Características	5
1.1.1.- <i>Titular</i>	5
1.1.2.- <i>Término Municipal</i>	5
1.1.3.- <i>Situación</i>	5
1.1.4.- <i>Tensión Nominal en kV</i>	5
1.1.5.- <i>Longitud en metros</i>	5
1.1.6.- <i>Número de conductores y sección</i>	5
1.1.7.- <i>Punto de Entronque</i>	6
1.1.8.- <i>Final de la Línea</i>	6
1.1.9.- <i>Presupuesto total</i>	6
1.1.10.- <i>Cruzamientos</i>	6
1.1.11.- <i>Paralelismos</i>	6
1.1.12.- <i>Paso por zonas que exija condicionado</i>	6
1.2.- Objeto del Proyecto	6
1.3.-Reglamentación y disposiciones oficiales	6
1.4.-Titular de la Instalación	7
1.5.- Emplazamiento	7
1.6.- Plazo de ejecución.....	8
1.7.-Potencia a Transportar.....	8
1.8.-Descripción de las instalaciones.....	8
1.8.1.- <i>Trazado</i>	8
1.8.2.- <i>Materiales</i>	9
1.8.3.- <i>Medidas de Señalización de Seguridad</i>	12
1.8.4.- <i>Protecciones eléctricas</i>	13

1.- MEMORIA

El diseño de las instalaciones objeto del presente proyecto se ha realizado de acuerdo con el Proyecto tipo de líneas subterráneas de AT descrito en el **MT 2.31.01**, edición de Febrero de 2014.

1.1.-Resumen de Características

1.1.1.- Titular

El promotor de las instalaciones es Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante), pero el titular, tanto inicial como final de las instalaciones será **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA, S.A.U.** con C.I.F. nº A- 95075578 y domicilio en C/ Calderón de la Barca nº 16 de Alicante, ya que una vez construidas serán cedidas a la Compañía Suministradora de la Energía.

1.1.2.- Término Municipal

Lorca (Murcia).

1.1.3.-Situación

La línea está ubicada en la parcela MR-15 del sector urbanístico 6-R de Lorca (Murcia), tal y como se indica en el plano de situación.

1.1.4.- Tensión Nominal en KV

La tensión nominal prevista de la línea es de **20KV**.

1.1.5.-Longitud en metros

La línea proyectada sigue el trazado marcado en planos, en canalización subterránea, acometiendo los diferentes Centros de Transformación. La longitud total del trazado que sigue la línea y, por tanto, la longitud total en metro de la LSMT que se proyecta es de 2.192 m, quedando integradas las entradas/salidas a los Centros de Transformación presentes durante el trazado de la misma.

1.1.6.-Número de conductores y sección

Se proyecta una única línea trifásica de MT de simple circuito, enterrada. Por cada fase se instalará cable HEPRZ1 12/20 kV de 240 mm² de sección con pantalla de sección 16 mm², según NI 56.43.01

1.1.7.-Punto de Entronque

La LSMT proyectada tendrá su punto de entronque situado en el punto que aparece grafiado en los planos, tomando de una línea de media tensión aérea, propiedad de Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.

No se prevé un CT de Seccionamiento.

1.1.8.-Final de la Línea

La línea tiene su final en un entronque A/S, en el cual dejará el sector urbanístico mencionado y saldrá en trazado aéreo para seguir su recorrido, quedando integrada en la red existente de la Compañía Distribuidora.

1.1.9.- Presupuesto total

El presupuesto de ejecución material de la LSMT asciende a **143.844,20€**.

1.1.10.- Cruzamientos

No se producen cruzamientos con otros servicios tales que obliguen a tomar medidas especiales.

1.1.11.- Paralelismos

No se producen cruzamientos con otros servicios tales que obliguen a tomar medidas especiales.

1.1.12.-Paso por zonas que exija condicionado

La línea discurre en su totalidad bajo la acera de la vía pública, que no exige condicionados especiales.

1.2.- Objeto del Proyecto

Es objeto del presente proyecto especificar las características técnicas y de ejecución de la línea eléctrica de referencia a fin de suministrar energía a los Centros de Transformación ubicados en el sector urbanístico 6-R de Lorca (Murcia), y poner en conocimiento de los organismos competentes lo proyectado para su correspondiente autorización.

1.3.-Reglamentación y disposiciones oficiales

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Cia. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Resolución de 4 de Noviembre de 2002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se aprueba la orden de 9 de Septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan las medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.

1.4.-Titular de la Instalación

El promotor de las instalaciones es Universidad Miguel Hernández, Elche (Alicante), pero el titular, tanto inicial como final de las instalaciones será **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA, S.A.U.** con C.I.F. nº A- 95075578 y domicilio en C/ Calderón de la Barca nº 16 de Alicante, ya que una vez construidas serán cedidas a la Compañía Suministradora de la Energía.

1.5.- Emplazamiento

La línea está en el sector urbanístico 6-R de Lorca (Murcia), tal y como se indica en el plano de situación, atravesando éste según el trazado marcado.

1.6.- Plazo de ejecución

Se prevé ejecutar la línea en el plazo de cuatro semanas a contar desde la obtención de todos los permisos y autorizaciones oficiales

1.7.-Potencia a Transportar

La potencia a transportar por la línea será la resultante de sumar todas las potencias de los Centros de Transformación que alimenta la misma. Es por ello que tendremos las siguientes potencias:

Centro de Transformación	Potencia (KVA)	Objeto de Cálculo
CT1	1030	NO
CT2	1030	NO
CT_MR15	800	SI
CT3	800	NO
CT4	1030	NO
CT5	1030	NO
TOTAL	5.720 KVA	

La máxima potencia a transportar por la línea, en el caso de plena carga, será de 5.720 KVA con factor de potencia 0.9, o lo que es lo mismo: **5.148 KW**

1.8.-Descripción de las instalaciones

Se trata de una línea subterránea en su totalidad, que tendrá varios tramos (grafitados en plano), desde la línea donde entronca hasta llegar de nuevo a otro entronque para continuar con el trazado de la línea aérea en MT de la Compañía.

1.8.1.- Trazado

La línea será subterránea en toda su longitud y discurrirá siempre bajo acera, por terrenos de uso público.

El trazado de la línea se efectuará de acuerdo con el plano de planta que se acompaña, partiendo del entronque a efectuar en la Línea Subterránea de Media Tensión existente, propiedad de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., en el punto donde se indica en el plano de planta.

- Punto de entronque.

Como se ha mencionado anteriormente, el punto de entronque será en la línea de media tensión, propiedad de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., que aparece grafitado en planos.

- Longitud total y parcial.

Como se ha dicho anteriormente, la línea será subterránea en su totalidad y tendrá una longitud total de 2.192 metros hasta llegar al entronque A/S propiedad de Iberdrola para continuar con la línea aérea en MT existente.

- Provincias y términos municipales afectados.

Afecta al T.M. de Lorca, Región de Murcia.

- Relación de cruzamientos, paralelismos, etc.

No se producen cruzamientos ni paralelismos con otros servicios, tales que obliguen a tomar medidas de seguridad especiales.

1.8.2.- Materiales

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T.) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435 y UNE-EN 60071-1. La tensión más elevada del material (U_m) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde dicho material será instalado (U_s). La tensión asignada del cable U0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (U_n), o tensión más elevada de la red (U_s), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red: A, B o C).

Los materiales a emplear en la instalación serán los que se indican a continuación y sus características están especificadas en el Pliego de Condiciones que se acompaña.

- Conductores**

Por cada fase se instalará cable HEPRZ1 12/20 kV de 240mm² de sección con pantalla de sección 16 mm², según NI 56.43.01. Sus características más relevantes son:

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

- Zanjas y Sistemas de Enterramiento**

Estas canalizaciones de líneas subterráneas deberán proyectarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las canalizaciones, en general, discurrirán por 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), bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.

- El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces su diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces el diámetro nominal del cable.

Canalización Enterrada

Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

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

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección consistirá en una placa cubrecables. Las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más placas cubrecables de tal manera que se cubra la proyección en planta de los cables.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

Se tenderá un ducto (multiducto con designación MTT 4x40 según NI), que se utilizará para cables de control, red multimedia, etc. Este irá por encima del terno de cables, mediante un conjunto abrazadera/soporte, ambos fabricados en material plástico. El ducto a utilizar será instalado según se indica en el MT 2. 33.15 "Guía de instalación de cable de fibra óptica", mientras que las características del ducto y accesorios a instalar se encuentran normalizadas en la NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones". A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Si se trata de un doble circuito o más circuitos, se podrá instalar un segundo ducto. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.1.

Canalización Bajo Tubo

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada. Para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima de 0,70 m, con una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm² de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm² de sección) se colocarán tubos de 200 mm de diámetro, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Se tenderá un ducto (multiducto con designación MTT 4x40 según NI), que se utilizará para cables de control, red multimedia, etc. Este irá por encima del terno de cables, mediante un conjunto abrazadera/soprote, ambos fabricados en material plástico. El ducto a utilizar será instalado según se indica en el MT 2. 33.15 "Guía de instalación de cable de fibra óptica", mientras que las características del ducto y accesorios a instalar se encuentran normalizadas en la NI 52.95.20 "Tubos de plástico y sus accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones". A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los

cables de control y red multimedia incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Los extremos de los tubos deberán estar sellados y los tubos que se coloquen como reserva deberán estar convenientemente taponados.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

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

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento. Para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los radios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

▪ **Zanjas y Sistemas de Enterramiento**

Corresponden a las ya instaladas en el origen de la línea y en las celdas de los centros de transformación, ambas con un seccionador con puesta a tierra.

Cumplirán las especificaciones indicadas en las normas particulares de la compañía suministradora de la energía.

1.8.3.- Medidas de Señalización de Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad que les sean de aplicación de acuerdo con las disposiciones legales relativas a:

- Seguridad y salud en el trabajo.
- Ordenanzas municipales.
- Seguridad Vial.

En particular se tendrá especial cuidado en que todas las obras estén perfectamente valladas, señalizadas y balizadas tanto frontal como longitudinalmente. También se deberá señalar a distancia conveniente las áreas de trabajo de modo que no se ponga en peligro ni al tráfico rodado, ni a los trabajadores ni a los peatones.

1.8.4.- Protecciones eléctricas

Sobrecargas.

Serán las instaladas en el origen de la línea.

Sobretensiones.

Serán las instaladas en el origen de la línea.

Cortocircuitos.

Serán las instaladas en el origen de la línea.

Puesta a tierra.

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

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos: a la red de tierras del centro de transformación y a las masas de los pararrayos de los entronques a/s, si los hubiere, esto último según MT 2.21.60, proyecto tipo para línea aérea de media tensión.

Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial

Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J



SEPARATA 1

DOC 02.- CÁLCULOS

INDICE

2.-CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	3
2.1.-Cálculos Eléctricos.....	3
2.1.1.- <i>Fórmulas Generales</i>	3
2.1.2.- <i>Características Generales de la Red</i>	3
2.1.3.- <i>Densidad máxima de corriente</i>	4
2.1.4.- <i>Reactancia y Resistencia</i>	4
2.1.5.- <i>Caída de Tensión</i>	5
2.1.6.- <i>Pérdida de Potencia</i>	5
2.1.7.- <i>Otras Características Eléctricas</i>	5
2.1.8.- <i>Resumen de Resultados</i>	6



2.-CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1.-Cálculos Eléctricos

2.1.1.- Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \text{Cos}\theta / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\theta / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad a 20°. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28. Aleación Aluminio 31.

Cos θ = Coseno de θ . Factor de potencia.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

n = N° de conductores por fase.

Las fórmulas empleadas para el cálculo del cortocircuito serán las siguientes:

$$I_{\text{pccM}} = S_{\text{cc}} \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo:

I_{pccM}: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

S_{cc}: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

$$I_{\text{ccs}} = K_c \times S / (t_{\text{cc}})^{1/2}$$

Siendo:

I_{ccs}: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "t_{cc}".

S: Sección de un conductor en mm².

t_{cc}: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

K_c: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

2.1.2.- Características Generales de la Red

La red de Media Tensión objeto del presente proyecto presenta las siguientes características generales:

Tensión (V): 20000

Frecuencia (Hz): 50

C.d.t. máx. (%): 5

Cos θ : 0,9

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20
- Conductores desnudos: 50

Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección ≤ 300 mm². KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección > 300 mm². KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $> 18/30$. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR, Uo/U $\leq 18/30$. KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

2.1.3.- Densidad máxima de corriente

La máxima intensidad admisible por los conductores, en las condiciones tipo de instalación enterrado bajo tubo, descritas en el punto 6.1.2.1 de la ITC-LAT 06 para la sección de 240 mm² de aluminio es de 365 A.

El factor de corrección, dado en la tabla 10 de esta misma ITC, considerado en el cálculo mediante el Software "Urbanizaciones" de dmELECT es de 1.

Intensidad máxima a transportar = 365 x 1 = 365 A. La máxima densidad admitida por el tipo de conductor descrito en el proyecto será de:

$$D = \frac{365}{240} = 1,52A/mm^2$$

2.1.4.-Reactancia y Resistencia

De acuerdo con los datos que figuran en el proyecto tipo de líneas subterráneas de M.T. 2.31.01, para el conductor de 240 mm² se tiene:

- Resistencia Unitaria

$$R = 0,169 \Omega/Km$$

- Reactancia Unitaria

$$X = 0,105 \Omega/Km$$

2.1.5.-Caída de Tensión

La caída de tensión por unidad de intensidad y Km será:

$$\sqrt{3} * (0,169 * 0,9 + 0,105 * 0,436) = 0,343 \text{ V/A Km}$$

Los resultados completos de las caídas de tensión por tramos vienen recogidos en el apartado "Resumen de Resultados".

2.1.6.-Pérdida de Potencia

La pérdida de potencia total será de:

$$Pp = 3 * R * L * I_{ad}^2$$

$$Pp = 3 * 0,169 * 2,192 * 365^2$$

$$Pp = 148,06 \text{ KW}$$

El porcentaje que representa esta pérdida de potencia en KW sobre el total de la línea será:

$$Pp(\%) = \frac{148,06}{5.148} = 0,0287\%$$

2.1.7.-Otras Características Eléctricas

Se calculará la capacidad de carga de la línea:

La capacidad de carga de la línea queda limitada por la capacidad de transporte del cable, teniendo para el circuito:

Intensidad admisible = 365 A.

Potencia aparente admisible = $\sqrt{3} * 20 * 365 = 12.644 \text{ KVA}$

Potencia activa admisible = $11.951 * 0,9 = 11.379,6 \text{ KW}$

Como se puede observar, la línea tiene una capacidad de transporte de potencia activa de valor 11.379,6 KW, lo que supone casi el doble de la máxima prevista.

2.1.8.- Resumen de Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos del cálculo con el software “Urbanizaciones” de dmELECT.

Las características del cálculo son las especificadas en apartados anteriores.

- Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos de la instalación

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Desig.UNE	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	25	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	90,25	3x240	200	345/1
2	2	3	31	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	90,25	3x240	200	345/1
3	3	4	70	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	90,25	3x240	200	345/1
4	4	5	24	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	90,25	3x240	200	345/1
5	5	CT 1	65	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	90,25	3x240	200	345/1
6	CT 1	7	8	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
7	7	8	60	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
8	8	9	46	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
9	9	10	58	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
10	10	11	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
11	11	12	26	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
12	12	13	34	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
13	13	14	14	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,51	3x240	200	345/1
14	14	CT 3	14	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	60,52	3x240	200	345/1
15	CT 3	16	21	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
16	16	17	45	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
17	17	18	75	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
18	18	19	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
19	19	20	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
20	20	21	61	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
21	21	22	25	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
22	22	CT 4 VIVIENDAS	14	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	30,78	3x240	200	345/1
23	CT 4 VIVIENDAS	24	24	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	7,69	3x240	200	345/1
24	24	25	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	7,69	3x240	200	345/1
25	25	26	62	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	7,69	3x240	200	345/1
26	26	27	35	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	7,69	3x240	200	345/1
27	27	28	44	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1	Unip.	7,69	3x240	200	345/1

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Desig.UNE	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
						12/20 H16					
28	28	CT 5 CENTRO COMERCIAL	13	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	7,69	3x240	200	365/1
29	CT 5 CENTRO COMERCIAL	30	17	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
30	30	31	10	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
31	31	32	67	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
32	32	33	115	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
33	33	34	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
34	34	35	60	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
35	35	36	15	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
36	36	CT 6	10	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-15,41	3x240	200	365/1
37	CT 6	38	21	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
38	38	39	11	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
39	39	40	15	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
40	40	41	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
41	41	42	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
42	42	43	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
43	43	44	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
44	44	45	39	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
45	45	46	51	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
46	46	47	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
47	47	48	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
48	48	CT 2	68	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-45,14	3x240	200	365/1
49	CT 2	50	8	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
50	50	51	26	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
51	51	52	35	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
52	52	53	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
53	53	54	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
54	54	55	49	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
55	55	56	50	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
56	56	57	8	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
57	57	58	8	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1
58	58	59	14	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-74,88	3x240	200	365/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	90,249 A(3.126,234 kVA)
2	-0,724	19.999,275	0,004	0 A(0 kVA)
3	-1,621	19.998,379	0,008	0 A(0 kVA)
4	-3,648	19.996,352	0,018	0 A(0 kVA)
5	-4,343	19.995,656	0,022	0 A(0 kVA)
CT 1	-6,225	19.993,775	0,031	-29,734 A(-1.030 KVA)
7	-6,381	19.993,619	0,032	0 A(0 kVA)
8	-7,546	19.992,455	0,038	0 A(0 kVA)
9	-8,439	19.991,561	0,042	0 A(0 kVA)
10	-9,565	19.990,436	0,048	0 A(0 kVA)
11	-10,535	19.989,465	0,053	0 A(0 kVA)
12	-11,04	19.988,959	0,055	0 A(0 kVA)
13	-11,7	19.988,299	0,059	0 A(0 kVA)
14	-11,972	19.988,027	0,06	0 A(0 kVA)
CT 2	-12,244	19.987,756	0,061	-29,734 A(-1.030 KVA)
16	-12,451	19.987,549	0,062	0 A(0 kVA)
17	-12,896	19.987,104	0,064	0 A(0 kVA)
18	-13,636	19.986,363	0,068	0 A(0 kVA)
19	-14,13	19.985,869	0,071	0 A(0 kVA)
20	-14,624	19.985,377	0,073	0 A(0 kVA)
21	-15,226	19.984,773	0,076	0 A(0 kVA)
22	-15,473	19.984,527	0,077	0 A(0 kVA)
CT_MR15	-15,611	19.984,389	0,078	-23,095 A(-800 KVA)
24	-15,671	19.984,33	0,078	0 A(0 kVA)
25	-15,794	19.984,205	0,079	0 A(0 kVA)
26	-15,947	19.984,053	0,08	0 A(0 kVA)
27	-16,033	19.983,967	0,08	0 A(0 kVA)
28	-16,142	19.983,857	0,081	0 A(0 kVA)
CT 3	-16,174	19.983,826	0,081*	-23,095 A(-800 KVA)
30	-16,09	19.983,91	0,08	0 A(0 kVA)
31	-16,04	19.983,959	0,08	0 A(0 kVA)
32	-15,709	19.984,291	0,079	0 A(0 kVA)
33	-15,14	19.984,859	0,076	0 A(0 kVA)
34	-14,893	19.985,107	0,074	0 A(0 kVA)
35	-14,597	19.985,404	0,073	0 A(0 kVA)
36	-14,522	19.985,477	0,073	0 A(0 kVA)
CT 4	-14,473	19.985,527	0,072	-29,734 A(-1.030 KVA)
38	-14,169	19.985,832	0,071	0 A(0 kVA)
39	-14,01	19.985,99	0,07	0 A(0 kVA)
40	-13,792	19.986,207	0,069	0 A(0 kVA)
41	-13,068	19.986,932	0,065	0 A(0 kVA)
42	-12,344	19.987,656	0,062	0 A(0 kVA)
43	-11,62	19.988,381	0,058	0 A(0 kVA)
44	-10,896	19.989,104	0,054	0 A(0 kVA)
45	-10,331	19.989,67	0,052	0 A(0 kVA)
46	-9,592	19.990,408	0,048	0 A(0 kVA)
47	-8,868	19.991,133	0,044	0 A(0 kVA)
48	-8,144	19.991,855	0,041	0 A(0 kVA)
CT 5	-7,159	19.992,842	0,036	-29,734 A(-1.030 KVA)
50	-6,967	19.993,033	0,035	0 A(0 kVA)
51	-6,342	19.993,658	0,032	0 A(0 kVA)
52	-5,501	19.994,498	0,028	0 A(0 kVA)
53	-4,3	19.995,699	0,022	0 A(0 kVA)
54	-3,099	19.996,9	0,015	0 A(0 kVA)
55	-1,922	19.998,078	0,01	0 A(0 kVA)
56	-0,721	19.999,279	0,004	0 A(0 kVA)
57	-0,529	19.999,471	0,003	0 A(0 kVA)
58	-0,336	19.999,664	0,002	0 A(0 kVA)
59	0	20.000	0	74,878 A(2.593,766 kVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t. marcado en rojo.

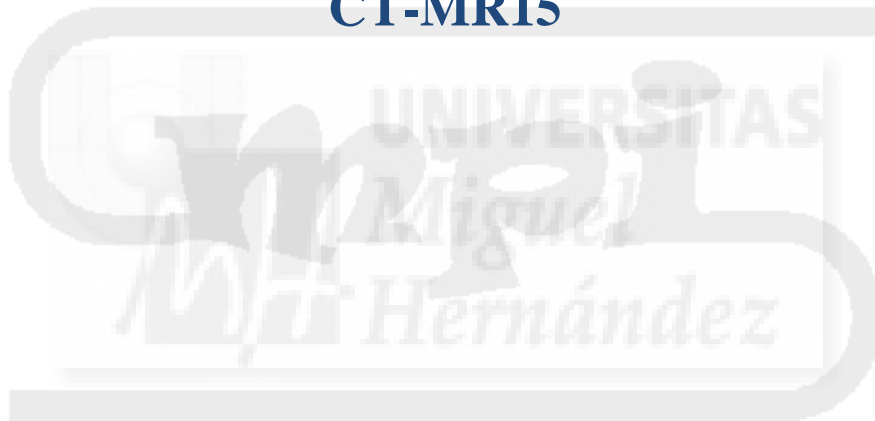
- Resultados obtenidos para las pérdidas de potencia activa en la línea

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI ² (kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI ² (kW)
1	1	2	0,073	
2	2	3	0,09	
3	3	4	0,204	
4	4	5	0,07	
5	5	CT 1	0,189	
6	CT 1	7	0,01	
7	7	8	0,078	
8	8	9	0,06	
9	9	10	0,076	
10	10	11	0,065	
11	11	12	0,034	
12	12	13	0,044	
13	13	14	0,018	
14	14	CT 2	0,018	
15	CT 2	16	0,007	
16	16	17	0,015	
17	17	18	0,025	
18	18	19	0,017	
19	19	20	0,017	
20	20	21	0,021	
21	21	22	0,008	
22	22	CT MR15	0,005	
23	CT MR 15	24	0,001	
24	24	25	0,001	
25	25	26	0,001	
26	26	27	0,001	
27	27	28	0,001	
28	28	CT 3	0	
29	CT 3	30	0,001	
30	30	31	0,001	
31	31	32	0,006	
32	32	33	0,01	
33	33	34	0,004	
34	34	35	0,005	
35	35	36	0,001	
36	36	CT 4	0,001	
37	CT 4	38	0,015	
38	38	39	0,008	
39	39	40	0,011	
40	40	41	0,036	
41	41	42	0,036	
42	42	43	0,036	
43	43	44	0,036	
44	44	45	0,028	
45	45	46	0,037	
46	46	47	0,036	
47	47	48	0,036	
48	48	CT 5	0,049	
49	CT 5	50	0,016	
50	50	51	0,052	
51	51	52	0,07	
52	52	53	0,1	
53	53	54	0,1	
54	54	55	0,098	
55	55	56	0,1	
56	56	57	0,016	
57	57	58	0,016	
58	58	59	0,028	

SEPARATA N° 2

PROYECTO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE COMPAÑÍA

Centro de Transformación CT-MR15



1.8.2.- PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DE URBANIZACIÓN “CIUDAD JARDÍN” EN LORCA (MURCIA)

Se desarrolla a continuación el proyecto correspondiente a la un centro de transformación previsto y calculado para electrificar la parcela MR-15 correspondiente al sector residencial 6-R de Lorca (Murcia), tal y como de describe en los apartados anteriores del presente Trabajo Fin de Máster.

Se indica, por tanto, el índice que seguirá la presenta separata, que a su vez incluirá memoria y cálculos justificativos.





SEPARATA 2

DOC 01.- MEMORIA

INDICE

1.- MEMORIA	5
1.1.-Objeto del Proyecto.....	5
1.2.-Reglamentación y disposiciones oficiales.....	5
1.3.-Situación y emplazamiento.....	6
1.4.-Titular inicial y final del centro de transformación.....	6
1.5.-Características generales del centro de transformación.....	6
1.6.-Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	7
1.7.-Descripción de la instalación.....	7
1.7.1.- Local.....	7
1.7.1.1.- Características de los materiales.....	8
1.7.1.2.- Cimentación.....	8
1.7.1.3.- Solera y pavimento.....	9
1.7.1.4.- Cerramientos exteriores.....	9
1.7.1.5.- Tabiquería interior.....	9
1.7.1.6.- Cubiertas.....	9
1.7.1.7.- Forjados y cubiertas.....	9
1.7.1.8.- Enlucidos y Pinturas.....	9
1.7.1.9.- Varios.....	10
1.7.1.10.- Características y descripción de local prefabricado.....	10
1.7.2.- Instalación eléctrica.....	10
1.7.2.1.- Características de la red de alimentación.....	10
1.7.2.2.- Características de la apartada de Media Tensión.....	11
1.7.2.2.1.- Celdas.....	11
1.7.2.2.2.- Celda CGMCOSMOS-2LP.....	13
1.7.2.2.3.- Celda de protección con fusibles.....	14
1.7.2.2.4.- Celdas de medida.....	15
1.7.2.2.5.- Transformador 1.....	15
1.7.2.2.6.- Transformador 2.....	16
1.7.2.3.- Características del material vario de Media y Baja Tensión.....	16
1.7.2.3.1.- Interconexiones de MT.....	16
1.7.2.3.2.- Interconexiones de BT.....	17
1.7.2.3.3.- Defensa de los Transformadores.....	17
1.7.2.3.4.- Equipos de iluminación.....	17
1.7.3.- Medida de la energía eléctrica.....	18
1.7.4.- Puesta a tierra.....	18
1.7.4.1.- Tierra de protección.....	18
1.7.4.2.- Tierra de servicio.....	18
1.7.5.- Instalaciones secundarias.....	18
1.7.5.1.- Alumbrado.....	18
1.7.5.2.- Baterías de condensadores.....	18
1.7.5.3.- Ventilación.....	18
1.7.5.4.- Medidas de seguridad.....	19

1.- MEMORIA

El presente proyecto se ha redactado de acuerdo con lo especificado en el Manual Técnico de Iberdrola MT 2. 03.20.

1.1.-Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un Centro de Transformación destinado al suministro de energía eléctrica a las viviendas de la parcela residencial MR-15, perteneciente al sector urbanístico 6-R de Lorca, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

1.2.-Reglamentación y disposiciones oficiales

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. RD 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Lay 54/1997 de 27 de noviembre
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:
 - CEI 60076-X. Transformadores de Potencia.
 - UNE 21428. Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.
- Resolución de 4 de Noviembre de 2002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se aprueba la orden de 9 de Septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan las medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.

1.3.-Situación y emplazamiento

El Centro de Transformación se encuentra en la manzana residencial MR-15 del sector 6-R del Término Municipal de Lorca, Murcia.

Puede consultarse el documento de planos para aclarar mejor la situación de los citados Centros de Transformación, concretamente en el **plano nº“1”** (Situación y Emplazamiento), así como el **plano nº “2”** (Situación del CT objeto de cálculo).

1.4.-Titular inicial y final del centro de transformación

El promotor de las instalaciones es UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ, pero el **titular inicial y final** de las instalaciones será **IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELECTRICA, S.A.U.** con C.I.F. nº A- 95075578 y domicilio en C/ Calderón de la Barca nº 16 de Alicante, ya que una vez construidos serán cedidas a la Compañía Suministradora de la Energía, es decir, se proyectan dos centros de transformación de tipo Compañía.

1.5.-Características generales del centro de transformación

El Centro de Transformación a proyectar será de tipo Compañía, y tienen como misión el suministro de energía, sin necesidad de medición de la misma.

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

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

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

El Centro de Transformación será de tipo interior, en caseta prefabricada, y contará con dos transformadores de potencia, tal y como se detalla a lo largo de la presente separata y en los cálculos justificativos que la acompañan.

1.6.-Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de unos **350 kW** aproximadamente.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en el Centro de Transformación proyectado será:

- Centro de Transformación **CT_MR15**. Alimentación Viviendas. **800kVA**

El CT constará de dos transformadores de **400 kVA**

Centro Transformación	Potencia TRAF0 1	Potencia TRAF0 2	Uso
CT_MR15	400 KVA	400 KVA	97 Viviendas

Para justificar esta decisión se muestra a continuación el programa de necesidades:

PROGRAMA DE NECESIDADES CENTROS DE TRANSFORMACION CT-MR15				
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	USO	POTENCIA	VIVIENDAS	POTENCIA (KW)
CT_MR15	ALIMENTACIÓN VIVIENDAS	9,2KW/Vivienda	97	892,4

Aplicaremos un factor de simultaneidad de valor **0,4** tal y como marca la normativa vigente y, por tanto, tendremos que:

RESUMEN DE POTENCIAS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN				
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	Potencia Max	Factor Simult	Total	Potencia (KVA)
CT_MR15	892,4 KW	0,4	356,96KW	396,62

POTENCIA MAXIMA PREVISTA	
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	POTENCIA (KVA)
CT_MR15	396,2

Por tanto se prevé la instalación de dos transformadores de 400 KVA, teniendo una potencia total instalada en el Centro de Transformación de 800KVA.

1.7.-Descripción de la instalación

1.7.1.- Local

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

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

Se usarán Centros de Transformación PREFABRICADOS del fabricante Ormazábal, en concreto se utilizarán edificios de transformación **PFU-5/20**

1.7.1.1.- Características de los materiales

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

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

Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos, tal y como es de necesidad en el caso que nos ocupa.

1.7.1.2.- Cimentación

Para la ubicación de los edificios **PFU-5/20** para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Características detalladas del centro de transformación a instalar.

Nº de transformadores: 2
Tipo de ventilación: Normal
Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores

Longitud: 6080 mm
Fondo: 2380 mm
Altura: 3045 mm
Altura vista: 2585 mm
Peso: 17460 kg

Dimensiones interiores

Longitud: 5900 mm
Fondo: 2200 mm
Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación

Longitud: 6880 mm
Fondo: 3180 mm
Profundidad: 560 mm

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

La dimensión de los Centros de Transformación, así como de la puesta a tierra, puede verse en el documento nº4 "PLANOS".

1.7.1.3.- Solera y pavimento

El suelo del centro de transformación se recubrirá de una solera de 10 cm de hormigón con un mallazo electrosoldado de redondos de 4 mm en retícula de 0.3x0.3, conectada a la puesta a tierra de herrajes.

Se dispondrán, en las celdas para los transformadores, de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT.

1.7.1.4.- Cerramientos exteriores

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

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

1.7.1.5.- Tabiquería interior

El acabado de la tabiquería interior de los edificios destinados a Centros de Transformación que se proyectan vendrá dado por el fabricante de los mismos, en este caso Ormazábal.

1.7.1.6.- Cubiertas

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

1.7.1.7.- Forjados y cubiertas

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

1.7.1.8.- Enlucidos y Pinturas

El acabado de las superficies interiores será enlucido a b.v. con el mortero. Las puertas y rejillas de ventilación irán debidamente pintadas del color que

apruebe la dirección facultativa, siendo la pintura una pintura tal que cumpla con la norma para este tipo de dependencias.

1.7.1.9.- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

1.7.1.10.- Características y descripción de local prefabricado

Las características vendrán dadas según los locales comerciales que Ormazábal pone a la disposición del cliente. En este aspecto, tenemos:

Centro de Transformación CT_MR15.- Viviendas.- 800KVA

Nº de transformadores: 2

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

Según planos

Dimensiones interiores

Según planos

Dimensiones de la excavación

Según planos

Tipo de Edificio

PFU 5/20

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

1.7.2.- Instalación eléctrica

La descripción de la instalación eléctrica se hará en relación al Centro de Transformación proyectado, es decir, para un CT de Compañía. (CT_MR15).

1.7.2.1.- Características de la red de alimentación

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

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

El trazado de la línea de Media Tensión que alimenta a los citados Centros de Transformación puede verse grafiada en el **plano N° "4"**.

Esta línea de MT, 20KV, está formada por conductores HEPRZ1 12/20 KV 3x240 mm².

HEPR Z1 12/20 KV 3x240mm²

1.7.2.2.- Características de la aparamenta de Media Tensión

Se definen a continuación las características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación

1.7.2.2.1.- Celdas

Las celdas a utilizar serán: **CGMCOSMOS**

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

- **Construcción:**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

- **Seguridad:**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

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

- **Grados de Protección :**

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

Cuba: IP X7 según EN 60529

Protección a impactos en:

- cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
- cuba: IK 09 según EN 5010

- **Conexión de cables**

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

- **Enclavamientos**

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

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

- **Características eléctricas:**

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal: 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases 50 kV
a la distancia de seccionamiento 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases 125 kV
a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

1.7.2.2.2.- Celda CGMCOSMOS-2LP

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

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

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

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

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

- **Características eléctricas:**

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400 A

Intensidad asignada en la derivación: 200 A

Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)
a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

▪ **Características físicas:**

Ancho: 1190 mm
Fondo: 735 mm
Alto: 1740 mm
Peso: 290 kg

▪ **Otras características constructivas**

Mando interruptor 1: manual tipo B

Mando interruptor 2: manual tipo B

Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Intensidad fusibles: 3x25 A

1.7.2.2.3.- Celda de protección con fusibles

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

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

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

A continuación se definen las características eléctricas de la citada celda de protección con fusibles:

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
 - Intensidad asignada en la derivación: 200 A
 - Intensidad fusibles: 3x25 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
 - Capacidad de corte
 - Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
 - Ancho: 470 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 140 kg
- Otras características constructivas:
 - Mando posición con fusibles: manual tipo BR
 - Combinación interruptor-fusibles: Combinados

1.7.2.2.4.- Celdas de medida

No procede. Se trata de CT de compañía, de manera que no es necesaria una medida en MT y, por ello, no existe ninguna celda de medida.

1.7.2.2.5.- Transformador 1

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

- Otras características constructivas:
 - Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %

- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

1.7.2.2.6.- Transformador 2

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

- Otras características constructivas:
 - Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
 - Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
 - Grupo de conexión: Dyn11
 - Protección incorporada al transformador: Termómetro

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

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

Al tener dos CT iguales, de 800 KVA tipo compañía formados por 2 Trafos de 400 kVA cada uno, se desarrollan los siguientes apartados para un CT, siendo idéntica la explicación para el otro Centro de Transformación.

1.7.2.3.1.- Interconexiones de MT

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

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

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

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

- Puentes MT **Transformador 2**: Cables MT 12/20 kV

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

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

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

1.7.2.3.2.- Interconexiones de BT

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

- Juego de puentes de cables de BT, de sección 240 mm² y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

Puentes BT - B2 **Transformador 2:** Puentes transformador-cuadro

- Juego de puentes de cables de BT, de sección 240 mm² y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

1.7.2.3.3.- Defensa de los Transformadores

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

- Protección metálica para defensa del transformador.

Defensa de **Transformador 2:** Protección física transformador

- Protección metálica para defensa del transformador.

1.7.2.3.4.- Equipos de iluminación

La iluminación de cada Centro de Transformación Prefabricado estará compuesta, como mínimo, por:

- **Equipo de alumbrado** que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.
- **Equipo autónomo de alumbrado de emergencia** y señalización de la salida del local.

1.7.3.- Medida de la energía eléctrica

Al ser el Centro de Transformación de tipo Compañía, no se efectúa la medida de energía en Media Tensión.

1.7.4.- Puesta a tierra

1.7.4.1.- Tierra de protección

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

1.7.4.2.- Tierra de servicio

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

1.7.5.- Instalaciones secundarias

1.7.5.1.- Alumbrado

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

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

1.7.5.2.- Baterías de condensadores

No procede.

1.7.5.3.- Ventilación

El Centro de Transformación cuenta con rejillas de ventilación que favorezcan una convección natural dentro del edificio, reduciendo la temperatura de éste y evitando la formación de atmósferas explosivas.

Para consultar las dimensiones y distribución de las citadas rejillas de ventilación se deberá consultar el documento “Planos”, concretamente el **plano Nº 16 “Planta y Alzado del CT MR15”**.

1.7.5.4.- Medidas de seguridad

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

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

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

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

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

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

Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial

Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J



SEPARATA 2

DOC 02.- CÁLCULOS

INDICE

2.-CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	3
2.1.-Intensidad de Media Tensión.....	3
2.2.-Intensidad de Baja Tensión.....	3
2.3.-Cortocircuitos.....	4
2.3.1.-Observaciones.....	4
2.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito	4
2.3.3.-Cortocircuito en el lado de Media Tensión	5
2.3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	5
2.4.-Dimensionado del embarrado.....	5
2.4.1.-Comprobación por densidad de corriente	5
2.4.2.-Comprobación por solicitación electrodinámica	5
2.4.3.-Comprobación por solicitación térmica.....	6
2.5.-Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	6
2.6.- Dimensionado de los puentes de MT.....	8
2.7.-Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	8
2.8.-Dimensionado del pozo apagafuegos	8
2.9.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	8
2.9.1.-Investigación de las características del suelo	8
2.9.2.-Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	9
2.9.3.-Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	9
2.9.4.-Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	9
2.9.5.-Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	12
2.9.6.-Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	13
2.9.7.-Cálculo de las tensiones aplicadas	13
2.9.8.-Investigación de las tensiones transferibles al exterior	14
2.9.9.-Corrección y ajuste del diseño inicial	15

2.-CALCULOS JUSTIFICATIVOS CT_N_1 (VIVIENDAS)

2.1.-Intensidad de Media Tensión

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

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

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_p	tensión primaria [kV]
I_p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA.

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

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA.

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

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

- $I_{\text{tot}} = 23,1 \text{ A}$

2.2.-Intensidad de Baja Tensión

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

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

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U_s	tensión en el secundario [kV]
I_s	intensidad en el secundario [A]

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

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

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

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

2.3.-Cortocircuitos

2.3.1.-Observaciones

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

2.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

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

Donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

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

Donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

2.3.3.-Cortocircuito en el lado de Media Tensión

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

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

2.3.4.-Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el transformador 1, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

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

Para el transformador 2, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

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

2.4.-Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

2.4.1.-Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

2.4.2.-Comprobación por sollicitación electrodinámica

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

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

2.4.3.-Comprobación por solicitud térmica

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

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

2.5.-Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

Transformador 1

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

Termómetro

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

- Protecciones en BT

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

Transformador 2

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

Termómetro

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

- Protecciones en BT

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

2.6.- Dimensionado de los puentes de MT

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

Transformador 1

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

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

Transformador 2

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

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

2.7.-Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 Kva

2.8.-Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.9.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

2.9.1.-Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm-m.

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

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

2.9.3.-Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

2.9.4.-Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

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

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

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

donde:

I_{dm}	limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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

donde:

R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
K_r	coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70/25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

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

donde:

- K_r coeficiente del electrodo
- R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

- $R't = 12,6 \text{ Ohm}$

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

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

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

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

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

donde:

R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_d	tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

- $V'd = 6300 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

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

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

- $V'c = 3067,5 \text{ V}$

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

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

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

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1395$ V en el Centro de Transformación

2.9.7.-Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

- $t = 0,7$ seg
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

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

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
V_p	tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

- $V_p = 1954,29$ V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

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

donde:

K	coeficiente
t	tiempo total de duración de la falta [s]
n	coeficiente
R _o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
R' _o	resistividad del hormigón en [Ohm·m]
V _{p(acc)}	tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

- $V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

- $V_p = 1395 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$

Tensión de paso en el acceso al centro:

- $V_{p(acc)} = 3067,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$

Tensión de defecto:

- $V_d = 6300 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Intensidad de defecto:

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

2.9.8.-Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

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

donde:

R_o	resistividad del terreno en [Ohm·m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- D = 11,94 m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

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

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

2.9.9.-Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se

cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.



Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial

Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J

SEPARATA Nº 3

PROYECTO DE LINEA SUBTERRANEA EN BAJA TENSION PARA ELECTRIFICACIÓN DE 97 VIVIENDAS UNIFAMILIARES



1.8.3.- PROYECTO LINEA SUBTERRANEA EN BAJA TENSIÓN PARA ELECTRIFICACIÓN DE 97 VIVIENDAS EN LORCA (MURCIA)

Se desarrolla a continuación el proyecto correspondiente a la línea eléctrica en Baja Tensión para electrificar 97 viviendas en la parcela residencial MR-15 de Lorca (Murcia), tal y como se describe en los apartados anteriores del presente Trabajo Fin de Máster.

Se indica, por tanto, el índice que seguirá la presente separata, que a su vez incluirá memoria y cálculos justificativos.





SEPARATA 3

DOC 01.- MEMORIA

INDICE

1.- MEMORIA.....	5
1.1.- Objeto del Proyecto.....	5
1.2.-Titular inicial y final de la instalación.....	5
1.3.-Usuario de la instalación.....	5
1.4.- Emplazamiento de la instalación.....	5
1.5.- Descripción genérica de las instalaciones, uso y potencia.....	5
1.6.-Legislación y normativa aplicable.....	7
1.7.-Plazo de ejecución de las instalaciones.....	8
1.8.-Descripción de las instalaciones.....	8
1.8.1.- <i>Trazado.....</i>	<i>10</i>
1.8.2.- <i>Longitud.....</i>	<i>11</i>
1.8.3.- <i>Inicio y final de la línea.....</i>	<i>11</i>
1.8.4.- <i>Cruzamientos y paralelismos.....</i>	<i>11</i>
1.8.5.- <i>Relación de propietarios afectados. Dirección y DNI.....</i>	<i>12</i>
1.8.6.- <i>Puesta a tierra de la instalación.....</i>	<i>12</i>
1.9.-Descripción de la obra civil.....	12

1.- MEMORIA

1.1.- Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de la R.S.B.T. destinada al suministro de energía eléctrica de las viviendas situadas en el residencial “Ciudad Jardín” en Lorca (Murcia); justificar y valorar los materiales empleados, así como el obtener las autorizaciones pertinentes por parte de los organismos competentes, tales como: el Ayuntamiento de La Unión, Dirección General de Industria, y el visto bueno de la compañía suministradora de energía eléctrica “Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.”, que será la futura propietaria.

Todas las soluciones adoptadas en este proyecto son debidamente justificadas en la presente Memoria, habiendo quedado reflejados sobre los planos correspondientes, todos los aspectos de localización y constructivos necesarios para el buen fin de las obras de instalación.

1.2.-Titular inicial y final de la instalación

El titular inicial y final de la instalación será Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U. (C.I.F.: A-95075578).

1.3.-Usuario de la instalación

Los usuarios de la instalación serán los futuros propietarios de las viviendas de la urbanización, una vez sea cedida la R.S.B.T. a la compañía suministradora Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.

1.4.- Emplazamiento de la instalación

La R.S.B.T. proyectada se ejecutará en el interior de la manzana residencial MR-15, situada en el sector urbanístico 6-R de Lorca (Murcia), tal y como se refleja en el plano de situación del proyecto y en el plano del trazado de la LSBT.

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

La instalación se proyecta con el fin de dar suministro de energía eléctrica a 97 viviendas de nueva construcción. Dicho suministro de energía se efectuará en baja tensión (400/230 V).

La red de baja tensión en proyecto se conectará al cuadro de baja tensión de los transformadores del Centro de Transformación proyectado CT_MR15, será subterránea, con conductores unipolares de sección constante, y se quedará anillada. Este anillo será con entrada y salida en la misma CGP. El anillo definitivo, una vez abierto, se convierte en dos circuitos, tal como se detalla en los planos adjuntos de planta de instalaciones y detalle.

La previsión de potencia para las 97 viviendas es la siguiente:

Potencia Instalada en la R.S.B.T.:

97 Viviendas x 9,2 Kw.....892,4 KW.
Reserva para posible futuro suministro.....0 KW.
Alumbrado Público.....0 KW.

Total potencia instalada....**892,4 KW.**

Según esta previsión de cargas, y dadas las características de la urbanización, se ha planteado la instalación de 4 anillos en BT para dar suministro a las 97 viviendas. El reparto de cargas de cada anillo será el siguiente:

ANILLO	Nº VIVIENDAS	POTENCIA
1	26	239,2 (KW)
2	23	211,6 (KW)
3	26	239,2 (KW)
4	22	202,4 (KW)

Todas las viviendas consideradas en el cálculo serán de EE y, por tanto, según el REBT se considerará una previsión de potencia de 9,2 KW.

En el Centro de Transformación proyectado, CT_MR15, se prevé la instalación de 2 transformadores de 400 KVA. Cada transformador alimentará 2 anillos, dejando 2 reservas en el CGBT del Trafo.

Según este reparto se tiene que:

Transformador nº1

El transformador nº1 dará suministro a 49 viviendas con “Electrificación Elevada”, y reserva edificación existente sin habitar; con el siguiente reparto de potencias simultáneas en Kw.:

(49 Viviendas x 9,2 Kw.) x 0,4.....184,00 Kw.
Reserva para posible futuro suministro.....100 Kw.
Alumbrado Público.....0 Kw.

TOTAL.....284 Kw.

Potencia necesaria en KVA: $P_{kva} = 284 \text{ Kw} / 0,9 = 315,55 \text{ KVA}$.

Se instalará un **Transformador de 400 KVA**. en la posición nº1 del C.T.

Transformador nº2

El transformador nº2 dará suministro a 48 viviendas con “Electrificación Elevada”, y reserva edificación existente sin habitar; con el siguiente reparto de potencias simultáneas en Kw.:

(48 Viviendas x 9,2 Kw.) x 0,4.....	176,64 Kw.
Reserva para posible futuro suministro.....	100 Kw.
Alumbrado Público.....	0 Kw.

TOTAL.....286,64 Kw.

Potencia necesaria en KVA: $P_{kva} = 284 \text{ Kw.} / 0,9 = 307,37 \text{ KVA.}$

Se instalará un **Transformador de 400 KVA.** en la posición nº2 del C.T.

1.6.-Legislación y normativa aplicable

Para la redacción del presente proyecto se ha considerado la aplicación de la siguiente Normativa y Reglamentación:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, R.D. 3.275/1982 de 12 de Noviembre, y sus instrucciones técnicas complementarias. MIE-RAT, de 6 de Julio de 1984.
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN e Instrucciones Técnicas Complementarias. (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto 2002)
- Normas particulares de la Compañía Suministradora IBERDROLA, en lo que se refiere al “PROYECTO TIPO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN” (MT 2.51.01 Edición 6ª, de julio de 2009).
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas, R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997 (B.O.E. 25-10-97).
- Resolución de 4 de Noviembre de 2002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se aprueba la orden de 9 de Septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan las medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.

1.7.-Plazo de ejecución de las instalaciones

Está previsto un plazo de ejecución de las instalaciones de **2 MESES**.

1.8.-Descripción de las instalaciones

Canalizaciones Directamente Soterradas

Los cables se alojarán en zanjas de 0,90 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,45 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar. Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,15 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico PVC Ø160 mm, conforme a la norma NI 52.95.03. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,10 m entre los cables y las paredes laterales.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo Ø160 mm que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-125 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Canalizaciones Entubadas

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se

dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,45 m, para la colocación de dos tubos de \varnothing 160 mm aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este relleno se utilizará tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo, todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Conductores

Se emplearán cables con aislamiento dieléctrico seco, tipo RV, de las marcas y características aceptadas por Iberdrola, con las características mostradas en la siguiente tabla.

Designación UNESA	RV
Tipo constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio
Sección conductor fase	240 mm ²
Sección conductor neutro	150 mm ²
Aislamiento	XLPE
Cubierta	PVC
Tensión servicio	0.6/1 kV

El cable a emplear será tipo AI VOLTALENE N de la casa comercial PIRELLI, o cable de características equivalentes.

Aislamientos

El aislamiento del cable a emplear en la distribución en BT será de polietileno reticulado XLPE. Temperatura máxima en el conductor de 90°C en servicio continuo y 250 °C en cortocircuito, según norma UNE 21123.

De acuerdo con los materiales homologados por la empresa suministradora, deben ser instalados:

Terminales LSBT AI	Casa comercial PIRELLI y 3M
	Tipos designación: TB1-M12/150 y TB1-M12/240
Empalmes LSBT AL	Casa comercial PIRELLI y 3M
	Tipos de designación: E1/MT1, E1/MT2; E1/MR1, E1/MR2

Protecciones de sobreintensidad

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

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros					

Nota: ver el documento "Cálculos justificativos" de esta separata para conocer los detalles de la elección de los fusibles de protección.

1.8.1.- Trazado

El sistema de distribución en baja tensión se realiza mediante circuitos en anillo, con sección constante y abiertos en el punto de mínima tensión.

Se han determinado CUATRO ANILLOS para que el suministro en B.T. de las viviendas que se puedan construir en la citada Manzana Residencial, equilibrando lo máximo posible las cargas de dichos anillos.

Ver planos siguientes:

- Plano N° 10.- Trazado ANILLO 1
- Plano N° 11.- Trazado ANILLO 2
- Plano N° 12.- Trazado ANILLO 3
- Plano N° 13.- Trazado ANILLO 4

1.8.2.- Longitud

CT_MR15 (400 KVA + 400 KVA.)

ANILLO N°	LONGITUD ANILLO	LONGITUD LINEAS
1.....	434,5 m.....	L1= 132,5 m. / L2=302 m.
2.....	711 m.....	L3= 478,5 m. / L4=232,5 m.
3.....	759 m.....	L5= 294 m. / L6=465 m.
4.....	350 m.....	L7= 218 m. / L8=132 m.

1.8.3.- Inicio y final de la línea

Las líneas de los anillos, tendrán el inicio en el cuadro de baja tensión del C.T.; y el final en los armarios desembornados indicados en el plano nº2 "Planta Red Subterránea de Baja Tensión"

1.8.4.- Cruzamientos y paralelismos

Se desarrollan a continuación las características de los cruzamientos y paralelismos de la instalación proyectada.

Cruzamientos

Las condiciones a que deben responder de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados serán las indicadas en el punto 2.2.1 de la ITC-BT-07 del Reglamento de BT.

En los cruces de líneas subterráneas de BT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente. Cuando no puedan mantenerse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización se dispondrá entubada según lo indicado en el apartado 1.9.3.2 o bien podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla 4 adjunta. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión instalación de gas	Dist. sin protección suplementaria	Dist. con protección suplementaria
Canalización y acometida	alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,15 m
Acometida interior	alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger.

Paralelismos

Las condiciones y distancias de proximidad a que deben responder de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados serán las indicadas en el punto 2.2.2 de la ITC-BT-07 del Reglamento de BT.

En los paralelismos de cables subterráneos de B.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas de 0,20 m, excepto para las canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización se dispondrá entubada según lo indicado en el apartado 1.9.3.2.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

1.8.5.- Relación de propietarios afectados. Dirección y DNI

Las redes de distribución de de B.T. de la presente instalación, solo afecta a los propietarios y peticionarios del presente proyecto.

1.8.6.- Puesta a tierra de la instalación

Se conectará el neutro a tierra, en todos los Armarios, consistiendo dicha p.a.t. en una pica de mínimo 1,00 m. de longitud y Ø14 mm., unida al borne del neutro mediante un conductor Cu aislado, con aislamiento de 1.000 V., de 50 mm² de sección como mínimo.

1.9.-Descripción de la obra civil

Los trabajos se realizarán de forma coordinada con el resto de los de la Urbanización, de forma que no se causen interferencias en el desarrollo del conjunto. No podrá iniciarse trabajo alguno entretanto no se disponga de los permisos que sean necesarios, tanto por parte de la Administración competente como de los particulares a quienes afecte.

Ejecución:

- Aperturas de zanjas.
- Suministro y colocación de lecho de arena.
- Suministro y colocación de "Tubo/s de plástico".

- Colocación de la cinta de “Atención al cable”.
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transporte al vertedero de tierras sobrantes.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados

Apertura de zanjas:

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, y evitándose en cualquier caso tanto los ángulos pronunciados como el tendido de los conductores en zona de tráfico rodado de forma paralela al eje de la calzada.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas, si fuera necesario, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado proyectado.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo al tubo de canalización y a la sección del conductor que lleve en su interior, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 10 veces el diámetro exterior de los cables.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,50 m. de anchura media y profundidad mínima 0,70 m.

Se dejará un paso de 50 cm., entre las tierras extraídas y la zanja, a todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en las zanjas.

Durante la ejecución de los trabajos se dejarán los pasos necesarios para vehículos, maquinaria y personal de forma que se interfiera lo menos posible en el resto de las obras, y sin que, en ningún momento se cause la paralización de alguna de ellas.

Lechos de arena:

La arena que se utilice será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del supervisor de la obra, será necesario su cribado.

Suministro y colocación de “Tubo/s de plástico”:

Los tubos para la canalización entubada serán de plástico de 160 mm. de diámetro, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito.

Cinta de atención al cable:

En las canalizaciones de cables, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia de cable". Se colocará a lo largo de la canalización tal como se representa en los planos adjuntos.

Tapado y apisonado de las zanjas:

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas 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.

Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes:

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables y arenas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero. El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

Dispositivos de balizamiento:

Durante la ejecución de las obras, estas estarán señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y las determinaciones de la Dirección de las Obras.

Zanjas para uso compartido con otras redes:

Cuando en una misma zanja se coloquen canalizaciones con cables de baja tensión y media tensión cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda.

Se procurará que las canalizaciones de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las edificaciones y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas. De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones. La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ambas canalizaciones debe ser de 25 cm.

Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial

Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J



SEPARATA 3

DOC 02.- CÁLCULOS

INDICE

2.-CALCULOS JUSTIFICATIVOS.....	3
2.1.-Cálculos Eléctricos	3
2.1.1.- Cálculos ANILLO 1	3
2.1.1.1.- Previsión de potencia.....	3
2.1.1.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión.....	4
2.1.1.3.- Cálculo de la Sección.....	4
2.1.1.4.- Cálculo de la Caída de Tensión	10
2.1.1.5.- Resultados ANILLO 1	11
2.1.2.- Cálculos ANILLO 2	12
2.1.2.1.- Previsión de potencia.....	12
2.1.2.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión.....	12
2.1.2.3.- Cálculo de la Sección.....	13
2.1.2.4.- Cálculo de la Caída de Tensión	18
2.1.2.5.- Resultados ANILLO 2	19
2.1.3.- Cálculos ANILLO 3	20
2.1.3.1.- Previsión de potencia.....	20
2.1.3.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión.....	20
2.1.3.3.- Cálculo de la Sección.....	21
2.1.3.4.- Cálculo de la Caída de Tensión	26
2.1.3.5.- Resultados ANILLO 3	28
2.1.4.- Cálculos ANILLO 4	29
2.1.4.1.- Previsión de potencia.....	29
2.1.4.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión.....	29
2.1.4.3.- Cálculo de la Sección.....	30
2.1.4.4.- Cálculo de la Caída de Tensión	35
2.1.4.5.- Resultados ANILLO 4	36
2.2.-Resumen de los cálculos eléctricos.....	37

2.-CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1.-Cálculos Eléctricos

Se procede a continuación a desarrollar los cálculos eléctricos correspondientes al diseño de los anillos en BT que se van a distribuir por la Manzana Residencial MR-15, perteneciente al Sector 6-R de Lorca (Murcia).

Se han planteado 4 anillos, grafiados en planos, correspondientes con 4 zonas construidas dentro de la manzana MR-15. Este planteamiento se ha realizado para evitar la sobrecarga excesiva de los anillos en BT, quedando comprobada la validez de la solución aportada en el presente documento de cálculos.

2.1.1.- Cálculos ANILLO 1

2.1.1.1.- Previsión de potencia

El anillo 1 del centro de transformación CT_MR15 alimentará las siguientes cargas de la manzana residencial MR-15.

- 26 viviendas EE 239,2 kW

CENTRO TRANSFORMACIÓN CT_MR15		ANILLO 1	
VIVIENDA	CGPM N°	COMPOSICION	POTENCIA (kW)
EE	1	2 viviendas EE	18,4
EE	2	2 viviendas EE	18,4
EE	3	2 viviendas EE	18,4
EE	4	2 viviendas EE	18,4
EE	5	2 viviendas EE	18,4
EE	6	2 viviendas EE	18,4
EE	7	2 viviendas EE	18,4
EE	8	2 viviendas EE	18,4
EE	9	2 viviendas EE	18,4
EE	10	2 viviendas EE	18,4
EE	11	2 viviendas EE	18,4
EE	12	2 viviendas EE	18,4
EE	13	2 viviendas EE	18,4
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)			239,2

Se puede observar en los planos la trazada del anillo 1, así como la distribución de las CGP numeradas en la tabla anterior.

2.1.1.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión

Será necesario el cálculo del Punto de Mínima Tensión, en adelante PMT, para conocer el lugar dónde se abrirá la línea, así como para la determinación de la sección, los fusibles y la caída de tensión.

Con la longitud de los tramos entre las CGP, la potencia por CGP, la longitud acumulada, calculamos el producto de la potencia por la longitud acumulada, y su sumatorio, aplicamos la fórmula del PMT:

$$PMT = \frac{\sum(P \cdot \sum L)}{\sum P}$$

Se adjunta a continuación la tabla correspondiente a la hoja de cálculo que recoge el cálculo del citado PMT:

PMT ANILLO 1						
TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	P·ΣL	Σ(P·ΣL)	ΣP
CT_MR15	18,4	50	50	920,00	920,00	18,4
1-2	18,4	12,5	62,5	1150,00	2070,00	36,8
2-3	18,4	12,5	75	1380,00	3450,00	55,2
3-4	18,4	12,5	87,5	1610,00	5060,00	73,6
4-5	18,4	17	104,5	1922,80	6982,80	92
5-6	18,4	15,5	120	2208,00	9190,80	110,4
6-7	18,4	12,5	132,5	2438,00	11628,80	128,8
7-8	18,4	15	147,5	2714,00	14342,80	147,2
8-9	18,4	17	164,5	3026,80	17369,60	165,6
9-10	18,4	12,5	177	3256,80	20626,40	184
10-11	18,4	12,5	189,5	3486,80	24113,20	202,4
11-12	18,4	12,5	202	3716,80	27830,00	220,8
12-13	18,4	12,5	214,5	3946,80	31776,80	239,2
13 - CT_MR15		220	434,5			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 1						132,85

Se marca en verde el PMT.

2.1.1.3.- Cálculo de la Sección

Procedemos a la separación de las cargas en 2 líneas, calculando la sección para ambas líneas por separado, por estar conectadas en anillo. Para el cálculo de la sección comprobaremos criterios de calentamiento y de caída de tensión, como especificamos en los siguientes apartados.

➤ **Línea 1 – Anillo 1 – Centro de Transformación CT_MR15**

La línea 1 del anillo 1, con una longitud total de 132,5m, alimenta las CGP siguientes:

- 1 2 viviendas EE 18,4kW
- 2 2 viviendas EE 18,4 kW
- 3 2 viviendas EE 18,4 kW
- 4 2 viviendas EE 18,4 kW
- 5 2 viviendas EE 18,4 kW
- 6 2 viviendas EE 18,4 kW
- 7 2 viviendas EE 18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
1	- 14 VIVIENDAS EE	128,8 kW
2	- 12 VIVIENDAS EE	110,4 kW
3	- 10 VIVIENDAS EE	92 kW
4	- 8 VIVIENDAS EE	73,6 kW
5	- 6 VIVIENDAS EE	55,2 kW
6	- 4 VIVIENDAS EE	36,8 kW
7	- 2 VIVIENDAS EE	18,4 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{128,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 206,56 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) $\rightarrow K=0,88$

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{206,56}{0,88} = 234,73 A$$

Con el valor de 236,6 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

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

Escogemos el conductor de S=150mm² con Intensidad admisible de 260 A.

$$S=150\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 260 \cdot 0,88 = 228,8 A > I_{nom} = 208,21 A$$

En principio, con una sección de 150 mm² cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

○ S=150mm² + Fusible=250 A
Protege 165m < Longitud Línea= 132,5m → VÁLIDO

Se ha demostrado que para una sección de 150 mm² estaríamos protegiendo la línea 1 del ANILLO 1 correspondiente al CT_MR15.

Se comprobará a continuación la LINEA 2. En caso de que la sección de la LINEA 2 sea superior, se adoptará ésta solución para el ANILLO 1, es decir, el anillo pasará a tener la sección mayor de las dos líneas.

➤ Línea 2 – Anillo 1 – Centro de Transformación CT_MR15

La línea 2 del anillo 1, con una longitud total de 302m, alimenta las CGP siguientes:

○ 1	2 viviendas EE	18,4kW
○ 2	2 viviendas EE	18,4 kW
○ 3	2 viviendas EE	18,4 kW
○ 4	2 viviendas EE	18,4 kW
○ 5	2 viviendas EE	18,4 kW
○ 6	2 viviendas EE	18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
1	- 12 VIVIENDAS EE	110,4 kW
2	- 10 VIVIENDAS EE	92 kW
3	- 8 VIVIENDAS EE	73,6 kW
4	- 6 VIVIENDAS EE	55,2 kW
5	- 4 VIVIENDAS EE	36,8 kW
6	- 2 VIVIENDAS EE	18,4 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{110,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 177,05 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) → K=0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{177,05}{0,88} = 201,197 \text{ A}$$

Con el valor de 201,97 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
75	180	175	200
150	260	230	290
240	315	305	390

Escogemos el conductor de S=150mm² con Intensidad admisible de 260 A.

$$S=150\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 260 \cdot 0,88 = 228,8 \text{ A} > I_{nom} = 201,97 \text{ A}$$

En principio, con una sección de 150 mm² cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

○ S=150mm² + Fuse=250 A
Protege 165m < Longitud Línea= 302m → NO VÁLIDO

○ S=240mm² + Fuse=200 A
Protege 345m > Longitud Línea= 302m → VÁLIDO

La sección necesaria será de 240 mm². Por tanto, **la sección para el anillo será de 240 mm²** y, con este valor de sección, se obtendrá la caída de tensión para cada tramo de la línea.

2.1.1.4.- Cálculo de la Caída de Tensión

Se va a proceder al cálculo de la caída de tensión de las líneas 1 y 2 en que se divide el ANILLO 1 de BT del CT_MR15.

Se toman los siguientes valores de referencia para sección S = 240mm².

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

Para cumplir con las condiciones del criterio de caída de tensión, tenemos que cerciorarnos que el valor de caída de tensión porcentual de nuestra línea, es inferior al 5%, tal y como estipula el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Se adjuntan las tablas de resultados para la caída de tensión.

CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 1				
LINEA 1: CT_MR15 - 7				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 1	128,8	0,05	0,6396	0,6396
1-2	110,4	0,0125	0,1371	0,7766
2-3	92	0,0125	0,1142	0,8908
3-4	73,6	0,0125	0,0914	0,9822
4-5	55,2	0,017	0,0932	1,0754
5-6	36,8	0,0155	0,0566	1,1321
6-7	18,4	0,0125	0,0228	1,1549

CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 1				
LINEA 2: CT_MR15 - 8				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 13	110,4	0,22	2,4121	2,4121
13-12	92	0,0125	0,1142	2,5264
12-11	73,6	0,0125	0,0914	2,6177
11-10	55,2	0,0125	0,0685	2,6862
10-9	36,8	0,0125	0,0457	2,7319
9-8	18,4	0,017	0,0311	2,7630

Ambas líneas tienen caída de tensión inferior al 5% por lo tanto nuestros cálculos de sección para los conductores son correctos.

2.1.1.5.- Resultados ANILLO 1

Anillo 1 – Centro de Transformación CT_MR15

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x240mm²) + 1x150mm²
Fusible línea 1: 200 A Fusible línea 2: 200 A

2.1.2.- Cálculos ANILLO 2

2.1.2.1.- Previsión de potencia

El anillo 2 del centro de transformación CT_MR15 alimentará las siguientes cargas de la manzana residencial MR-15.

- 23 viviendas EE 211,6 kW

CENTRO TRANSFORMACIÓN CT_MR15		ANILLO 2	
VIVIENDA	CGPM Nº	COMPOSICION	POTENCIA (kW)
EE	14	2 viviendas EE	18,4
EE	15	2 viviendas EE	18,4
EE	16	2 viviendas EE	18,4
EE	17	2 viviendas EE	18,4
EE	18	2 viviendas EE	18,4
EE	19	2 viviendas EE	18,4
EE	20	2 viviendas EE	18,4
EE	21	2 viviendas EE	18,4
EE	22	2 viviendas EE	18,4
EE	23	2 viviendas EE	18,4
EE	24	2 viviendas EE	18,4
EE	25	2 viviendas EE	18,4
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)			211,6

Se puede observar en los planos la trazada del anillo 2, así como la distribución de las CGP numeradas en la tabla anterior.

2.1.2.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión

Será necesario el cálculo del Punto de Mínima Tensión, en adelante PMT, para conocer el lugar dónde se abrirá la línea, así como para la determinación de la sección, los fusibles y la caída de tensión.

Con la longitud de los tramos entre las CGP, la potencia por CGP, la longitud acumulada, calculamos el producto de la potencia por la longitud acumulada, y su sumatorio, aplicamos la fórmula del PMT:

$$PMT = \frac{\sum(P \cdot \sum L)}{\sum P}$$

Se adjunta a continuación la tabla correspondiente a la hoja de cálculo que recoge el cálculo del citado PMT:

PMT ANILLO 2						
TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	$P \cdot \Sigma L$	$\Sigma(P \cdot \Sigma L)$	ΣP
CT_MR15 - 14	18,4	400	400	7360,00	7360,00	18,4
14-15	18,4	12,5	412,5	7590,00	14950,00	36,8
15-16	18,4	15	427,5	7866,00	22816,00	55,2
16-17	18,4	17,5	445	8188,00	31004,00	73,6
17-18	18,4	16,5	461,5	8491,60	39495,60	92
18-19	18,4	17	478,5	8804,40	48300,00	110,4
19-20	18,4	320	798,5	14692,40	62992,40	128,8
20-21	18,4	12,5	811	14922,40	77914,80	147,2
21-22	18,4	12,5	823,5	15152,40	93067,20	165,6
22-23	18,4	12,5	836	15382,40	108449,60	184
23-24	18,4	12,5	848,5	15612,40	124062,00	202,4
24-25	9,2	12,5	861	7921,20	131983,20	211,6
25- CT_MR15		170	1031			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 2						623,74

Se marca en verde el PMT.

2.1.2.3.- Cálculo de la Sección

Procedemos a la separación de las cargas en 2 líneas, calculando la sección para ambas líneas por separado, por estar conectadas en anillo. Para el cálculo de la sección comprobaremos criterios de calentamiento y de caída de tensión, como especificamos en los siguientes apartados.

➤ **Línea 1 – Anillo 2 – Centro de Transformación CT_MR15**

La línea 1 del anillo 2, con una longitud total de 478,5, alimenta las CGP siguientes:

- 14 2 viviendas EE 18,4kW
- 15 2 viviendas EE 18,4 kW
- 16 2 viviendas EE 18,4 kW
- 17 2 viviendas EE 18,4 kW
- 18 2 viviendas EE 18,4 kW
- 19 2 viviendas EE 18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
14	- 12 VIVIENDAS EE	110,4 kW
15	- 10 VIVIENDAS EE	92 kW
16	- 8 VIVIENDAS EE	73,6 kW
17	- 6 VIVIENDAS EE	55,2 kW
18	- 4 VIVIENDAS EE	36,8 kW
19	- 2 VIVIENDAS EE	18,4 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{110,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 177,05 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) → K=0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{177,054}{0,88} = 201,197 \text{ A}$$

Con el valor de 201,197 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	315	305	390

Escogemos el conductor de $S=150\text{mm}^2$ con Intensidad admisible de 260 A.

$$S=150\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 260 \cdot 0,88 = 228,8 \text{ A} > I_{nom} = 177,05 \text{ A}$$

En principio, con una sección de 150 mm^2 cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

- $S=150\text{mm}^2 + \text{Fusible}=250 \text{ A}$
Protege 165m < Longitud Línea= 478,5m → NO VÁLIDO

○ S=240mm² + Fusible=125 A
Protege 605m > Longitud Línea= 478,5m → VÁLIDO

Se ha demostrado que para una sección de 240 mm² estaríamos protegiendo la línea 1 del ANILLO 2 correspondiente al CT_MR15 con un fusible en cabeza de 125 A.

Se comprobará a continuación la LINEA 2. En caso de que la sección de la LINEA 2 sea superior, se adoptará ésta solución para el ANILLO 2, es decir, el anillo pasará a tener la sección mayor de las dos líneas.

➤ **Línea 2 – Anillo 2 – Centro de Transformación CT_MR15**

La línea 2 del anillo 2, con una longitud total de 232,5m, alimenta las CGP siguientes:

- 20 2 viviendas EE 18,4kW
- 21 2 viviendas EE 18,4 kW
- 22 2 viviendas EE 18,4 kW
- 23 2 viviendas EE 18,4 kW
- 24 2 viviendas EE 18,4 kW
- 25 2 viviendas EE 18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
20	- 11 VIVIENDAS EE	101,2 kW
21	- 9 VIVIENDAS EE	82,2 kW
22	- 7 VIVIENDAS EE	64,4 kW
23	- 5 VIVIENDAS EE	46 kW
24	-3 VIVIENDAS EE	27,6 kW
25	- 1 VIVIENDA EE	9,2 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{101,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 162,29 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) → K=0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{162,29}{0,88} = 184,43 \text{ A}$$

Con el valor de 184,43 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

Sección mm ²	Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	280	230	290
240	340	305	390

Escogemos el conductor de S=95mm² con Intensidad admisible de 200 A.

$$S=95\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 200 \cdot 0,88 = 176 \text{ A} > I_{nom} = 162,29 \text{ A}$$

En principio, con una sección de 95 mm² cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

- S=95mm² + Fuse=200 A

Protege 120m < Longitud Línea= 232,5m → NO VÁLIDO

- S=150mm² + Fuse=160 A

Protege 285m > Longitud Línea= 232,5m → VÁLIDO

La sección necesaria será de 150 mm². Por tanto, **la sección para el anillo será de 240 mm²** y, con este valor de sección, se obtendrá la caída de tensión para cada tramo de la línea. Esto se debe a que la LINEA 1 del ANILLO 2 necesita una sección de 240mm², por lo que el anillo toma la sección mayor de ambas líneas.

2.1.2.4.- Cálculo de la Caída de Tensión

Se va a proceder al cálculo de la caída de tensión de las líneas 1 y 2 en que se divide el ANILLO 2 de BT del CT_MR15.

Se toman los siguientes valores de referencia para sección S = 240mm².

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

Para cumplir con las condiciones del criterio de caída de tensión, tenemos que cerciorarnos que el valor de caída de tensión porcentual de nuestra línea, es inferior al 5%, tal y como estipula el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Se adjuntan las tablas de resultados para la caída de tensión.

CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 2				
LINEA 1: CT_MR15 - 19				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 14	110,4	0,4	4,3857	4,3857
14-15	92	0,0125	0,1142	4,4999
15-16	73,6	0,015	0,1096	4,6096
16-17	55,2	0,0175	0,0959	4,7055
17-18	36,8	0,0165	0,0603	4,7658
18-19	18,4	0,017	0,0311	4,7969

CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 2				
LINEA 2: CT_MR15 - 20				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 25	101,2	0,17	1,7086	1,7086
25-24	92	0,0125	0,1142	1,8228
24-23	73,6	0,0125	0,0914	1,9142
23-22	55,2	0,0125	0,0685	1,9827
22-21	36,8	0,0125	0,0457	2,0284
21-20	18,4	0,0125	0,0228	2,0512

Ambas líneas tienen caída de tensión inferior al 5% por lo tanto nuestros cálculos de sección para los conductores son correctos.

2.1.2.5.- Resultados ANILLO 2

Anillo 2 – Centro de Transformación CT_MR15

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x240mm²) + 1x150mm²
Fusible línea 1: 125 A Fusible línea 2: 250 A

2.1.3.- Cálculos ANILLO 3

2.1.3.1.- Previsión de potencia

El anillo 3 del centro de transformación CT_MR15 alimentará las siguientes cargas de la manzana residencial MR-15.

- 26 viviendas EE 239,2 kW

CENTRO TRANSFORMACIÓN CT_MR15		ANILLO 3	
VIVIENDA	CGPM N°	COMPOSICION	POTENCIA (kW)
EE	26	1 vivienda EE	9,2
EE	27	2 viviendas EE	18,4
EE	28	2 viviendas EE	18,4
EE	29	2 viviendas EE	18,4
EE	30	2 viviendas EE	18,4
EE	31	2 viviendas EE	18,4
EE	32	2 viviendas EE	18,4
EE	33	2 viviendas EE	18,4
EE	34	2 viviendas EE	18,4
EE	35	2 viviendas EE	18,4
EE	36	2 viviendas EE	18,4
EE	37	2 viviendas EE	18,4
EE	38	2 viviendas EE	18,4
EE	39	1 vivienda EE	9,2
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)			239,2

Se puede observar en los planos la trazada del anillo 3, así como la distribución de las CGP numeradas en la tabla anterior.

2.1.3.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión

Será necesario el cálculo del Punto de Mínima Tensión, en adelante PMT, para conocer el lugar dónde se abrirá la línea, así como para la determinación de la sección, los fusibles y la caída de tensión.

Con la longitud de los tramos entre las CGP, la potencia por CGP, la longitud acumulada, calculamos el producto de la potencia por la longitud acumulada, y su sumatorio, aplicamos la fórmula del PMT:

$$PMT = \frac{\sum(P \cdot \sum L)}{\sum P}$$

Se adjunta a continuación la tabla correspondiente a la hoja de cálculo que recoge el cálculo del citado PMT:

PMT ANILLO 3						
TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	$P \cdot \Sigma L$	$\Sigma(P \cdot \Sigma L)$	ΣP
CT_MR15 - 39	9,2	214	214	1968,80	1968,80	9,2
39-38	18,4	10	224	4121,60	6090,40	27,6
38-37	18,4	12,5	236,5	4351,60	10442,00	46
37-36	18,4	12,5	249	4581,60	15023,60	64,4
36-35	18,4	12,5	261,5	4811,60	19835,20	82,8
35-34	18,4	17	278,5	5124,40	24959,60	101,2
34-33	18,4	15,5	294	5409,60	30369,20	119,6
33-32	18,4	12,5	306,5	5639,60	36008,80	138
32-31	18,4	15	321,5	5915,60	41924,40	156,4
31-30	18,4	17	338,5	6228,40	48152,80	174,8
30-29	18,4	12,5	351	6458,40	54611,20	193,2
29-28	18,4	12,5	363,5	6688,40	61299,60	211,6
28-27	18,4	12,5	376	6918,40	68218,00	230
27-26	9,2	12	388	3569,60	71787,60	239,2
26-CT_MR15		371	759			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 3						300,12

Se marca en verde el PMT.

2.1.3.3.- Cálculo de la Sección

Procedemos a la separación de las cargas en 2 líneas, calculando la sección para ambas líneas por separado, por estar conectadas en anillo. Para el cálculo de la sección comprobaremos criterios de calentamiento y de caída de tensión, como especificamos en los siguientes apartados.

➤ **Línea 1 – Anillo 3 – Centro de Transformación CT_MR15**

La línea 1 del anillo 3, con una longitud total de 294m, alimenta las CGP siguientes:

- 39 2 viviendas EE 9,2kW
- 38 2 viviendas EE 18,4 kW
- 37 2 viviendas EE 18,4 kW
- 36 2 viviendas EE 18,4 kW
- 35 2 viviendas EE 18,4 kW
- 34 2 viviendas EE 18,4 kW
- 33 2 viviendas EE 18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
39	- 13 VIVIENDAS EE	119,6 kW
38	- 12 VIVIENDAS EE	110,4 kW
37	- 10 VIVIENDAS EE	92 kW
36	- 8 VIVIENDAS EE	73,6 kW
35	- 6 VIVIENDAS EE	55,2 kW
34	- 4 VIVIENDAS EE	36,8 kW
33	- 2 VIVIENDAS EE	18,4 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{119,6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 191,808 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) → K=0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{191,808}{0,88} = 217,964 \text{ A}$$

Con el valor de 217,964 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

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

Escogemos el conductor de $S=150\text{mm}^2$ con Intensidad admisible de 260 A.

$$S=150\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 260 \cdot 0,88 = 228,8 \text{ A} > I_{nom} = 191,808 \text{ A}$$

En principio, con una sección de 150 mm^2 cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
	Longitudes en metros (1)					

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

○ S=150mm² + Fusible=250 A
Protege 165m < Longitud Línea= 294m → NO VÁLIDO

○ S=240mm ² + Fusible=200 A Protege 345m > Longitud Línea= 294m → VÁLIDO
--

Se ha demostrado que para una sección de 240 mm² estaríamos protegiendo la línea 1 del ANILLO 3 correspondiente al CT_MR15.

Se comprobará a continuación la LINEA 2. En caso de que la sección de la LINEA 2 sea superior, se adoptará ésta solución para el ANILLO 3, es decir, el anillo pasará a tener la sección mayor de las dos líneas.

➤ Línea 2 – Anillo 3 – Centro de Transformación CT_MR15

La línea 2 del anillo 1, con una longitud total de 465m, alimenta las CGP siguientes:

- 26 1 vivienda EE 9,2kW
- 27 2 viviendas EE 18,4 kW
- 28 2 viviendas EE 18,4 kW
- 29 2 viviendas EE 18,4 kW
- 30 2 viviendas EE 18,4 kW
- 31 2 viviendas EE 18,4 kW
- 32 2 viviendas EE 18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
32	- 13 VIVIENDAS EE	119,6 kW
31	- 11 VIVIENDAS EE	101,2 kW
30	- 9 VIVIENDAS EE	82,8 kW
29	- 7 VIVIENDAS EE	64,4 kW

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
28	- 5 VIVIENDAS EE	46 kW
27	- 3 VIVIENDAS EE	27,6 kW
26	- 1 VIVIENDA EE	9,2 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{119,6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 191,808 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) → K=0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{191,808}{0,88} = 217,964 \text{ A}$$

Con el valor de 217,964 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm ²	Directamente soterrados (1)	En tubular soterrada (2)	Al aire, protegido del sol (1)
25	95	82	88
50	135	115	125
75	175	150	175
150	260	230	290
240	340	305	390

Escogemos el conductor de $S=150\text{mm}^2$ con Intensidad admisible de 260 A.

$$S=150\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 260 \cdot 0,88 = 228,8 \text{ A} > I_{nom} = 191,808 \text{ A}$$

En principio, con una sección de 150 mm^2 cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros ⁽¹⁾						

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

○ $S=150\text{mm}^2 + \text{Fuse}=250 \text{ A}$
Protege 165m < Longitud Línea= 465m → NO VÁLIDO

○ $S=240\text{mm}^2 + \text{Fuse}=125 \text{ A}$
Protege 605m > Longitud Línea= 465m → VÁLIDO

La sección necesaria será de 240 mm^2 . Por tanto, **la sección para el anillo será de 240 mm^2** y, con este valor de sección, se obtendrá la caída de tensión para cada tramo de la línea.

2.1.3.4.- Cálculo de la Caída de Tensión

Se va a proceder al cálculo de la caída de tensión de las líneas 1 y 2 en que se divide el ANILLO 3 de BT del CT_MR15.

Se toman los siguientes valores de referencia para sección $S = 240\text{mm}^2$.

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

Para cumplir con las condiciones del criterio de caída de tensión, tenemos que cerciorarnos que el valor de caída de tensión porcentual de nuestra línea, es inferior al 5%, tal y como estipula el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Se adjuntan las tablas de resultados para la caída de tensión.

CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 3				
LINEA 1: CT_MR15 - 33				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 39	119,6	0,214	2,5419	2,5419
39-38	110,4	0,01	0,1096	2,6515
38-37	92	0,0125	0,1142	2,7657
37-36	73,6	0,0125	0,0914	2,8571
36-35	55,2	0,0125	0,0685	2,9256
35-34	36,8	0,017	0,0621	2,9878
34-33	18,4	0,0155	0,0283	3,0161

CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 3				
LINEA 2: CT_MR15 - 32				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 26	119,6	0,371	4,4067	4,4067
26-27	110,4	0,012	0,1316	4,5383
27-28	92	0,0125	0,1142	4,6525
28-29	73,6	0,0125	0,0914	4,7439
29-30	55,2	0,0125	0,0685	4,8124
30-31	36,8	0,017	0,0621	4,8745
31-32	18,4	0,015	0,0274	4,9019

Ambas líneas tienen caída de tensión inferior al 5% por lo tanto nuestros cálculos de sección para los conductores son correctos.

2.1.3.5.- Resultados ANILLO 3

Anillo 3 – Centro de Transformación CT_MR15

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x240mm²) + 1x150mm²

Fusible línea 1: 200 A

Fusible línea 2: 125 A



2.1.4.- Cálculos ANILLO 4

2.1.4.1.- Previsión de potencia

El anillo 4 del centro de transformación CT_MR15 alimentará las siguientes cargas de la manzana residencial MR-15.

- 11 viviendas EE 202,4 kW

CENTRO TRANSFORMACIÓN CT_MR15		ANILLO 4	
VIVIENDA	CGPM Nº	COMPOSICION	POTENCIA (kW)
EE	40	2 viviendas EE	18,4
EE	41	2 viviendas EE	18,4
EE	42	2 viviendas EE	18,4
EE	43	2 viviendas EE	18,4
EE	44	2 viviendas EE	18,4
EE	45	2 viviendas EE	18,4
EE	46	2 viviendas EE	18,4
EE	47	2 viviendas EE	18,4
EE	48	2 viviendas EE	18,4
EE	49	2 viviendas EE	18,4
EE	50	2 viviendas EE	18,4
POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)			202,4

Se puede observar en los planos la trazada del anillo 4, así como la distribución de las CGP numeradas en la tabla anterior.

2.1.4.2.- Cálculo del Punto de Mínima Tensión

Será necesario el cálculo del Punto de Mínima Tensión, en adelante PMT, para conocer el lugar dónde se abrirá la línea, así como para la determinación de la sección, los fusibles y la caída de tensión.

Con la longitud de los tramos entre las CGP, la potencia por CGP, la longitud acumulada, calculamos el producto de la potencia por la longitud acumulada, y su sumatorio, aplicamos la fórmula del PMT:

$$PMT = \frac{\sum(P \cdot \sum L)}{\sum P}$$

Se adjunta a continuación la tabla correspondiente a la hoja de cálculo que recoge el cálculo del citado PMT:

PMT ANILLO 4						
TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	$P \cdot \Sigma L$	$\Sigma(P \cdot \Sigma L)$	ΣP
CT_MR15 - 40	18,4	15	15	276,00	276,00	18,4
40-41	18,4	12,5	27,5	506,00	782,00	36,8
41-42	18,4	12,5	40	736,00	1518,00	55,2
42-43	18,4	67	107	1968,80	3486,80	73,6
43-44	18,4	12,5	119,5	2198,80	5685,60	92
44-45	18,4	12,5	132	2428,80	8114,40	110,4
45-46	18,4	12,5	144,5	2658,80	10773,20	128,8
46-47	18,4	12,5	157	2888,80	13662,00	147,2
47-48	18,4	88	245	4508,00	18170,00	165,6
48-49	18,4	12,5	257,5	4738,00	22908,00	184
49-50	18,4	12,5	270	4968,00	27876,00	202,4
50_CT_MR15		80	350			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 4						137,73

Se marca en verde el PMT.

2.1.4.3.- Cálculo de la Sección

Procedemos a la separación de las cargas en 2 líneas, calculando la sección para ambas líneas por separado, por estar conectadas en anillo. Para el cálculo de la sección comprobaremos criterios de calentamiento y de caída de tensión, como especificamos en los siguientes apartados.

➤ **Línea 1 – Anillo 4 – Centro de Transformación CT_MR15**

La línea 1 del anillo 4, con una longitud total de 218m, alimenta las CGP siguientes:

- 46 2 viviendas EE 18,4kW
- 47 2 viviendas EE 18,4 kW
- 48 2 viviendas EE 18,4 kW
- 49 2 viviendas EE 18,4 kW
- 50 2 viviendas EE 18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
50	- 10 VIVIENDAS EE	92 kW
49	- 8 VIVIENDAS EE	73,6 kW
48	- 6 VIVIENDAS EE	55,2 kW
47	- 4 VIVIENDAS EE	36,8 kW
46	- 2 VIVIENDAS EE	18,4 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{92 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 147,54 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) → K=0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{147,54}{0,88} = 167,66 \text{ A}$$

Con el valor de 167,66 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

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

Escogemos el conductor de $S=95\text{mm}^2$ con Intensidad admisible de 200 A.

$$S=950\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 200 \cdot 0,88 = 176 \text{ A} > I_{nom} = 147,54 \text{ A}$$

En principio, con una sección de 95 mm^2 cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	I_n (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

- $S=95\text{mm}^2 + \text{Fusible}=200 \text{ A}$
Protege 120m < Longitud Línea= 218m → NO VÁLIDO

○ S=150mm² + Fusible=160 A
Protege 215m > Longitud Línea= 218m → VÁLIDO

Se ha demostrado que para una sección de 150 mm² estaríamos protegiendo la línea 1 del ANILLO 4 correspondiente al CT_MR15.

Se comprobará a continuación la LINEA 2. En caso de que la sección de la LINEA 2 sea superior, se adoptará ésta solución para el ANILLO 4, es decir, el anillo pasará a tener la sección mayor de las dos líneas.

➤ **Línea 2 – Anillo 4 – Centro de Transformación CT_MR15**

La línea 2 del anillo 4, con una longitud total de 132m, alimenta las CGP siguientes:

- 1 2 viviendas EE 18,4kW
- 2 2 viviendas EE 18,4 kW
- 3 2 viviendas EE 18,4 kW
- 4 2 viviendas EE 18,4 kW
- 5 2 viviendas EE 18,4 kW
- 6 2 viviendas EE 18,4 kW

Para el cálculo de la intensidad, tendremos que tener en cuenta la potencia acumulada en principio de línea, con los coeficientes de simultaneidad adecuados según la cantidad de viviendas que se acumulen en cada punto. Procedemos a calcular las potencias acumuladas en los diferentes puntos de la línea:

CGPM	CARGAS ACUMULADAS	POTENCIA NECESARIA
45	- 12 VIVIENDAS EE	110,4 kW
44	- 10 VIVIENDAS EE	92 kW
43	- 8 VIVIENDAS EE	73,6 kW
42	- 6 VIVIENDAS EE	55,2 kW
41	- 4 VIVIENDAS EE	36,8 kW
40	- 2 VIVIENDAS EE	18,4 kW

$$I_{nom} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{110,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 177,05 \text{ A}$$

Aplicamos los factores de corrección correspondientes a la instalación de la línea (tabla adjunta), para hallar la intensidad para entrar a las tablas.

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

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

2 circuitos (distancia 200mm) → K=0,88

$$I_{tablas} = \frac{I_{nom}}{K} = \frac{177,05}{0,88} = 201,197 \text{ A}$$

Con el valor de 201,97 A, entramos a la tabla A1 del fabricante PRYSMIAN, para seleccionar la sección que cumpla con la intensidad necesaria.

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

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

Escogemos el conductor de S=150mm² con Intensidad admisible de 260 A.

$$S=150\text{mm}^2$$

$$I_{adm} = 260 \cdot 0,88 = 228,8 \text{ A} > I_{nom} = 201,97 \text{ A}$$

En principio, con una sección de 150 mm² cumpliríamos por intensidad máxima admisible.

A continuación, utilizamos la tabla del proyecto tipo de IBERDROLA MT-2.51.01 para seleccionar el fusible que protegerá la línea.

Cable	In (A)
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	315

Protección contra cortocircuitos:

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros (1)						

Según las tablas del proyecto tipo de IBERDROLA, tenemos:

○ S=150mm ² + Fuse=250 A Protege 165m > Longitud Línea= 132m → VÁLIDO

La sección necesaria será de 150 mm². Por tanto, **la sección para el anillo será de 150 mm²** y, con este valor de sección, se obtendrá la caída de tensión para cada tramo de la línea.

2.1.4.4.- Cálculo de la Caída de Tensión

Se va a proceder al cálculo de la caída de tensión de las líneas 1 y 2 en que se divide el ANILLO 1 de BT del CT_MR15.

Se toman los siguientes valores de referencia para sección S = 240mm², pues a pesar de que el ANILLO 4 cumple para 150 mm², al ser una línea para ceder a la compañía, se subirá a 240 mm², tal y como marca IBERDROLA.

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

Para cumplir con las condiciones del criterio de caída de tensión, tenemos que cerciorarnos que el valor de caída de tensión porcentual de nuestra línea, es inferior al 5%, tal y como estipula el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot \tan\theta)$$

Se adjuntan las tablas de resultados para la caída de tensión.

CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 4				
LINEA 1: CT_MR15 - 45				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	$\Sigma \Delta U$
CT_MR15 - 50	92	0,015	0,1371	0,1371
50-49	73,6	0,0125	0,0914	0,2284
49-48	55,2	0,0125	0,0685	0,2969
48-47	36,8	0,067	0,2449	0,5418
47-46	18,4	0,0125	0,0228	0,5647

CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 4				
LINEA 2: CT_MR15 - 44				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	$\Sigma \Delta U$
CT_MR15 - 40	110,4	0,015	0,1645	0,1645
40-41	92	0,0125	0,1142	0,2787
41-42	73,6	0,0125	0,0914	0,3700
42-43	55,2	0,067	0,3673	0,7373
43-44	36,8	0,0125	0,0457	0,7830
44-45	18,4	0,0125	0,0228	0,8059

Ambas líneas tienen caída de tensión inferior al 5% por lo tanto nuestros cálculos de sección para los conductores son correctos.

2.1.4.5.- Resultados ANILLO 4

Anillo 4 – Centro de Transformación CT_MR15

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x240mm²) + 1x150mm²
Fusible línea 1: 250 A Fusible línea 2: 250 A

Nota: al subir la sección al mínimo exigido por IBERDROLA, se han ajustado los fusibles de cabeza, de manera que se proteja, como mínimo, la longitud de cada línea. En este sentido, la línea mayor será de 218 metros y, tal cual se muestra en la tabla amarilla adjunta, una sección de 240mm² con un fusible de 250 A protege hasta 260 metros.

2.2.-Resumen de los cálculos eléctricos.

Se adjunta a continuación una tabla resumen en la que se recogen los resultados del cálculo de los 4 anillos en BT.

RESUMEN DE RESULTADOS ANILLOS EN BAJA TENSION					
ANILLO	SECCIÓN	FUSIBLE LINEA 1	FUSIBLE LINEA 2	ΔU LINEA 1	ΔU LINEA 2
ANILLO 1	240 mm ²	200 A	200 A	1,15%	2,76%
ANILLO 2	240 mm ²	125 A	250 A	4,79%	2,05%
ANILLO 3	240 mm ²	200 A	125 A	3,01%	4,90%
ANILLO 4	240 mm ²	250 A	250 A	0,56%	0,81%



1.9.- ESTUDIO BSSL

1.9.1.- OBJETO

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

1.9.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

1.9.2.1.- Suministro De Energía Eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

1.9.2.2.- Suministro de Agua Potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

1.9.2.3.- Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

1.9.2.4.- Interferencias y Servicios afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

1.9.3.- MEMORIA

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

1.9.3.1.- Obra Civil

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

1.9.3.1.1.- Movimientos de tierras y cimentaciones

❖ Riesgos más frecuentes

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

❖ Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.

- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

1.9.3.1.2.- Estructura

❖ Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

❖ Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.

- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

1.9.3.1.3.- Cerramientos

❖ Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

❖ Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

1.9.3.1.4.-Albañilería

❖ Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

❖ Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

1.9.3.2.- Montaje

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

1.9.3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados

❖ Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

❖ Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

1.9.3.2.2.- Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamento, Transformadores de potencia y cuadros de Baja Tensión.

❖ Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.

- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

- ❖ Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

1.9.3.2.3.- Operaciones de puesta en tensión.

- ❖ Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

- ❖ Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

1.9.4.- ASPECTOS GENERALES

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

1.9.4.1.- Botiquín de Obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

1.9.5.- NORMATIVA APLICABLE

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Resolución de 4 de Noviembre de 2002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se aprueba la orden de 9 de Septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio, por la que se adoptan las medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

1.10.- ANEXOS A LA MEMORIA

Como manera de complementar la información desarrollada a lo largo del trabajo fin de máster y de sus correspondientes separatas, se aporta una relación documentación técnica que permita definir con más precisión si cabe las instalaciones proyectadas.

1.10.1.- DOCUMENTACION TÉCNICA

Como ya se ha comentado, se adjunta la documentación técnica necesaria para complementar el presente Trabajo Fin de Máster.



VULPREN (IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO) HEPRZ1 12/20 kV AI H16

TENSIÓN: 12/20 kV

 General Cable



NORMAS

IBERDROLA NI 56.43.01 - Norma constructiva y de ensayos
UNE-EN 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases
IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:

Aluminio, semirrígido clase 2

AISLAMIENTO:

Etileno-propileno de alto módulo 105°C (HEPR)

PANTALLA:

Corona de hilos de cobre

CUBIERTA EXTERIOR:

Polietileno

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cables para distribución de energía para instalaciones de media tensión al aire, entubados, enterrados.

Aislamiento de HEPR de alto gradiente permite una reducción del espesor de aislamiento, reduciendo el diámetro y peso del cable.

Cubierta de poliolefina resistente a la abrasión y al desgarro. Mayor facilidad de deslizamiento.

Temperatura máxima en régimen permanente 105 °C. Permite mayores ampacidades que los cables convencionales con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Proceso de reticulación en atmósfera inerte (nitrógeno) de las capas extrudidas semiconductoras y del aislamiento de forma simultánea, garantizando la máxima calidad.

Cable libre de halógenos con pantalla obturada longitudinalmente al paso del agua.



UNIVERSITAT
Miguel
Hernández

**VULPREN (IBERDROLA E
HIDROCANTÁBRICO)
HEPRZ1 12/20 kV AI H16**

TENSIÓN: 12/20 kV

									
	mm ²	mm	mm	kg/km	mm	A	A	Ohm/km	μF/km
1310114	50	17,5	25,4	725	385	180	145	0,138	0,213
1310115	70	19,2	28,1	865	425	225	180	0,13	0,242
1310116	95	20,7	29,7	975	445	275	215	0,123	0,269
1310117	120	22,5	31,5	1095	475	320	245	0,118	0,3
1310118	150	23,7	32,7	1200	490	360	275	0,114	0,32
1310119	185	25,1	34,1	1370	515	415	315	0,11	0,344
1310120	240	27,8	36,8	1570	555	495	365	0,105	0,39
1310121	300	29,9	38,9	1780	585	565	410	0,101	0,426
1310122	400	32,6	41,6	2110	625	660	470	0,097	0,472
1310123	500	36,3	45,3	2520	680	780	540	0,094	0,535
1310124	630	40,3	49,3	3070	740	920	620	0,091	0,602



HARMOHNY XZ1 (S) AI

TENSIÓN: 0.6/1 kV

 **General Cable**



NORMAS

UNE-HD 603-5X - Norma de diseño y ensayos

UNE-EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2 - No propagador de la llama

UNE-EN 60754-1, IEC 60754-1 - Libre de halógenos

UNE-EN 60754-2, IEC 60754-2 - Baja acidez y corrosividad de los gases

UNE-EN 61034, IEC 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR:

Aluminio, semirrígido clase 2

AISLAMIENTO:

Polietileno reticulado (XLPE)

CUBIERTA EXTERIOR:

Polioléfina termoplástica libre de halógenos

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cable de distribución de energía de baja tensión para instalaciones al aire, entubadas y/o enterradas.

Cable de Seguridad (S) que incluye las características de no propagación de la llama, libre de halógenos, baja acidez y corrosividad de los gases y baja opacidad de los humos emitidos durante la combustión.

Resistencia a la intemperie, al desgarro y a la abrasión.

Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento.

Temperatura máxima en servicio permanente 90°C.



HARMOHNY XZ1 (S) AI

TENSIÓN: 0.6/1 kV



								
	mm ²	mm	kg/km	mm	A	A	V/A.km	V/A.km
1690111	1x16	8,5	90	35	66	74	3,498	4,241
1690112	1x25	10,1	130	40	88	95	2,234	2,665
1690113	1x35	11,4	165	45	100	110	1,639	1,928
1690114	1x50	12,3	205	50	125	135	1,233	1,423
1690115	1x70	13,8	270	55	160	165	0,876	0,984
1690116	1x95	15,7	355	65	200	200	0,654	0,711
1690117	1x120	17,6	435	70	235	225	0,534	0,562
1690118	1x150	19,2	530	80	290	260	0,449	0,457
1690119	1x185	21,1	655	85	335	295	0,373	0,364
1690120	1x240	24,1	840	100	390	340	0,303	0,278
1690121	1x300	26,5	1025	135	455	385	0,257	0,222
1690122	1x400	29,6	1325	150	540	445	0,217	0,173





ORMAZABAL

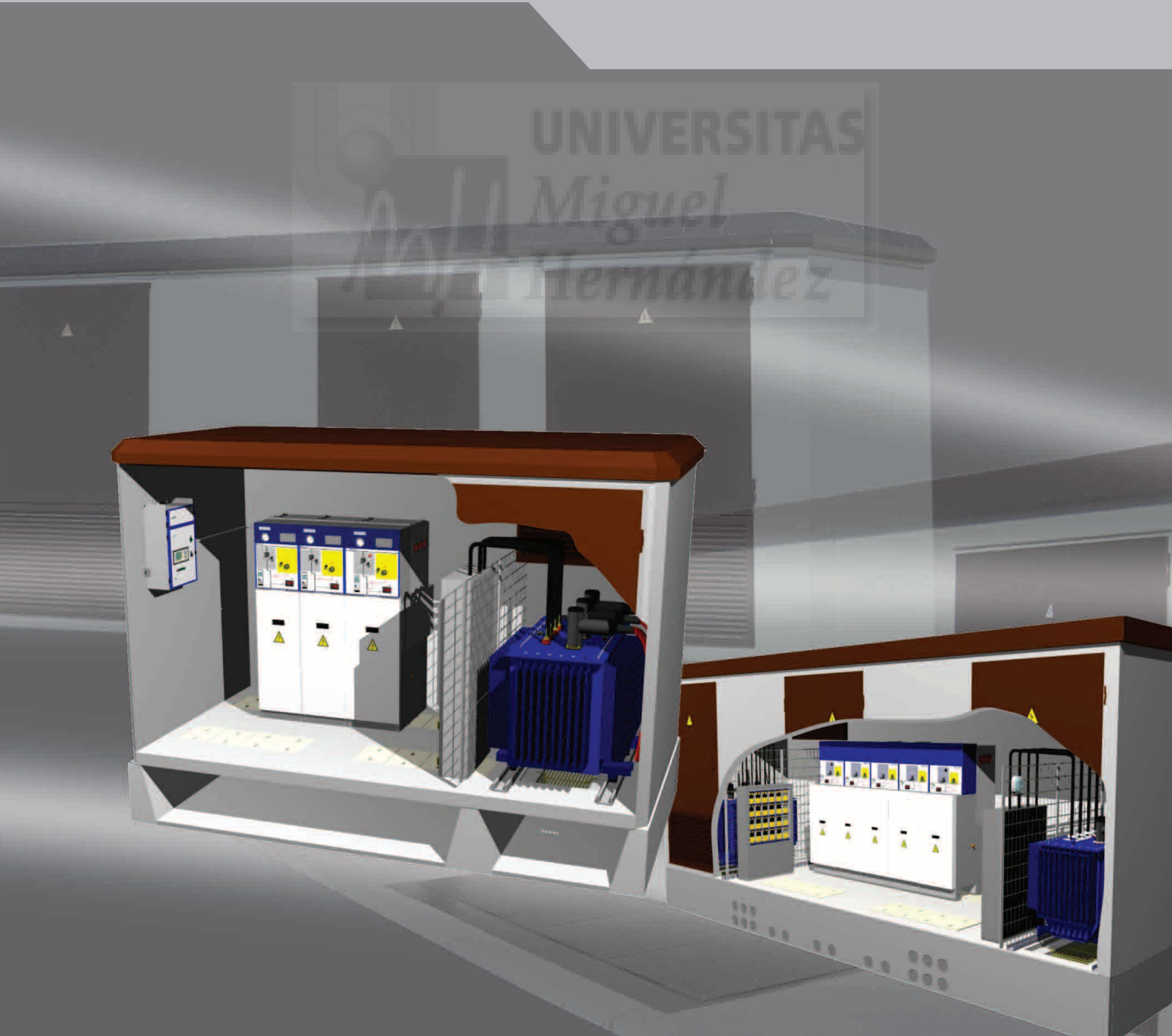
Especialistas en Media Tensión

Centros de Transformación

PFU y PF

Edificios Tipo Caseta para Centros de Transformación

Hasta 36 kV



PFU edificio monobloque tipo caseta para centros de transformación

PRESENTACIÓN

El edificio **PFU** es una envolvente industrializada monobloque de hormigón tipo caseta para **Centros de Transformación** de **Ormazabal** de instalación en superficie y maniobra interior de hasta 36 kV.

COMPOSICIÓN

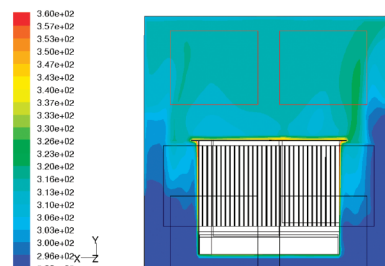
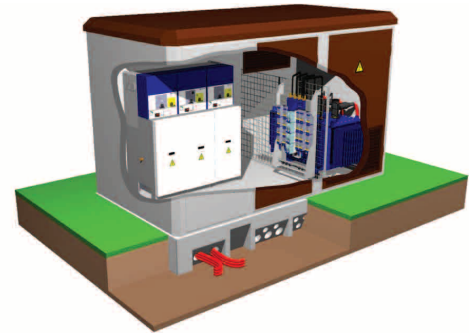
Los **Centros de Transformación** de **Ormazabal** en edificio **PFU** se componen de:

- Apararata de MT con aislamiento integral en gas: Sistema CGMCOSMOS (hasta 24 kV) y sistema CGM.3 (36 kV).
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
- Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 36 kV y 1000 kVA⁽¹⁾ de potencia unitaria.
- Apararata de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro.
- Interconexiones directas por cable MT y BT.
- Circuito de puesta a tierra.
- Circuito de alumbrado y servicios auxiliares.
- Edificio monobloque de hormigón **PFU**.

➔ (1) Para otros valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

CARACTERÍSTICAS

- **Edificio industrializado para Centro de Transformación:**
 - Capacidad para incorporar diferentes esquemas de distribución de MT.
 - Compuesto de envolvente monobloque (base y paredes) más cubierta amovible.
 - Variedad de acabados superficiales externos.
- **Hasta 2 Transformadores:**
 - Edificio ensayado para transformadores de hasta 36 kV y 1000 kVA.
 - Puerta frontal individual para cada transformador.
 - Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad.
 - Fosos de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, diseñados y dimensionados teniendo en cuenta el volumen de dieléctrico líquido que puedan recibir.
 - Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- **Ventilación:**
 - Por circulación natural de aire, clase 10, conseguida mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador.
 - Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores Ormazabal, para la optimización de la vida útil de los mismos.
 - Bajo demanda: Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- **Accesos de peatón:**
 - Puerta/s frontal/es para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
 - Posibilidad de añadir una separación física entre las celdas de la Compañía Eléctrica y las del Cliente.
- **Entrada/salida de cables de MT y BT**
 - A través de orificios semiperforados en la base del edificio (frontal / lateral).
 - Entrada Auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en la pared frontal del edificio.



Simulación y modelización de ventilaciones

Modelos PFU

DIMENSIONES EXTERIORES Y PESOS

PFU Hasta 24/36 kV					
		PFU-3	PFU-4	PFU-5	PFU-7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura vista	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

Opcional: Cubierta sobreelevada para 36 kV, no aplicable a PFU-7
(Altura estándar +195 mm)
Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36 kV) x 2100 mm
Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm
(*) Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA

CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS

CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS TIPO

PFU-3	2L + 1P + 1 Transformador + 1CBT
PFU-4	3L + 1V + 1 Transformador + 1CBT
PFU-5	2L+ 1S + 1P + 1M + 1 Transf. + 1CBT 2L + 2P + 2 Transformadores + 2CBT 3L + 2P + 2 Transformadores + 2CBT 3L + 1R+ 1P+ 1M + 1 Transformador + 1CBT 1L + 1V + 1M + 2P + 2 Transf. + 2CBT
PFU-7	5L+2P+2 Transf.+2 CBT 3L+1R+1V+1M+2P+2 Transf. + 2 CBT 3L+1R+1V+1M+2P+1 Transf. + 1CBT

Los PFU admiten telecontrol y telegestión de Ormazabal. Consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Donde: L = Celda / Función de Línea
P = Celda / Función de Protección con Fusibles
V = Celda / Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío
S = Celda / Función de Interruptor Pasante
M = Celda / Función de Medida
CBT = Cuadro de Baja Tensión

APLICACIONES

Centros de Transformación Ormazabal

- Seguros
- Respetuosos con el Medio Ambiente
- Sostenibles
- Ergonómicos

en Generación:

- Parques eólicos
- Instalaciones fotovoltaicas
- Cogeneraciones
- etc.

en Distribución:

- Distribución pública y privada.
- Entornos industriales.
- Grandes infraestructuras: aeropuertos, ferrocarriles, autopistas, puertos, túneles, etc.
- Estaciones Depuradoras de Aguas
- Instalaciones con telemando incorporado.
- Instalaciones con telemedida.
- Posibilidad de Centros de Transformación a prueba de arco interno, clase IAC, mediante acuerdo fabricante-cliente.
- Soluciones prefabricadas según norma UNE-EN 62271-202, montadas de acuerdo a procedimientos controlados y ensayadas en fábrica.
- Asociación con una amplia gama de centros **Ormazabal** para la proyectos urbanísticos y soluciones técnicas: C.T. Prefabricados, Centros de Maniobra y Seccionamiento, etc.

➔ Nota: Para otras configuraciones consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial



PFU-3



PFU-4



PFU-5



PFU-7



NORMAS APLICADAS

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (**RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 3275/1982**)
- Normas particulares de Compañía Eléctrica.

INSTALACIÓN

El edificio **PFU** se suministra totalmente montado de fábrica, lo que conlleva un proceso de instalación simple.











La factibilidad de realizar en fábrica íntegramente la instalación de la aparataje eléctrica disminuye tiempos y ofrece una calidad uniforme.

- Nota: Para la realización de la excavación y la instalación solicitar la documentación técnica necesaria a nuestro Departamento Técnico-Comercial. Es responsabilidad del instalador el cálculo y la realización de la red de tierras exterior

ADAPTACIÓN AL ENTORNO

Ormazabal dispone de diferentes tipos de acabados superficiales exteriores (colores, texturas y relieves) para los **PFU**, que les confiere una gran capacidad de armonización estética al entorno, integración y mimetización.

Con esto se consigue una mayor adaptación al conjunto de necesidades de la instalación, a la vez que se minimiza el impacto visual.

	RAL 1015		RAL 8017
	RAL 7002		RAL 9002
	RAL 6003		RAL 1001
	RAL 8022		RAL 1006
	RAL 3022		RAL 8023

- Nota: Información ampliada en su catálogo correspondiente.



PF edificio modular tipo caseta para centros de transformación

PRESENTACIÓN

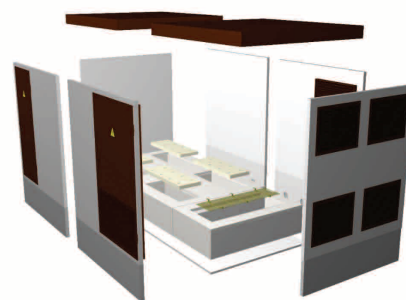
El edificio **PF** es una envolvente modular de hormigón tipo caseta para **Centros de Transformación** de **Ormazabal** de instalación en superficie y maniobra interior de hasta 36 kV, constituidos por componentes independientes suministrados de fábrica e instalados de forma conjunta.

COMPOSICIÓN

Los **Centros de Transformación** de **Ormazabal** en edificio **PF** se componen de:

- Apararata de MT con aislamiento integral en gas: Sistema CGMCOSMOS (hasta 24 kV) y sistema CGM.3 (36 kV).
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
- Transformador/es de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 1000 kVA⁽¹⁾ de potencia unitaria.
- Apararata de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro.
- Interconexiones directas por cable MT y BT.
- Circuito de puesta a tierra.
- Circuito de alumbrado y servicios auxiliares.
- Edificio modular de hormigón PF.

➔ (1) Para otros valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



NORMAS APLICADAS

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación
- Normas particulares de Compañía Eléctrica

APLICACIONES

en **Generación**:

- Parques eólicos, Instalaciones fotovoltaicas, etc.

en **Distribución**:

- Centros de Reparto
- Centros de Transformación Ormazabal:
 - Distribución pública y privada.
 - Entornos industriales.
 - Grandes infraestructuras.
 - Instalaciones permanentes / temporales.
 - Instalaciones con telemedida.
 - Proyectos urbanísticos y soluciones técnicas asociados con C.T. Prefabricados, Centros de Maniobra y Seccionamiento, etc.

Modelos PF



PF-203/303



PF-2030/3030



PF-202/302



PF-2015/3015

PF Hasta 24 kV		Serie PF-201/301					Serie PF-2015/3015	
	Paneles:	PF-201	PF-202	PF-203	PF-204	PF-205	PF-2015	PF-2030
Longitud	[mm]	2620	4880	7240	9600	11960	3700	7240
Anchura	[mm]	2520	2620	2620	2620	2620	2620	2620
Altura	[mm]	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Altura vista	[mm]	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650
Peso*	[kg]	9000	26100	22500	29200	35900	13500	23550

PF Hasta 36 kV		Serie PF-201/301					Serie PF-2015/3015		
	Paneles:	PF-301	PF-302	PF-303	PF-304	PF-305	PF-3015	PF-3030	PF-3035
Longitud	[mm]	2620	4880	7240	9600	11960	3700	7240	8420
Anchura	[mm]	2520	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620
Altura	[mm]	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Altura vista	[mm]	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Peso*	[kg]	10000	17400	24100	31200	38300	15000	25650	28050

Dimensiones puerta de acceso personal: 900 (24 kV) / 1100 (36 kV) x 2100 mm.

Dimensiones puerta de transformador: 1260 x 2100 mm.

* Peso sin tener en cuenta las puertas, rejillas ni equipo eléctrico



ORMAZABAL

Especialistas en Media Tensión

DEPARTAMENTO TÉCNICO-COMERCIAL

Tel: +34 91 695 92 00

Fax: +34 91 681 64 15

www.ormazabal.es

Productos, aplicaciones, soluciones:

- Aparamenta de distribución primaria
- Aparamenta de distribución secundaria
- Automatización, protección, telemando y comunicaciones en redes eléctricas
- Transformadores de distribución
- Cuadros de Baja Tensión
- Centros de transformación
- Aplicaciones de Media Tensión para energías renovables

Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.

Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de nuestro departamento Técnico-Comercial.

CA-314-ES-1106





DOCUMENTO N^o2

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE PLIEGO DE CONDICIONES

2.1.- OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO.....	4
2.2.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN MEDIA TENSIÓN.....	5
2.2.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	5
2.2.1.1.- <i>Obra Civil</i>	5
2.2.1.1.- <i>Materiales Eléctricos</i>	6
2.2.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	6
2.2.2.1.- <i>Preparación y Programación de la obra</i>	6
2.2.2.2.- <i>Zanjas</i>	6
2.2.2.3.- <i>Zanja en tierra</i>	7
2.2.2.3.- <i>Zanja normal para Media Tensión</i>	9
2.2.2.5.- <i>Zanja para MT en terreno con servicios</i>	9
2.2.2.6.- <i>Zanja con más de una banda horizontal</i>	10
2.2.2.7.- <i>Rotura de pavimentos</i>	10
2.2.2.10.- <i>Tendido y levantado de cables</i>	12
2.2.2.12.- <i>Tendido de los cables</i>	12
2.2.2.13.- <i>Montaje de los cables de MT. Empalmes</i>	14
2.2.2.14.- <i>Botellas terminales</i>	14
2.2.2.15.- <i>Herrajes y conexiones</i>	14
2.2.2.16.- <i>Derivaciones en cables unipolares</i>	14
2.2.2.17.- <i>Colocación de terminales en puntas</i>	15
2.2.2.18.- <i>Varios</i>	15
2.2.2.19.- <i>Colocación de cables en tubos y engrapado en columna</i>	15
2.2.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	15
2.2.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	15
2.2.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	16
2.2.6.- LIBRO DE ÓRDENES.....	16
2.3.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREABRICADOS.....	17
2.3.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	17
2.3.1.1.- <i>Obra Civil</i>	17
2.3.1.2.- <i>Aparamenta de Media Tensión</i>	17
2.3.1.3.- <i>Transformaciones de Potencia</i>	17
2.3.1.4.- <i>Equipos de medida</i>	18
2.3.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	19
2.3.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	19
2.3.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	19
2.3.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.....	20
2.3.6.- LIBRO DE ÓRDENES.....	20

2.4.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSIÓN	21
2.4.1.- CANALIZACIÓN ENTUBADA.....	21
2.4.1.1.- Ejecución	21
2.4.1.1.1.- Apertura de zanjas	21
2.4.1.1.2.- Lechos de arena	22
2.4.1.1.3.- Tapado y apisonado de las zanjas	22
2.4.1.1.4.- Cinta de “Atención al cable”	23
2.4.1.1.5.- Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes	23
2.4.1.1.6.- Dispositivos de balizamiento	23
2.4.1.2.- Dimensiones y condiciones generales de ejecución.....	23
2.4.1.2.1.- Zanja para tendido exclusivo de red de baja tensión.....	23
2.4.1.2.2.- Zanjas para uso compartido con otras redes	23
2.4.1.2.3.- Zanjas en roca	24
2.4.2.- CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CRUCE DE CALZADA.....	24
2.4.2.1.- Materiales	24
2.4.2.1.1.- Tubos	24
2.4.2.1.2.-Cementos.....	24
2.4.2.1.3.- Arenas y áridos	24
2.4.2.1.5.- Aguas	25
2.4.2.1.6.- Hormigones	25
2.4.2.2.- Dimensiones y características generales de ejecución en canalizaciones entubadas.....	25
2.4.3.- CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.	26
2.4.4.- TENDIDO DE CABLES.....	28
2.4.4.1.- Tendido de cables en zanja abierta.....	28
2.4.1.1.1.- Manejo y preparación de las bobinas.....	28
2.4.1.1.2.- Tendido de cables en zanjas para enterrar	28
2.4.5.- TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.....	29

2.1.- OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO

El presente pliego de condiciones técnicas se redacta con el fin de especificar los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el presente proyecto.

Es por tanto que, conforme al alcance del proyecto aquí redactado, se desarrollan los siguientes apartados:

- a) Pliego de condiciones particulares para la Línea Subterránea en MT.
- b) Pliego de condiciones particulares para los CT prefabricados.
- c) Pliego de condiciones particulares para la Línea Subterránea en BT.



2.2.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN MEDIA TENSIÓN

2.2.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

2.2.1.1.- *Obra Civil*

- Albañilería

- *Cemento*

Será Pórtland o artificial de primera calidad y deberá cumplir las condiciones exigidas por el Pliego General de Condiciones para obras de carácter oficial, aprobado por O.M del 21/12/60 (B.O.E del 05/08/60). Será capaz de proporcionar al hormigón las condiciones exigidas en el apartado correspondiente al citado Pliego de Condiciones. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

- *Arena*

La arena debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas.

- *Grava*

La piedra podrá proceder de graveras de río o canteras, pero siempre se suministrará limpia, no conteniendo en su exterior partes calizas, polvo, arcilla u otras materias extrañas.

- *Agua*

Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibida el agua que procedan de ciénagas y las que produzcan eflorescencias, agrietamiento o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de hormigones.

- *Morteros de cemento*

La dosificación mínima para morteros de cemento será de 200 Kg./m³ de arena.

Para las fábricas de mampostería y ladrillo, el mortero se empleará a 250 kg de cemento por m³ de arena.

- *Hormigones de cemento*

Los hormigones a emplear serán de las dosificaciones siguientes:

A 250 Kg. de cemento por m³ de obra.

A 400 Kg. de cemento por m³ de obra.

Esta clase de hormigón se empleará con preferencia en pilares y viguetas armadas, vigas corridas sobre coronación de muros, losas y demás obras que lo requieran.

Se recomienda utilizar hormigones preparados en plantas especializadas en ellos.

2.2.1.1.- *Materiales Eléctricos*

Los conductores, aisladores, botellas terminales y demás accesorios estarán normalizados y serán los que se indican en el punto correspondiente de la Memoria.

2.2.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

2.2.2.1.- *Preparación y Programación de la obra*

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de canalización subterránea, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que hacer y de la forma de hacerlos.

Al recibir un proyecto y antes de empezar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos tanto oficiales como particulares, para la ejecución de los mismos.
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de las bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc., que normalmente se pueden apreciar por registros en la vía pública.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua, y de gas con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El contratista antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de canalización de acuerdo con las normas municipales, así como determinar las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.
- Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo las mismas.

2.2.2.2.- *Zanjas*

Ver los siguientes planos.

- Plano N°5. Zanjas en MT (I)
- Plano N°6. Zanjas en MT (II)

2.2.2.3.- Zanja en tierra

Comprenden:

- Apertura de zanjas.
- Suministro de las zanjas.
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillos.
- Colocación de la cinta de "Atención al cable".
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Estos apartados se desarrollan a continuación

▪ **Apertura de zanjas.**

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

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención el terreno.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Las zanjas se efectuarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará si es posible, un paso de 50 cm., entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, 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.

En los pasos de carruajes, entradas a garajes, etc., tanto existentes como futuras, serán ejecutados cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Ingeniero Director de la Obra.

- **Suministro y colocación de protección de arena.**

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancia orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente, y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de las zanjas, además de necesitar la aprobación del Ingeniero Director de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. De espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

- **Suministro y colocación de placa de PVC.**

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora compuesta por una placa normalizada de PVC, cuando se trate de proteger un solo circuito. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más placas cubrecables de tal manera que se cubra la proyección en planta de los cables.

- **Colocación de la cinta “Atención al cable”.**

En las canalizaciones de cables se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos “Atención a la existencia de cable”, del tipo utilizado por Iberdrola. Se colocará a lo largo de la canalización una tira de cinta por cada circuito y en los cruces una por cada tubo, de la capa superior.

- **Tapado y apisonado de las zanjas.**

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación, apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado 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.

La cinta “Atención al cable” se colocará entre dos capas de éstas, tal como se ha indicado en el apartado anterior

▪ ***Carga y transporte al vertedero de las tierras sobrantes.***

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno, serán retiradas por el contratista y llevadas al vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

2.2.2.3.- Zanja normal para Media Tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión, en el caso de un solo circuito, la que tiene 0,35 m de anchura y profundidad mínima de 0,80 m.

Como la separación mínima entre cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes de distintos circuitos, deberá ser de 0,10 m, para el caso de dos circuitos, el ancho de la zanja será de 0,50 m, con la misma profundidad.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 0,60 m de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,50 m, deberá protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Ingeniero Director de la Obra.

2.2.2.5.- Zanja para MT en terreno con servicios

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios, se cumplirán los siguientes requisitos:

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. En el caso de que haya que desplazarlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones.
- Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto de empalme como en derivaciones, puedan sufrir.
- Se situarán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando a ser posible, paralelismo con ellos.
- Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 50 cm. y la proyección horizontal de ambos guarde una distancia mínima de 40 cm.
- Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de Líneas aéreas de transporte público, telecomunicaciones, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm., cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica, resistente, a lo largo de la fundación del soporte prolongada a una longitud de

50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Ingeniero Director de la Obra.

2.2.2.6.- Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en la misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y placa normalizada.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ejes de ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser superior a 20 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en las Normas de Iberdrola.

2.2.2.7.- Rotura de pavimentos

Además de las disposiciones dadas por la entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La rotura del pavimento con maza (almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacerse el corte del mismo de una manera limpia, con tajadera.
- En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales de posible posterior utilización, se quitarán estos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.2.2.8.- Cruces

Se harán cruces de una canalización en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En entradas de carruajes o de garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Ingeniero Director de la Obra.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja, a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos y, en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo.

El diámetro de los tubos de PVC será de 16 cm. o 20 cm. según sea el tipo de cruce elegido. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en el plano de detalle correspondiente. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- Los tubos serán de PVC provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce que se trate.
- Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- El cemento será Pórtland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La Dirección Técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo de la calidad P-250 de fraguado lento.
- La arena será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de materias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual, si fuese necesario se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacte, resistente, limpia de tierra y detritus y a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm., con granulometría apropiada.
- Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascote o materiales blandos.
- El agua que se emplee será de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- Mezcla: La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados de plantas especializadas.

2.2.2.9.- *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 con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

2.2.2.10.- Tendido y levantado de cables

2.2.2.11.- Manejo y preparación de bobinas.

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

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

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

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

2.2.2.12.- Tendido de los cables

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 presente que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces el diámetro, durante el tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tienden a mano, los hombres estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adaptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menos de 20 veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar el cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros utensilios, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Ingeniero Director de la Obra.

Cuando la temperatura ambiental sea inferior a 0° C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm., de arena fina, en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm., de arena fina y la placa de protección.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando los cables se canalicen para se empalmados, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas.

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

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar el trabajo, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la contrata tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, él mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeables se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables.

En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies del mismo, para disminuir la pendiente y, de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares formando ternas, la identificación es dificultosa y por ellos es muy importante el que los mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido.

Además se tendrán en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase una, dos o tres vueltas de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3, cuando se trate de cables unipolares y además con un color distinto para los componentes de cada terna de cables o circuitos, procurando que el ancho de las vueltas o fajas

de los cables pertenecientes a circuitos sena también diferentes, aunque iguales para el mismo circuito.

2.2.2.13.- Montaje de los cables de MT. Empalmes.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstituidos cualquiera que sea su aislamiento, papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por Iberdrola o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de aislamiento seco, sobre todo los de aislamiento de gomas, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrece dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijeras, navajas, etc.

2.2.2.14.- Botellas terminales.

Se utilizarán los modelos aceptados por Iberdrola, siguiendo sus normas o en su defecto las que dice el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas , realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebasa por la parte posterior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor del flujo en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerda las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trazos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior.

2.2.2.15.- HERRAJES Y CONEXIONES

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cables.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

2.2.2.16.- Derivaciones en cables unipolares

Se tomará la precaución de utilizar las máquinas de compresión y las matrices apropiadas en las derivaciones a compresión y las piezas adecuadas en las

derivaciones a tornillo, además de las recomendaciones indicadas anteriormente.

La reconstitución del aislamiento se realizará de acuerdo con lo indicado en los apartados anteriores.

2.2.2.17.- Colocación de terminales en puntas.

Se seguirán las normas indicadas por Iberdrola y el fabricante, insistiendo en la correcta utilización de las matrices apropiadas y del número de entalladuras para cada sección de cable.

Para proteger el tramo de conductor que pueda quedar sin aislamiento entre el terminal y la cubierta del cable se utilizará cinta aislante adhesiva de PVC. Se tendrá además en cuenta las indicaciones dadas en los apartados anteriores, sobre todo para el aluminio.

2.2.2.18.- Varios

2.2.2.19.- Colocación de cables en tubos y engrapado en columna.

En los entronques aéreo-subterráneos se utilizarán tubos de poliéster o de hierro galvanizado, colocados de tal forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m bajo el nivel del terreno y 2,50 m sobre él, aproximadamente. El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno, en su defecto, con cinta adhesiva o pasta de relleno que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo.

El engrapado del cable se hará en tramos de 1 ó 2 m, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

La conexión a la línea se realizará con los elementos de compresión normalizados por Iberdrola, siguiéndose las normas dadas en los apartados anteriores.

2.2.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Se medirá la resistividad del terreno y la resistencia de puesta a tierra de las líneas instaladas.

Las líneas serán verificadas convenientemente antes de su puesta en servicio. Se medirán también las tensiones de paso y contacto aplicadas.

2.2.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de cualquier trabajo de reparación o mantenimiento se deberá estar seguro de que la línea ha sido desconectada por ambos extremos y cortocircuitados todos los conductores entre sí y puestos a tierra.

Cuando haya sido necesario efectuar algún trabajo de reparación en la línea, tales como empalmes o cualquier otro que pudiera haber afectado al aislamiento de los conductores, antes de volver a ponerla en servicio se deberán medir las resistencias de los aislamientos.

Cualquier trabajo de reparación o mantenimiento deberá ser llevado a cabo por personal autorizado y especializado en trabajos de alta tensión.

2.2.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará para la tramitación ante los organismos públicos la documentación que se describe:

- Solicitud.
- Proyecto.
- Certificado de fin de obra.
- Certificado de inspección inicial emitido por organismo de control autorizado.

2.2.6.- LIBRO DE ÓRDENES

Se guardará a disposición del personal técnico el libro de órdenes para anotar cualquier anomalía o incidencia que tuviera lugar durante el transcurso de la obra.

***Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial***

***Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J***

2.3.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREABRICADOS

2.3.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

2.3.1.1.- *Obra Civil*

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

2.3.1.2.- *Aparamenta de Media Tensión*

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:** El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- **Corte:** El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

2.3.1.3.- *Transformaciones de Potencia*

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en

caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta). Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

2.3.1.4.- Equipos de medida

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la apartamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación en servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

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

2.3.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

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

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

2.3.3.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS

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

Se efectuarán las siguientes pruebas:

- Medición del sistema de tierra de protección.
- Medición del sistema de tierra de servicio
- Medición de las tensiones de paso y de contacto

2.3.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

2.3.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa de control autorizada (OCA).
- Certificación de fin de obra.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

2.3.6.- LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.



Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial

Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J

2.4.- LÍNEA SUBTERRÁNEA EN BAJA TENSIÓN

2.4.1.- CANALIZACIÓN ENTUBADA

La canalización entubada estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. Los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm \varnothing , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m. aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este relleno.

2.4.1.1.- Ejecución

- Aperturas de zanjas.
- Suministro y colocación de lecho de arena.
- Suministro y colocación de "Tubo/s de plástico".
- Colocación de la cinta de "Atención al cable".
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

2.4.1.1.1.- Apertura de zanjas

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, y evitándose en cualquier caso tanto los ángulos pronunciados como el tendido de los tubos en zona de tráfico rodado de forma paralela al eje de la calzada.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

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

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores y tubos que se vayan a colocar.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,50 m. de anchura media y profundidad mínima 0,70 m.

Se dejará un paso de 50 cm., entre las tierras extraídas y la zanja, a todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en las zanjas.

Durante la ejecución de los trabajos se dejarán los pasos necesarios para vehículos, maquinaria y personal de forma que se interfiera lo menos posible en el resto de las obras, y sin que, en ningún momento se cause la paralización de alguna de ellas.

En los futuros pasos de vehículos al interior de las edificaciones o recintos serán ejecutadas como cruces con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del supervisor de obra.

2.4.1.1.2.- Lechos de arena

La arena que se utilice será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del supervisor de la obra, será necesario su cribado.

2.4.1.1.3.- Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas 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.

2.4.1.1.4.- Cinta de "Atención al cable"

En las canalizaciones de cables, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "**Atención a la existencia de cable**". Se colocará a lo largo de la canalización tal como se representa en los planos adjuntos.

2.4.1.1.5.- Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables y arenas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero. El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

2.4.1.1.6.- Dispositivos de balizamiento

Durante la ejecución de las obras, estas estarán señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y las determinaciones de la Dirección de las Obras.

2.4.1.2.- Dimensiones y condiciones generales de ejecución

2.4.1.2.1.- Zanja para tendido exclusivo de red de baja tensión

Se considera como zanja normal para cables de baja tensión la que tiene 0,50 m. de anchura media y profundidad de 0,80 m., tanto de aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse con criterio exclusivo del supervisor de obras.

Cuando se tiendan tubos con cables en varias capas, se debe mantener la profundidad del tubo superior en 0,60 m.

2.4.1.2.2.- Zanjas para uso compartido con otras redes

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y placa cubre cables.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las edificaciones y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas. De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones. La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

2.4.1.2.3.- Zanjas en roca

Cuando sea necesario realizar zanjas en terreno constituido principalmente por roca, se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de lo indicado anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del supervisor de obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.4.2.- CANALIZACIÓN ENTUBADA EN CRUCE DE CALZADA

2.4.2.1.- Materiales

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

2.4.2.1.1.- Tubos

Los tubos serán de P.V.C., provenientes de fábricas de garantía, de 160 mm. de diámetro y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra este situada antes que la boca macho, siguiendo la dirección del tendido probable del cable, con objeto de no dañar a este en la citada operación.

2.4.2.1.2.-Cementos

El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada; deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente Instrucción Española para la Recepción de Cementos, del Ministerio de Fomento, y estará envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos.

2.4.2.1.3.- Arenas y áridos

La arena será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de 0,2 a 3 mm.

Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea

canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

2.4.2.1.5.- Aguas

Se empleará agua de la red, de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

2.4.2.1.6.- Hormigones

El amasado del hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos en volúmenes apropiados.

Salvo imposibilidad justificada, se utilizarán hormigones preparados en plantas especializadas de acuerdo con las condiciones establecidas en la Memoria del Proyecto y especificaciones de la vigente Instrucción EHE.

2.4.2.2.- Dimensiones y características generales de ejecución en canalizaciones entubadas

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes; para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

La colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonado en toda su longitud.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m. para la colocación de dos tubos, aumentando su anchura en función del número de tubos a instalar. Los tubos se podrán colocar en uno, dos o tres planos, con una separación entre ellos de 2 cm. tanto en horizontal como en vertical; la separación de los tubos de las paredes será de 5 cm. La profundidad de la zanja será tal que los tubos situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm., medidos desde la rasante del terreno a la generatriz inferior del tubo.

Los tubos vacíos, ya sean mientras se ejecuta la canalización o los que al terminarse la misma, se queden de reserva, deberán taparse según norma Iberdrola, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

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

En los tramos rectos, cada 15 o 20 m. según el tipo cable, y, para facilitar su tendido, dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m., en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para posteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de obras.

En el fondo de la zanja y en toda su extensión, se echará una solera de hormigón de limpieza, bien nivelada, de unos 5 cm. de espesor sobre la que se asentará la primera capa de tubos separados entre sí 2 cm., procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se colocará la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procederá como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que debe tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior de cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún estos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 metros.

En la arqueta 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 poliuretano, de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

2.4.3.- CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc.; se realizará el tendido en canalización entubada. El número mínimo de tubos será de dos; cuando se alojen varios cables en un cruce, se deberá disponer, como mínimo, de uno de reserva.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y los de conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. En la mínima distancia entre la generatriz del

cable de energía y la de la conducción se debe interponer una plancha metálica de 3 mm. de espesor como mínimo y otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme de cable.

En el paralelismo entre cable de energía y conducciones metálicas enterradas, se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de :

- 0,50 m, para gaseoductos.
- 0,30 m, para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas, colocadas paralelamente entre si no debe ser inferior a:

- a) 3 metros en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm., dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción este contenida en una protección de no más de 100 m.
- b) 1 metro, en el caso de conducciones a presión máx. inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas, no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso, la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección, no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyectos sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables no inferior a 0,50 m, en cables interurbanos ó a 0,30 m, en cables urbanos.

2.4.4.- TENDIDO DE CABLES

2.4.4.1.- *Tendido de cables en zanja abierta*

2.4.1.1.1.- *Manejo y preparación de las bobinas*

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

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

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

2.4.1.1.2.- *Tendido de cables en zanjas para enterrar*

Cuando el cable se tienda, a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida al extremo del cable, que llevará incorporado un dispositivo de mango tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute PIRELLI TURPIR, o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc.; por su interior, y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rolo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

2.4.5.- TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.



Cartagena, Julio 2015
El Ingeniero Técnico Industrial

Juan Sánchez Rodríguez
23060940-J



DOCUMENTO N^o3

PRESUPUESTO

INDICE DE PRESUPUESTO

1.- PRESUPUESTOS PARCIALES

2.- PREUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL

3.- PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA



1. PRESUPUESTOS PARCIALES

CAPITULO I. PRESUPUESTO PARCIAL Nº1

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1.1- OBRA CIVIL

EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN PFU 5/20

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
		Edificio de Transformación: PFU-5/20 Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte,			
1.1.1	Ud		1	11.825,11 €	11.825,11 €
TOTAL OBRA CIVIL					11.825,11 €

1.2-EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN

EQUIPOS DEL CT

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
		Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 630 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1300 mm Mando: motorizado tipo BM			
1.2.1	Ud	Se incluyen el montaje y conexión.	2	6.212,50 €	12.425,00 €
		Proteccion transformadores: CGMCOSMOS-P Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características: Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1300 mm Mando (fusibles): manual tipo BR			
1.2.2	Ud	Se incluyen el montaje y conexión.	2	3.500,00 €	7.000,00 €
		Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.			
1.2.3	Ud		2	1.175,00 €	2.350,00 €

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
1.2.4	Ud	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	1	9.450,00 €	9.450,00 €
1.2.5	Ud	Transformador 2: Transformador aceite 24 kV Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.	1	9.450,00 €	9.450,00 €
TOTAL EQUIPOS DE MT					40.675,00 €

1.3-EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

APARAMENTA DE BT

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
1.3.1	Ud	Cuadros BT - B1 Transformador 1: Cuadros Baja Tensión UNESA Cuadro de BT UNESA, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.	1	2.975,00 €	2.975,00 €
1.3.2	Ud	Cuadros BT - B2 Transformador 2: Cuadros Baja Tensión UNESA Cuadro de BT UNESA, con 5 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.	1	2.975,00 €	2.975,00 €
1.3.3	Ud	Puentes BT - B1 Transformador 1: Puentes BT - B1 Transformador 1 Juego de puentes de cables de BT, de sección y material AI (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.	1	1.050,00 €	1.050,00 €
1.3.4	Ud	Puentes BT - B2 Transformador 2: Puentes BT - B2 Transformador 2 Juego de puentes de cables de BT, de sección y material AI (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.	1	1.050,00 €	1.050,00 €
TOTAL EQUIPOS DE BT					8.050,00 €

1.4-RED DE TIERRAS

RED DE TIERRA

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
		Tierras Exteriores Prot Seccionamiento:			
		Anillo rectangular			
		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro. Características: Geometría: Anillo rectangular Profundidad: 0,8m Numero de picas:4 Longitud de picas: 2m Dimensiones del rectángulo: 2x2m	1	1.285,00 €	1.285,00 €
1.4.1	Ud				
		Tierras Exteriores Serv Transformación:			
		Picas alineadas			
		Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección. Características: Geometría: Picas alineadas Profundidad: 0,8m Numero de picas: 2 Longitud de picas: 2m Distancia entre picas: 3m	1	630,00 €	630,00 €
1.4.2	Ud				
		Tierras Interiores Prot Seccionamiento:			
		Instalación interior tierras			
		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm ² , grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.	1	925,00 €	925,00 €
1.4.3	Ud				
		Tierras Interiores Prot Transformación:			
		Instalación interior tierras			
		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	1	925,00 €	925,00 €
1.4.4	Ud				
TOTAL RED DE TIERRAS					3.765,00 €

1.5 - VARIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
1.5.1	Ud	Equipo de Iluminación para edificio de transformación Prefabricado conforme a la normativa vigente. Instalación y accesorios incluidos	1	600,00 €	600,00 €
1.5.2	Ud	Equipos de protección física del transformador. Instalada para cada equipo de transformación	2	233,00 €	466,00 €
1.5.3	Ud	Instalación y puesta en marcha de Equipo de protección y maniobra en Trasnformador	2	233,00 €	466,00 €
<i>TOTAL VARIOS</i>					1.532,00 €
TOTAL PRESUPUESTO CAPITULO I					65.847,1 €



CAPITULO II. PRESUPUESTO PARCIAL Nº2

RED EN MEDIA TENSIÓN

2.1- OBRA CIVIL

APERTURA DE ZANJAS PARA MT

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
2.1.1	Ud	<p>MI Cruce vial 3 tubos ø 160 mm. Cruce de vial con tres tubos de P.V.C., protección mecánica 7, de ø 160 mm., hormigonados según descripción planos, incluso apertura de zanja de 0.60x1.30 m., protección con tubo P.V.C. ø 160, relleno posterior de la misma con zahorra artificial compactada en capas de 10 cm., cintas de P.V.C. con inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.</p>	5	41,54 €	207,70 €
2.1.2	Ud	<p>MI Cruce vial 2 tubos ø 160 mm. Cruce de vial con dos tubos de P.V.C., protección mecánica 7, de ø 160 mm., hormigonados según descripción planos, incluso apertura de zanja de 0.60x1.30 m., protección con tubo P.V.C. ø 160, relleno posterior de la misma con zahorra artificial compactada en capas de 10 cm., cintas de P.V.C. con inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.</p>	5	35,33 €	176,65 €
2.1.3	Ud	<p>MI Cruce vial 1 tubo ø 160 mm. Cruce de vial con un tubo de P.V.C., protección mecánica 7, de ø 160 mm., hormigonado según descripción planos, incluso apertura de zanja de 0.60x1.30 m., protección con tubo P.V.C. ø 160, relleno posterior de la misma con zahorra artificial compactada en capas de 10 cm., cintas de P.V.C. con inscripción de "Atención al cable" y retirada de sobrantes a vertedero.</p>	5	29,34 €	146,70 €
2.1.4	Ud	<p>MI Zanja 1 M.T. 0.45x1.30 m., zahor Apertura de zanja en tierra dura bajo acera, de 0.45x1.30 m., y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. ø 160, zahorra artificial compactada en capas de 20 cm, incluso cinta de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.</p>	2000	18,54 €	37.080,00 €
2.1.5	Ud	<p>Construcción arqueta de registro red media tensión de 1,25 m x 0,725 m x 1,40 m (prof</p>	45	220,76 €	9.934,20 €
TOTAL OBRA CIVIL					47.545,25 €

2.2-LINEA EN MT

CABLEADO Y APARAMENTA

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
		Ud Botella Terminal Enchufable Al. 240mm2,12/20kV			
		Juego (tres) terminales enchufables de interior para cables unipolares de aluminio, de 240 mm2 de sección y aislamiento seco HEPRZ1 para 12/20 kV, para entrada en celda compacta de SF6, incluso mano de obra instalación y pequeño material accesorio, totalmente terminado	20	650,00 €	13.000,00 €
2.2.1	Ud				
		MI Conductor HEPRZ1 12/20 KV 3x(1x240) Al+H16 , de sección indicada, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 12/20 kV. Según UNE-HD 620-9E.	2192	38,00 €	83.296,00 €
2.2.2	MI				
		Placa de protección de cables enterrados , de polietileno, de 250 mm de anchura y 1 m de longitud, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	1	2,93 €	2,93 €
2.2.3	Ud				
TOTAL LINEA EN MT					96.298,93 €
TOTAL PRESUPUESTO CAPITULO II					143.844,2 €

CAPITULO III. PRESUPUESTO PARCIAL N°3

RED EN BAJA TENSION

3.1- OBRA CIVIL

APERTURA DE ZANJAS PARA BT

N°	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
3.1.1	MI	Excavación en todo tipo de terreno, relleno y extendido de tierras propias en zanjas, para 1 líneas de B.T. por medios manuales y mecánicos, con aporte de arena cribada en lecho y cubrición de tubo y relleno de tierras procedentes de la excavación hasta colocación de firme, i/. colocación de cinta de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, suministro y montaje de 1 tubo de material termoplástico de 160 mm. , con p.p. de empalmes para el mismo, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.	150	14,40 €	2.160,00 €
3.1.2	MI	Excavación en todo tipo de terreno, relleno y extendido de tierras propias en zanjas para 2 líneas de B.T. , por medios manuales y mecánicos, con aporte de arena cribada en lecho y cubrición inicial de tubos y relleno de tierras procedentes de la excavación hasta colocación de firme, i/. colocación de cinta de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, suministro y montaje de 2 tubos de material termoplástico de 160 mm. , con p.p. de empalmes para el mismo, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.	200	18,30 €	3.660,00 €
3.1.3	Ud	Excavación en todo tipo de terreno, relleno y extendido de tierras propias en zanjas para 3 líneas de B.T. , por medios manuales y mecánicos, con aporte de arena cribada en lecho y cubrición inicial de tubos y relleno de tierras procedentes de la excavación hasta colocación de firme, i/. colocación de cinta de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, suministro y montaje de 3 tubos de material termoplástico de 160 mm. , con p.p. de empalmes para el mismo, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.	200	28,30 €	5.660,00 €
3.1.4	MI	MI Zanja 1 M.T. 0.45x1.30 m., zahor Apertura de zanja en tierra dura bajo acera, de 0.45x1.30 m., y posterior relleno de la misma con capa de arena lavada de 0.25 m. de espesor, protección con tubo P.V.C. ø 160, zahorra artificial compactada en capas de 20 cm, incluso cinta de P.V.C. con la inscripción de "Atención al cable" mano de obra y retirada de sobrantes a vertedero.	10	28,00 €	280,00 €

3.1.5	MI	<p>Excavación en todo tipo de terreno, relleno y extendido de tierras propias en zanjas , para 5 líneas de B.T. por medios manuales y mecánicos, con aporte de arena cribada en lecho y cubrición de tubos y relleno de tierras procedentes de la excavación hasta colocación de firme, i/. colocación de dos cintas de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, suministro y montaje de 5 tubos de material termoplástico de 160 mm, con p.p. de empalmes para el mismo, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.</p>	250	40,25 €	10.062,50 €
3.1.6	MI	<p>Excavación en terreno rocoso, relleno y extendido de tierras propias en zanjas, para 11 líneas de B.T. por medios manuales y mecánicos, con aporte de arena cribada en lecho y cubrición inicial de tubos y relleno de tierras procedentes de la excavación hasta colocación de firme, i/. colocación de dos cintas de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, suministro y montaje de 11 tubos de material termoplástico de 160 mm., con p.p. de empalmes para el mismo, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.</p>	200	104,30 €	20.860,00 €
3.1.7	MI	<p>Excavación en todo tipo de terreno, de zanja para 2 líneas de B.T. en cruce de calzada con posterior relleno mediante asiento con 5 cm. de hormigón HM-20 N/mm2., montaje de 2 tubos + 1 reserva de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-20 N/mm2. hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno de tierras procedentes de la excavación, hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, i/. colocación de dos cintas de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.</p>	200	127,30 €	25.460,00 €
3.1.8	MI	<p>Excavación en todo tipo de terreno, relleno y extendido de tierras propias en zanjas, para 2 líneas de B.T. por medios manuales y mecánicos, con aporte de arena cribada en lecho y cubrición inicial de tubos y relleno de tierras procedentes de la excavación hasta colocación de firme, i/. colocación de dos cintas de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, suministro y montaje de 2 tubos de material termoplástico de 160 mm., con p.p. de empalmes para el mismo, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.</p>	150	76,10 €	11.415,00 €

3.1.9	MI	Excavación en todo tipo de terreno de zanja para 4 líneas de B.T. en cruce de calzada con posterior relleno mediante asiento con 5 cm. de hormigón HM-20 N/mm2., montaje de 4 tubos + 2 reserva de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-20 N/mm2. hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno de tierras procedentes de la excavación, hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, i/. colocación de dos cintas de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares	100	87,24 €	8.724,00 €
3.1.10	MI	Excavación en todo tipo de terreno, de zanja para 10 líneas de B.T. en cruce de calzada con posterior relleno mediante asiento con 5 cm. de hormigón HM-20 N/mm2., montaje de 10 tubos + 2 reserva de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-20 N/mm2. hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno de tierras procedentes de la excavación, hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento, i/. colocación de dos cintas de señalización a una cota de 10 cm. por debajo del firme, totalmente terminada según normas de la Cía. IBERDROLA y con p.p. de medios auxiliares.	100	145,75 €	14.575,00 €
3.1.11	Ud	Obra civil en en armarios de protección, medida y seccionamiento, consistente en: Fundación de hormigón armado con pasatubos de 2x160 mm PE doble capa, incluida construcción del nicho con ladrillo hueco doble de 24x11,5x9 cm. y posterior enfoscado y fratasado con mortero de cemento.	20	250,00 €	5.000,00 €
3.1.12	Ud	Obra civil en en armario tipo PLT1 para guardar y proteger las puntas del las 2 líneas 3(1x240)+1x150 mm2 Al. RV 0,6/1 kV del futuro anillo para suministro del Poligono 1. consistente en: Fundación de hormigón armado con pasatubos de 2x160 mm PE doble capa, incluida construcción del nicho con ladrillo hueco doble de 24x11,5x9 cm. y posterior enfoscado y fratasado con mortero de cemento.	20	125,00 €	2.500,00 €
TOTAL OBRA CIVIL					110.356,50 €

3.2-LINEA EN BT

CABLEADO Y APARAMENTA

Nº	Ud	Descripción	Medición	€/Ud	Importe €
3.2.1	MI	Línea de distribución en baja tensión, desde Centro de Transformación de la Cía. hasta abonados, realizada con cables de sección: 3(1x240)+1x150 mm2 Al. RV 0,6/1 kV. , en instalación entubada bajo acera o cruce de calzada, según detalles en documentación gráfica, incluidas pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada según normas IBERDROLA., transporte, tendido y conexionado.	1250	32,44 €	40.550,00 €

ARMARIOS DE PROTECCIÓN MEDIDA Y SECCIONAMIENTO Formado por: Envolventes de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con ventanillas para lectura de los aparatos de medida en las versiones de contadores monofásicos y trifásicos. Panel troquelado suplementado para la fijación de contadores monofásicos o trifásicos. Panel para montaje de bases BUC y neutros amovibles. Bases de neutro amovibles de 160 A. Bases unipolares cerradas BUC de 160A según NI 76.01.02. Cableado con conductores de cobre rígido, clase 2 de 10 mm² para la potencia y 2,5 mm² para el circuito del reloj. Cable con aislamiento seco, extruido a base de mezclas termoestables ignífugas, sin halógenos, denominación HO7Z-R. Tres bases tamaño 1, tipo BUC, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable. Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable, puesta a tierra del neutro en el ADS, unida al borne del neutro, mediante pica de acero cobreizado de 1 m de longitud y conductor de cobre aislado de 50 mm² de sección, medios auxiliares, pequeño material, piezas especiales totalmente instalada, probada y en orden de servicio, según normas de IBERDROLA. **Nota.- No esta incluido el armario de protección y medida del Cuadro de Alumbrado Público.**

3.2.2	Ud		50	699,00 €	34.950,00 €
-------	----	--	----	----------	-------------

TOTAL LINEA EN BT

75.500,00 €

TOTAL PRESUPUESTO CAPITULO II

185.856,5 €

2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Presupuestos parciales	Total presupuesto parcial
Presupuesto parcial N°1.CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	64.847,10 €
Presupuesto parcial N°2. RED EN MT	143.844,20 €
Presupuesto parcial N°3. RED EN BT	185.856,50 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	394.547,80 €



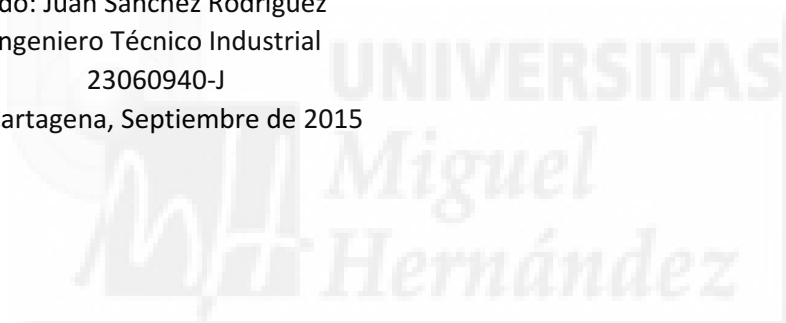
3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	394.547,80 €
14% (sobre PEM) GASTOS INDUSTRIALES	55.236,69 €
6% (sobre PEM) BENEFICIO INDUSTRIAL	23.672,87 €
<i>PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (sin IVA)</i>	<i>473.457,36 €</i>
IVA (21%)	99.426,05 €

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	572.883,41 €
--	---------------------

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **QUINIENTOS SETENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS**

Fdo: Juan Sánchez Rodríguez
Ingeniero Técnico Industrial
23060940-J
En Cartagena, Septiembre de 2015



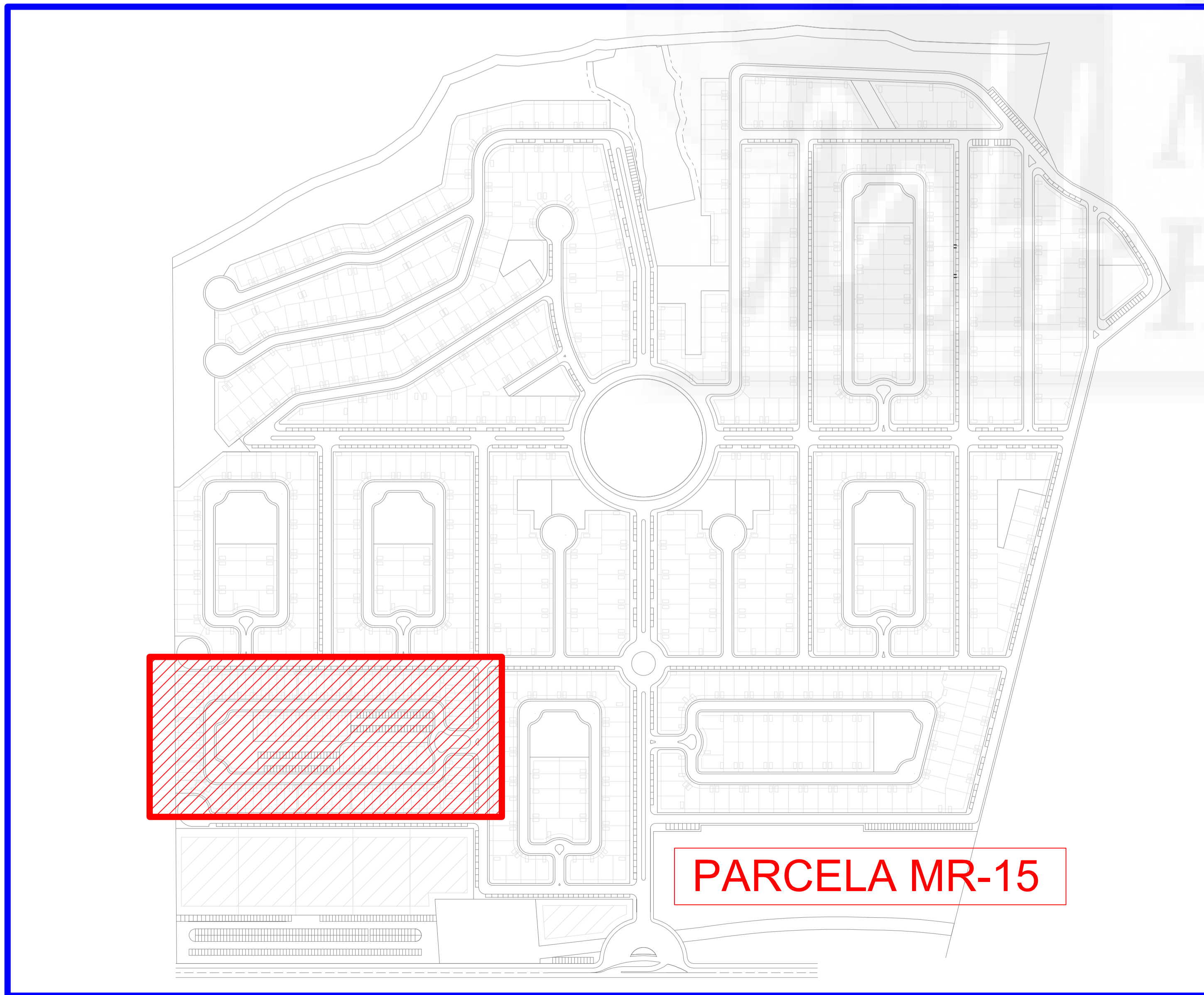
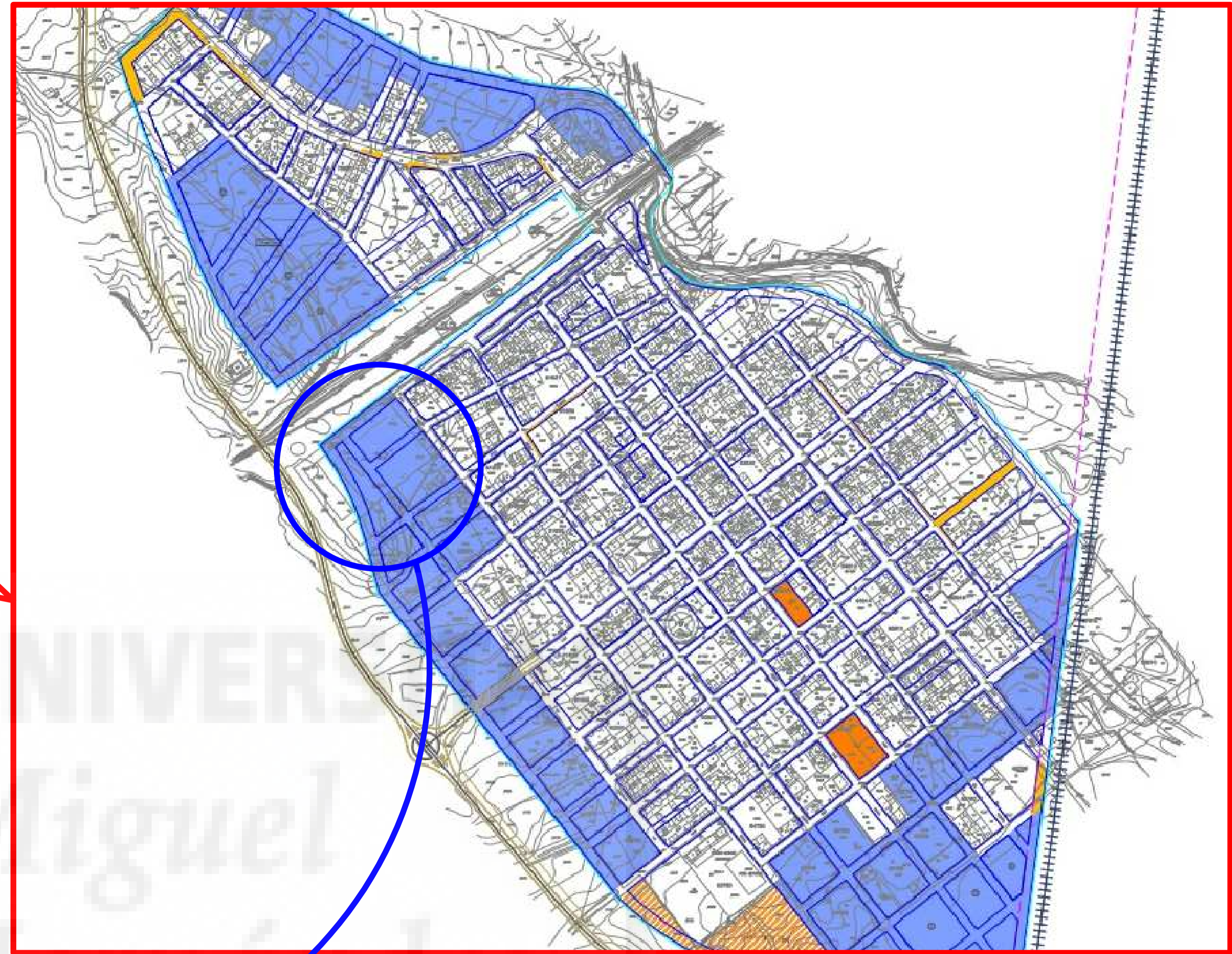
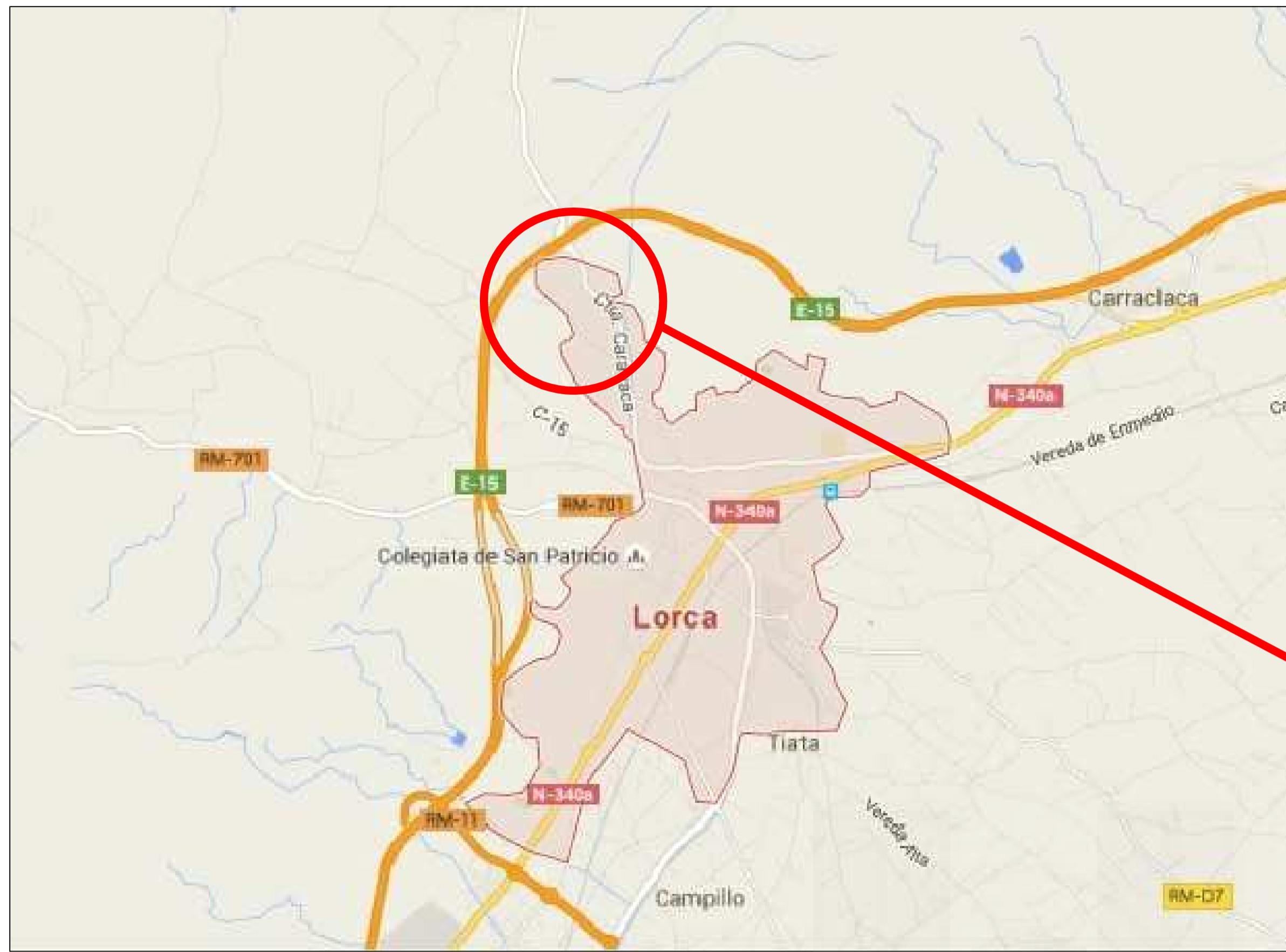


DOCUMENTO N^o4

PLANOS

INDICE DE PLANOS

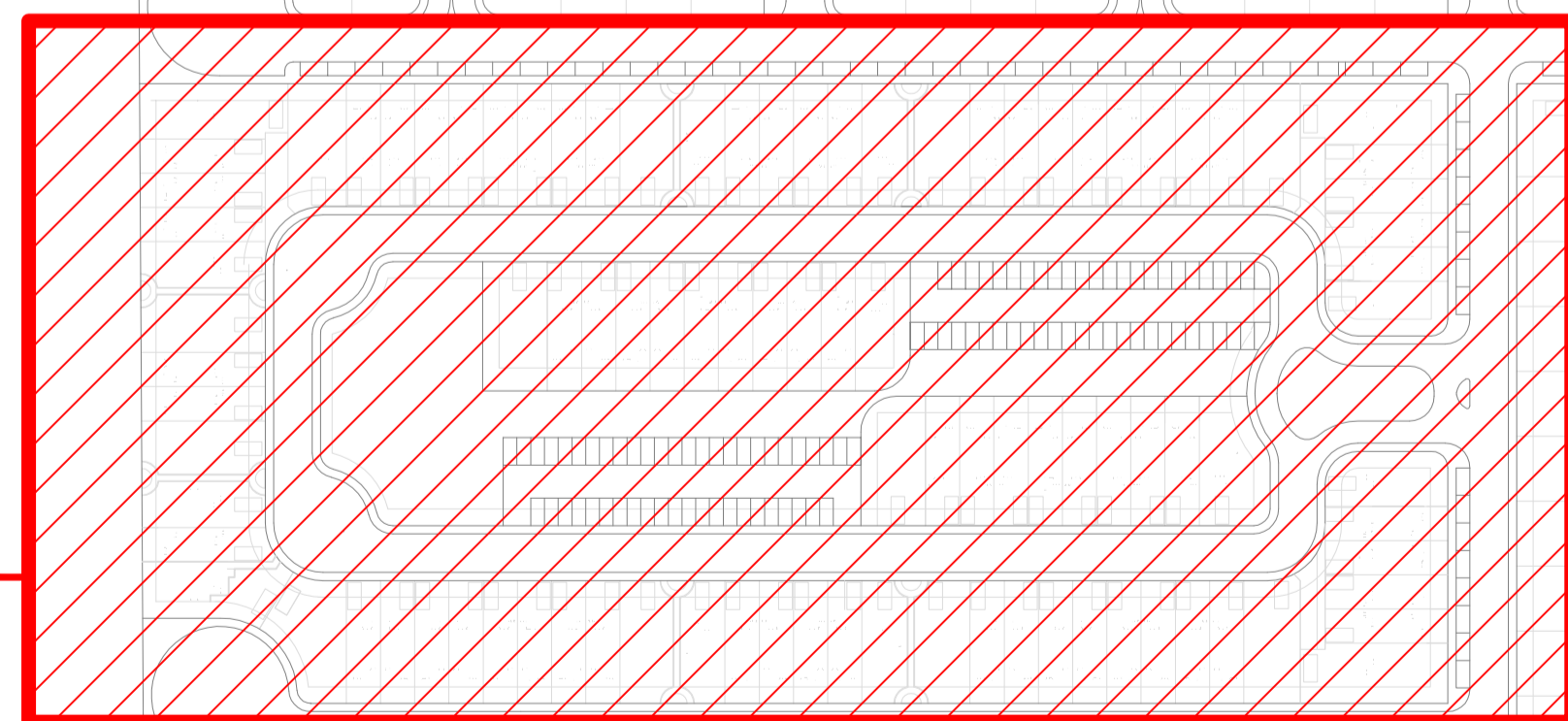
- 4.1.- Situación y Emplazamiento.
- 4.2.- Plano Urbanización. Parcela afectada.
- 4.3.- Situación Centro de Transformación proyectado.
- 4.4.- Planta General LSMT – Trazado.
- 4.5.- Tipos de zanjas LSMT (I).
- 4.6.- Tipos de zanjas LSMT (II).
- 4.7.- Esquema Unifilar LSMT.
- 4.8.- Planta General Manzana MR-15.
- 4.9.- Agrupaciones de viviendas a electrificar.
- 4.10.- Anillo BT 1.
- 4.11.- Anillo BT 2.
- 4.12.- Anillo BT 3.
- 4.13.- Anillo BT 4.
- 4.14.- Distancias mínimas Paralelismos y Cruces.
- 4.15.- Zanjas en Baja Tensión.
- 4.16.- Planta y Alzado CT_MR15
- 4.17.- Esquemas Unifilar Centro de Transformación.
- 4.18.- Puesta a tierra del Neutro del CT MR15
- 4.19.- Puesta a tierra del Neutro de la C.G.P



SECTOR URBANÍSTICO 6-R DE LORCA (REGIÓN DE MURCIA)
PARCELA MR-15

MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES			
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	1/2.500		JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector 6-R, Manzana Residencial MR 15, Lorca (Murcia)	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	23060940 - J
PLANO Nº	1		Ingeniero Técnico Industrial

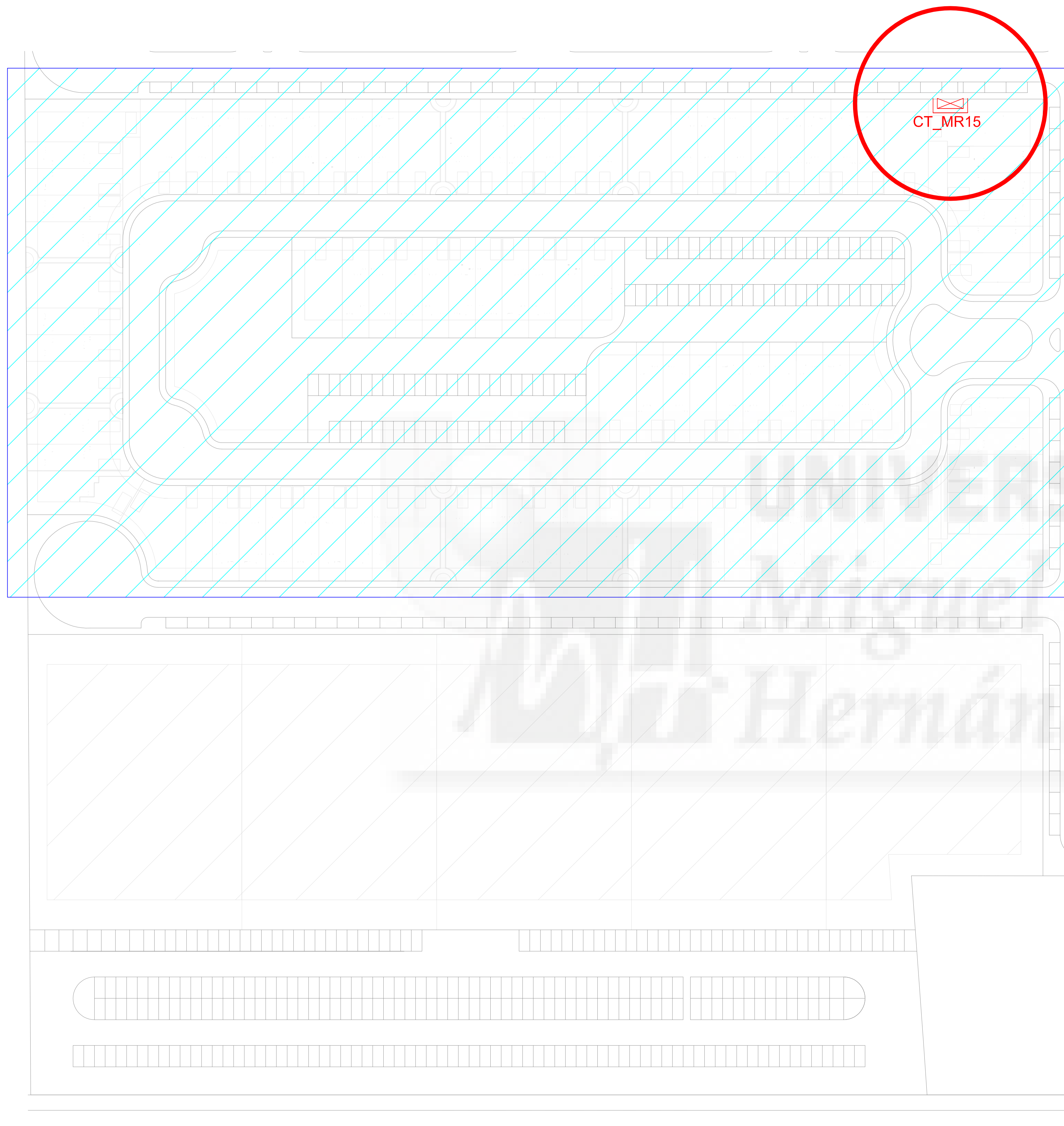
PARCELA MR-15



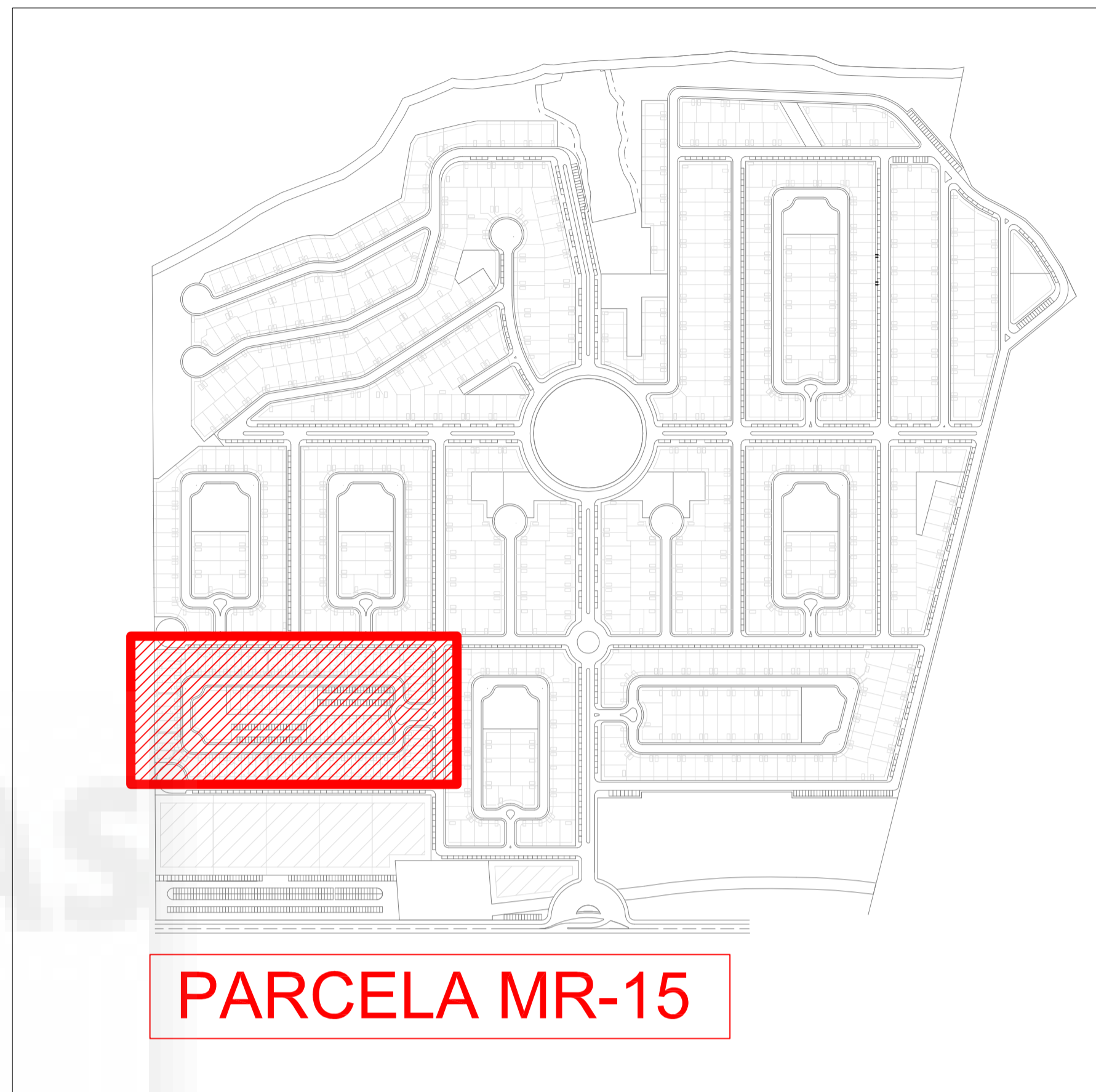
SE ACOMETERÁN LOS TRABAJOS NECESARIOS PARA ELECTRIFICAR LAS 97 VIVIENDAS SITUADAS EN LA PARCELA REMARCADA EN EL PRESENTE PLANO.

PARA ELLO SE DISPONDRÁN LOS ANILLOS EN BAJA TENSIÓN ESPECIFICADOS EN EL PROYECTO, CUYOS TRAZADOS APARECEN GRAFIADOS EN LOS PLANOS 10-11-12-13.

mpi MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015		
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia		
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN
ESCALA	S/E	EL ALUMNO
SITUACIÓN	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ	
Sector: Tercio R-4, Morzano Residencial MR I.S. Lorca (Murcia)	23060940 - J	
PLANO Nº	2	Ingeniero Técnico Industrial



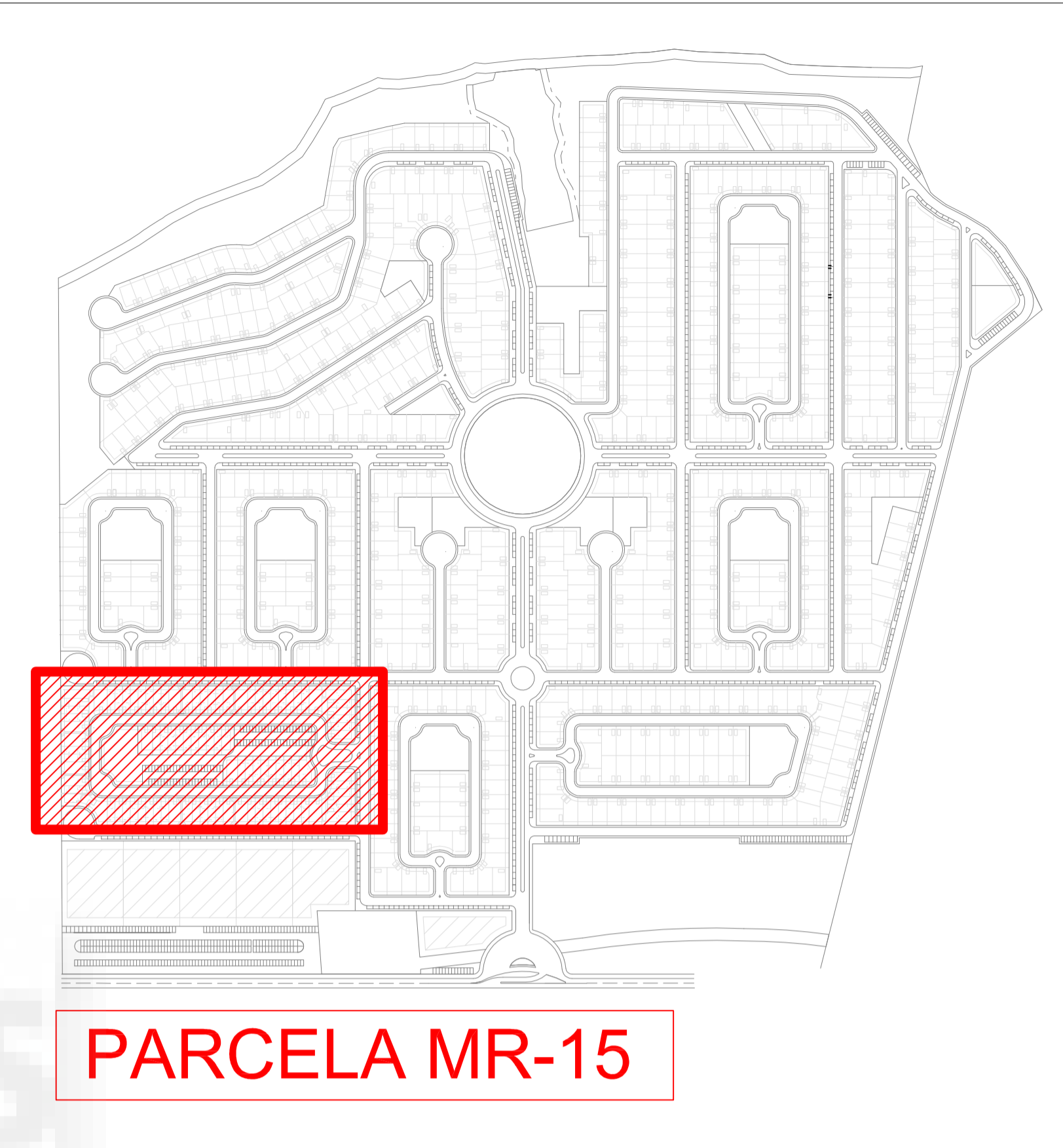
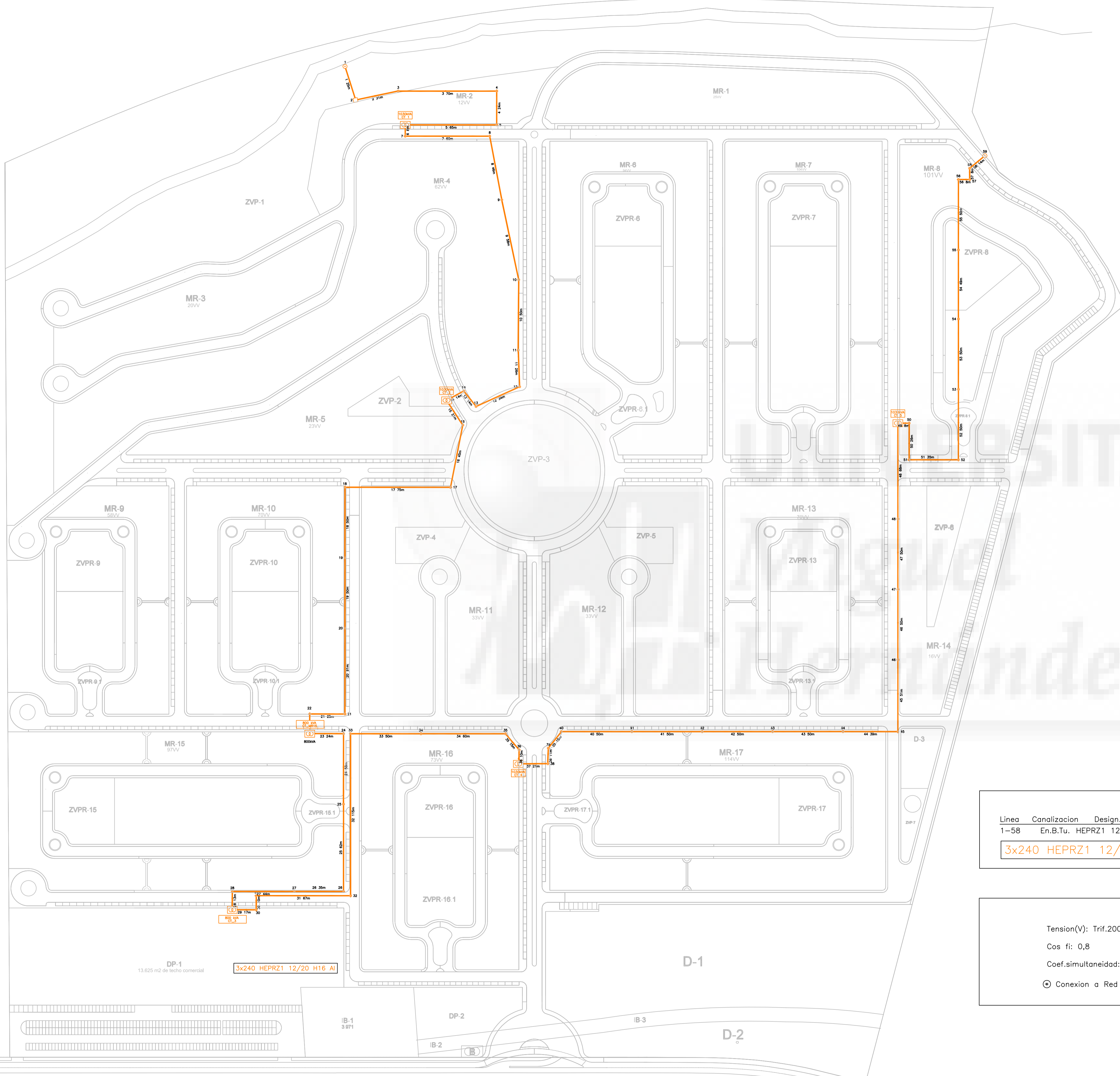
DETALLE SECTOR URBANÍSTICO A ESCALA E: 1/4.000



PARCELA MR-15

MANZANA RESIDENCIAL MR-15
 97 VIVIENDAS
 20 VIVIENDAS DE ELECTRIFICACION ELEVADA
 77 VIVIENDAS DE ELECTRIFICACIÓN BÁSICA

LOS CT DESTACADOS EN EL PRESENTE PLANO SERÁN OBJETO DE CÁLCULO.
 EL CT4 ESTARÁ DESTINADO A ALIMENTAR 97 VIVIENDAS
 EL CT5 ESTARÁ DESTINADO A ALIMENTAR UN CENTRO COMERCIAL
 NOTA: AMBOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN SERÁN DE 800 KVA TIPO COMPAÑÍA



PARCELA MR-15

VULPREN (IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO) HEPRZ1 12/20 kV AI H16
TENSIÓN: 12/20 kV



INDICACIONES:
IBERDROLA AI 06.03.01: Norma constructiva y de ensayos IEC-EN 10714 - Lotes de hatagos. Baja ataca y consistencia de los gases.
IEC 60285 - Lotes de hatagos. Baja ataca y consistencia de los gases.

COMPOSICIÓN:
CONDUCTOR: Aluminio, serengido clase 2
AISLAMIENTO: Etileno-propileno de alto modulo 100°C (HEPR)
PANTALLA: Corona de hilos de cobre
CUBIERTA EXTERIOR: Polietileno

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:
Cables para distribución de energía para instalaciones de media tensión al aire, enterrados, enterrados.
Aislamiento de HEPR de alto gradiente permite una reducción del espesor de aislamiento, reduciendo el diametro y peso del cable.
Cubierta de polietileno resistente a la abrasión y al desgarro. Mayor facilidad de desmantelamiento.
Temperatura mínima en régimen permanente 105 °C. Permite mayores amperajes que los cables convencionales con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).
Proceso de fabricación en atmósfera inerte (hatagos) de las capas estratificadas multicapa y de aislamiento de forma simultánea, garantizando la máxima calidad.
Cable libre de hatagos con pantalla oturada longitudinalmente al paso del agua.

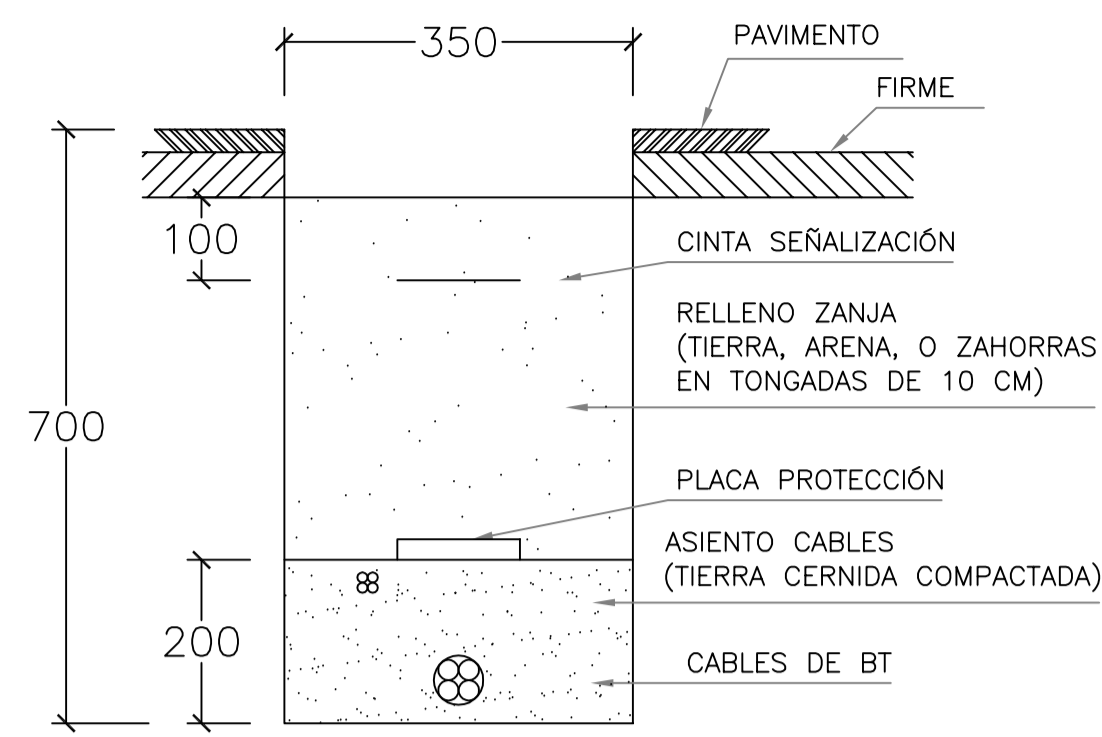
Linea	Canalización	Design. UNE	Polaridad	Fus. In(A)	I. Aut./I Reg(A)	I. Secc./In/I Fus	PdeCorte	Autov. In(kA)	Autov. Un(kV)
1-58	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.						
3x240 HEPRZ1 12/20 H16 AI									

Tension(V): Trif.20000
 Cos fi: 0,8
 Coef.simultaneidad: 1

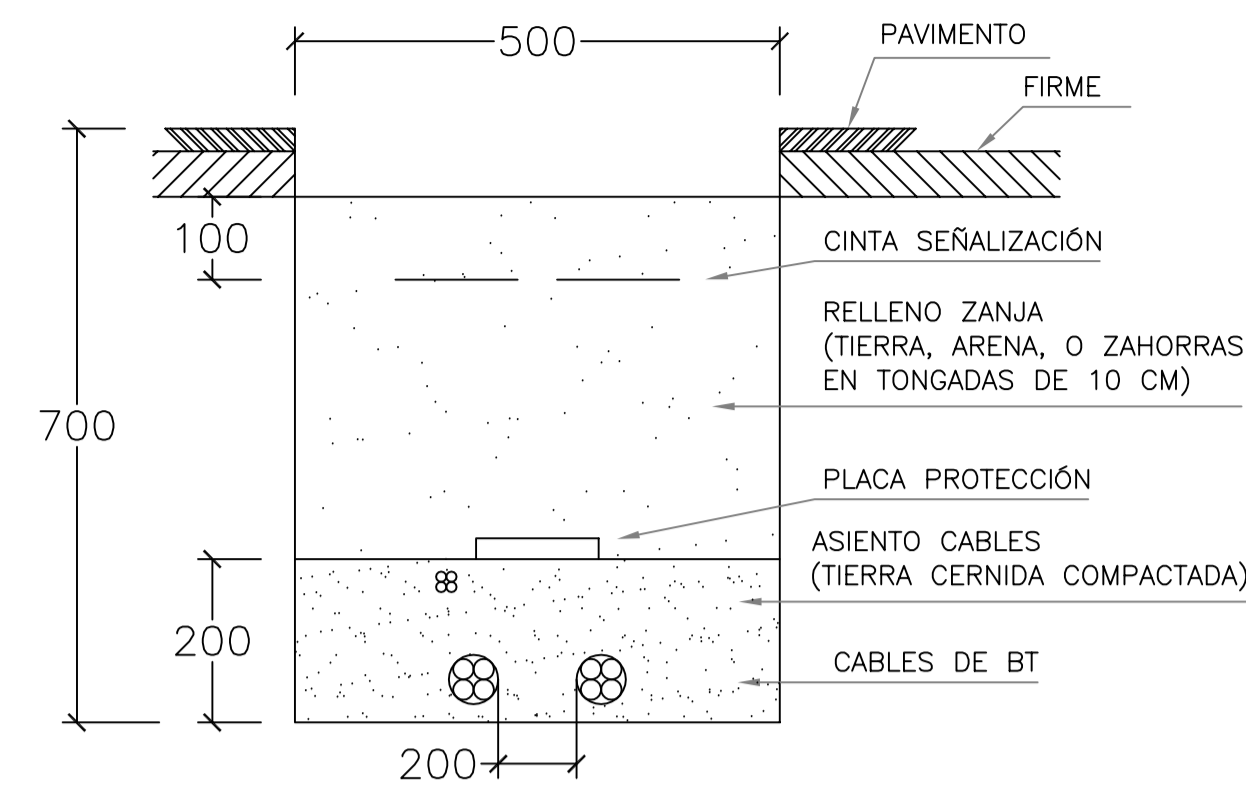
Conexion a Red AT
 Centro de Transformacion
 Caja de registro o derivación
 Arqueta

mpi MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			UNIVERSIDAD Miguel Hernández
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E		JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector Tercio R-4, Morzano Residencial MR 15, Lorca (Murcia)	PLANTA GENERAL LSMT TRAZADO	23060940 - J
PLANO Nº	4		Ingeniero Técnico Industrial

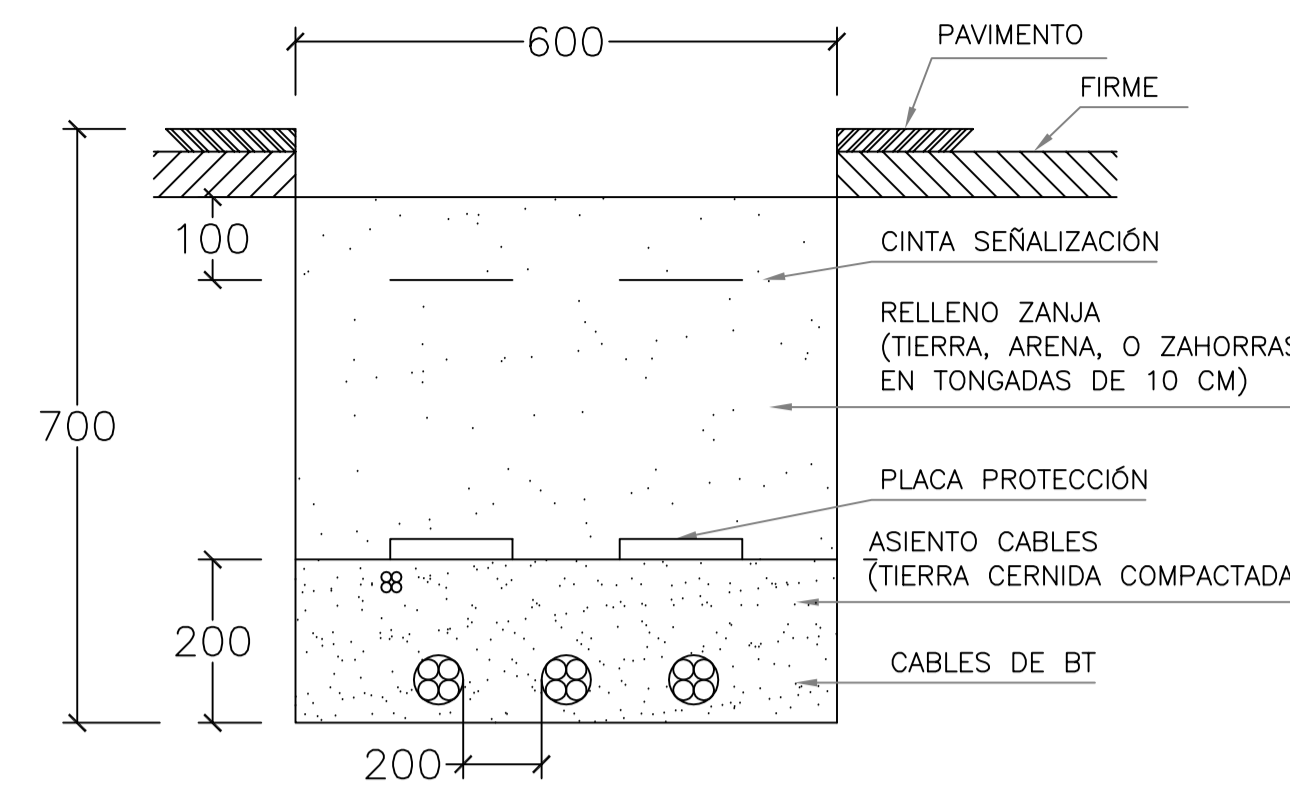
TIPO 1
UN CONDUCTOR DE BT



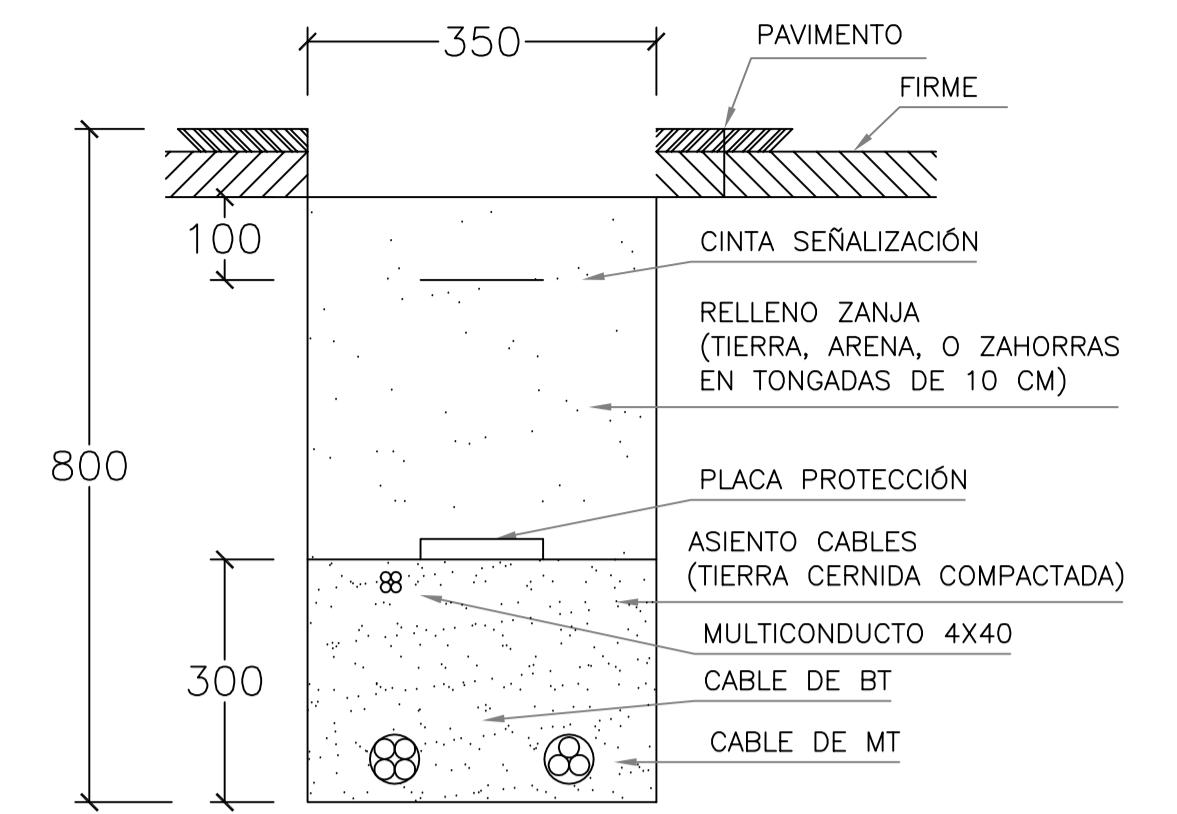
TIPO 2
DOS CONDUCTORES DE BT



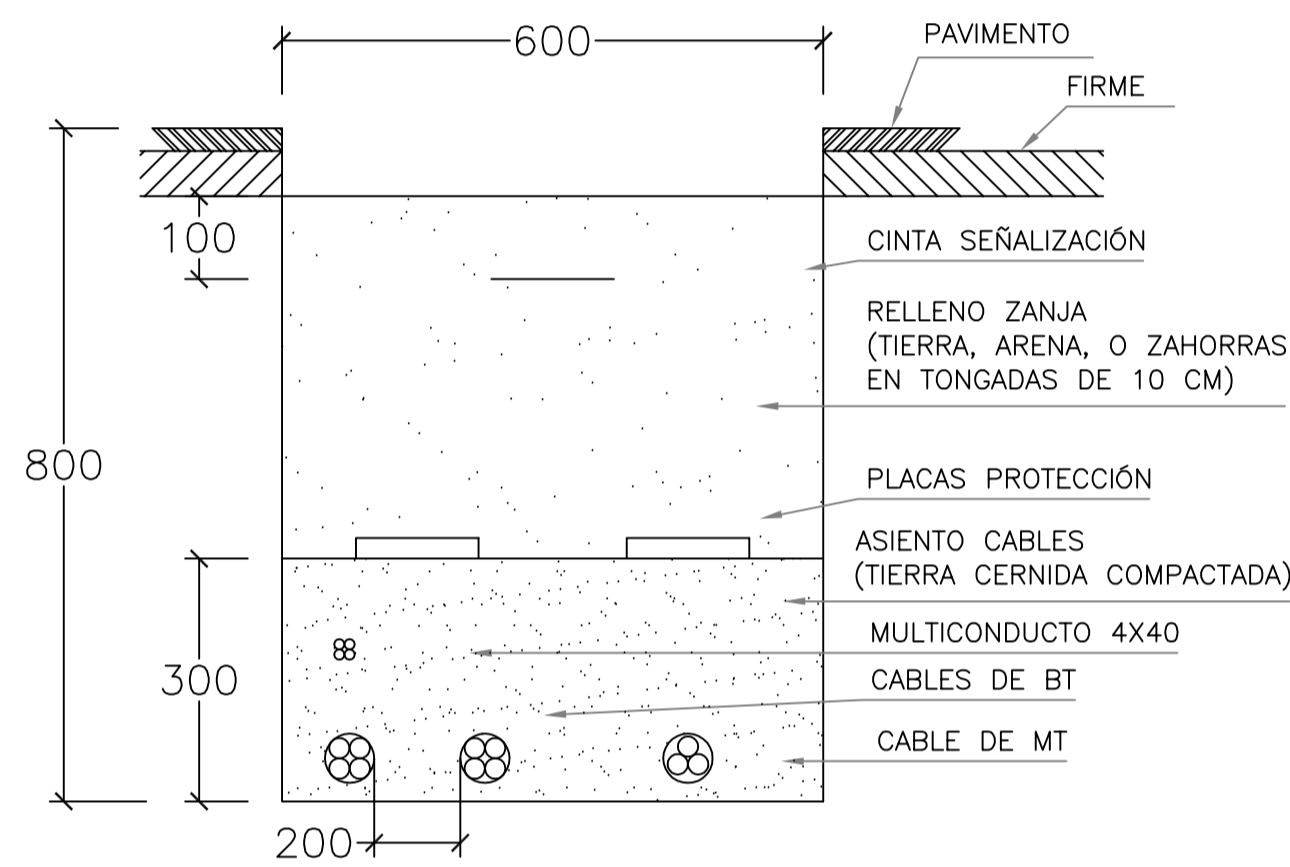
TIPO 3
TRES CONDUCTORES DE BT



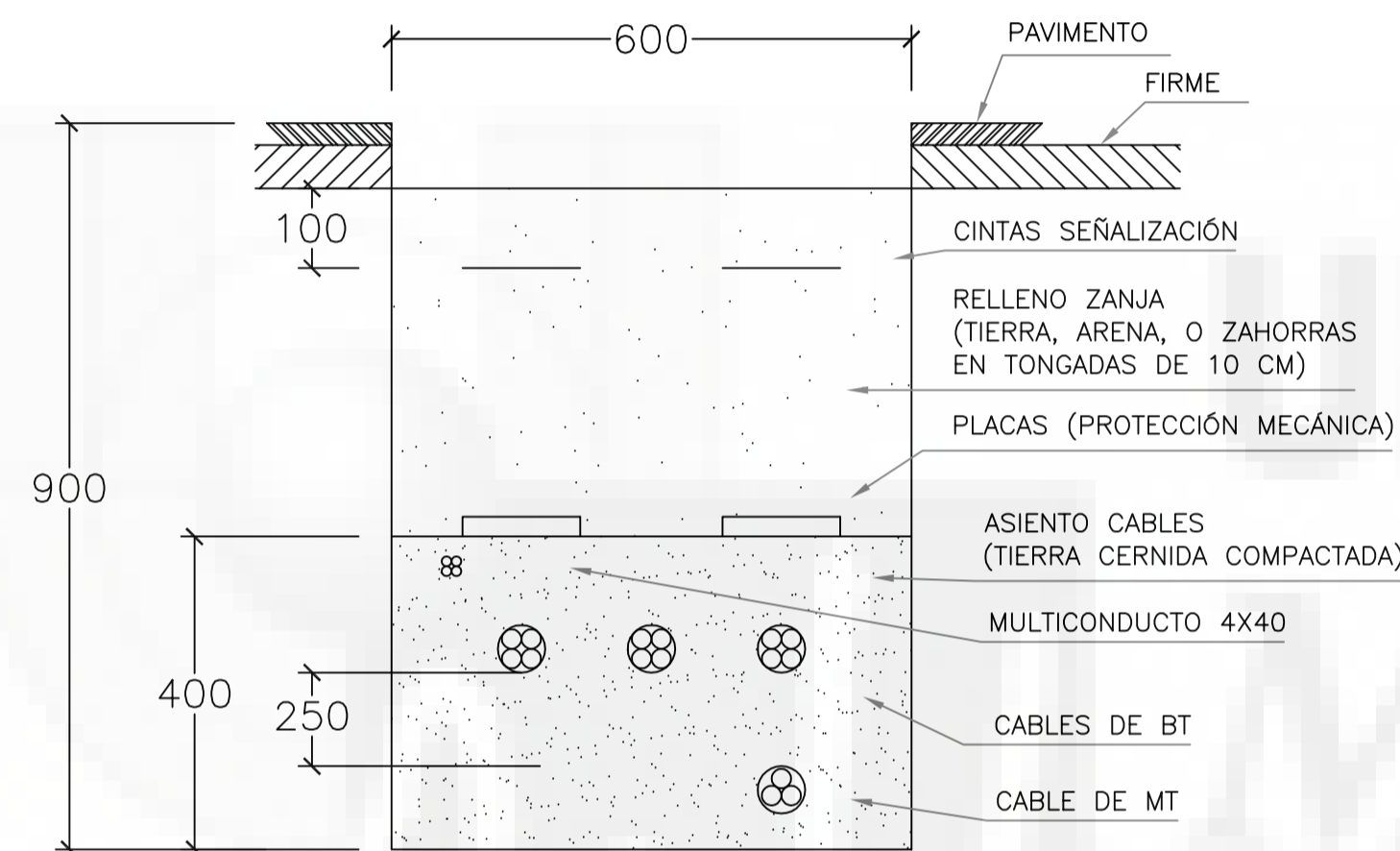
TIPO 4
UN CONDUCTOR DE BT
UN CONDUCTOR DE MT



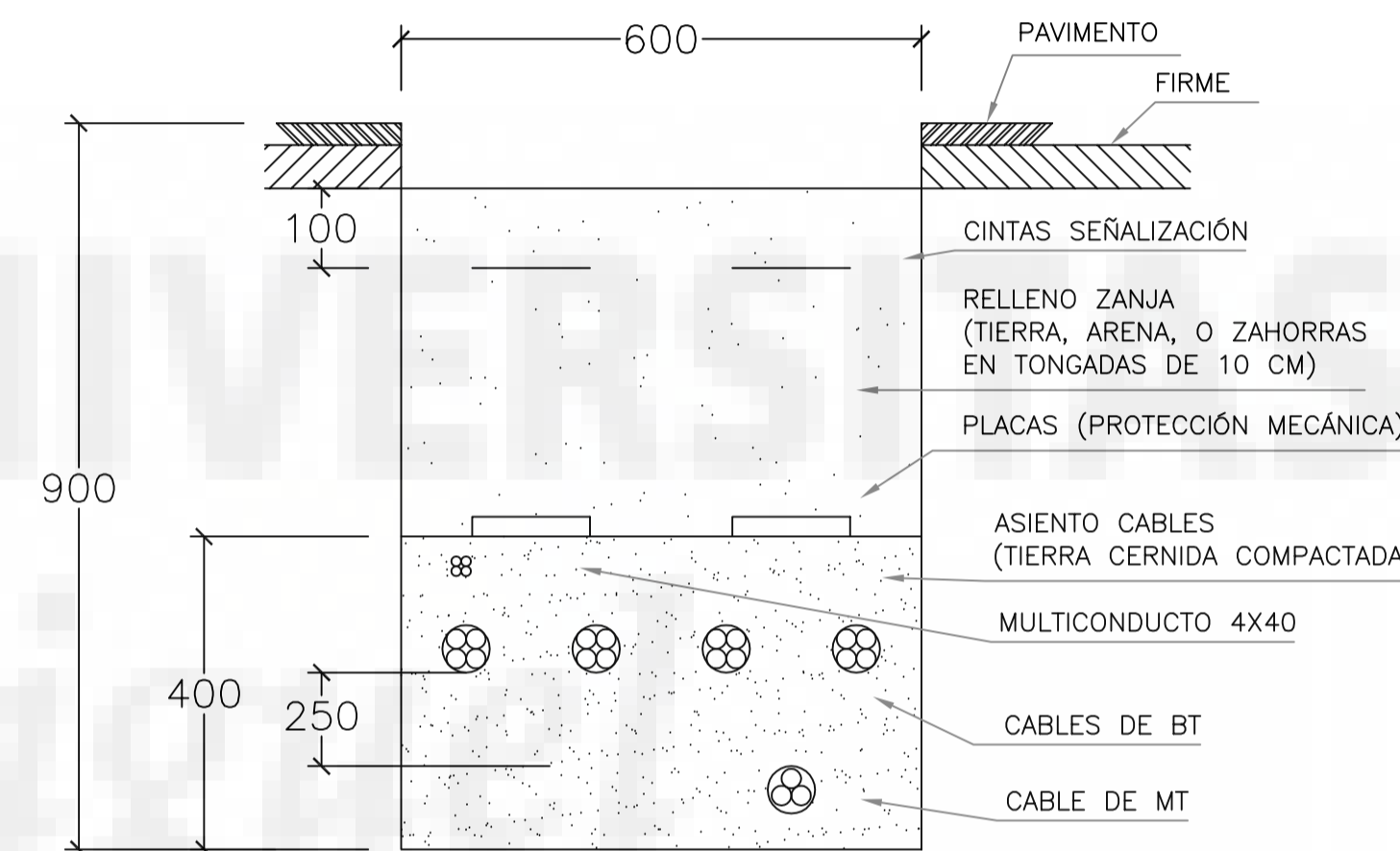
TIPO 5
DOS CONDUCTORES DE BT
UN CONDUCTOR DE MT



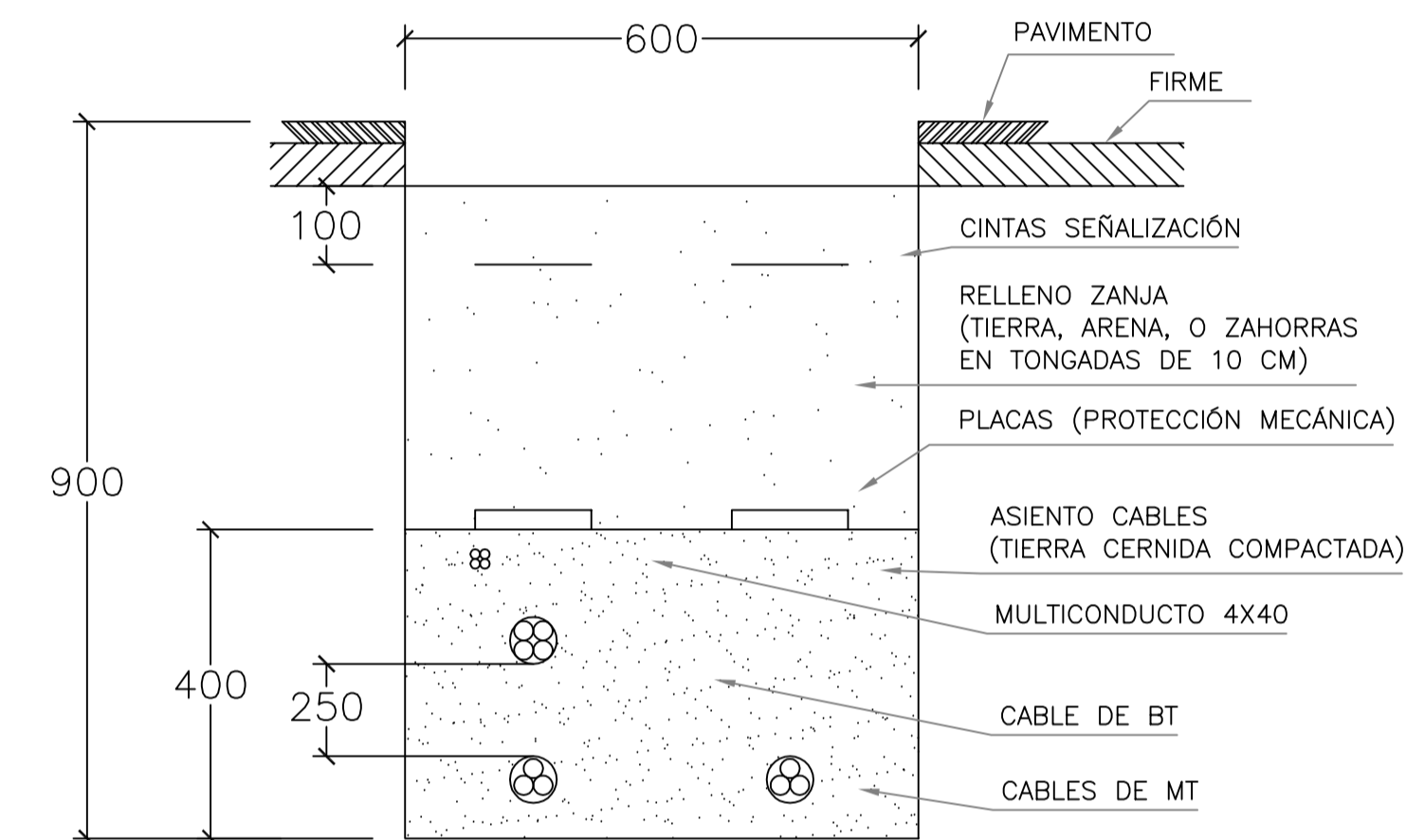
TIPO 6
TRES CONDUCTORES DE BT
UN CONDUCTOR DE MT



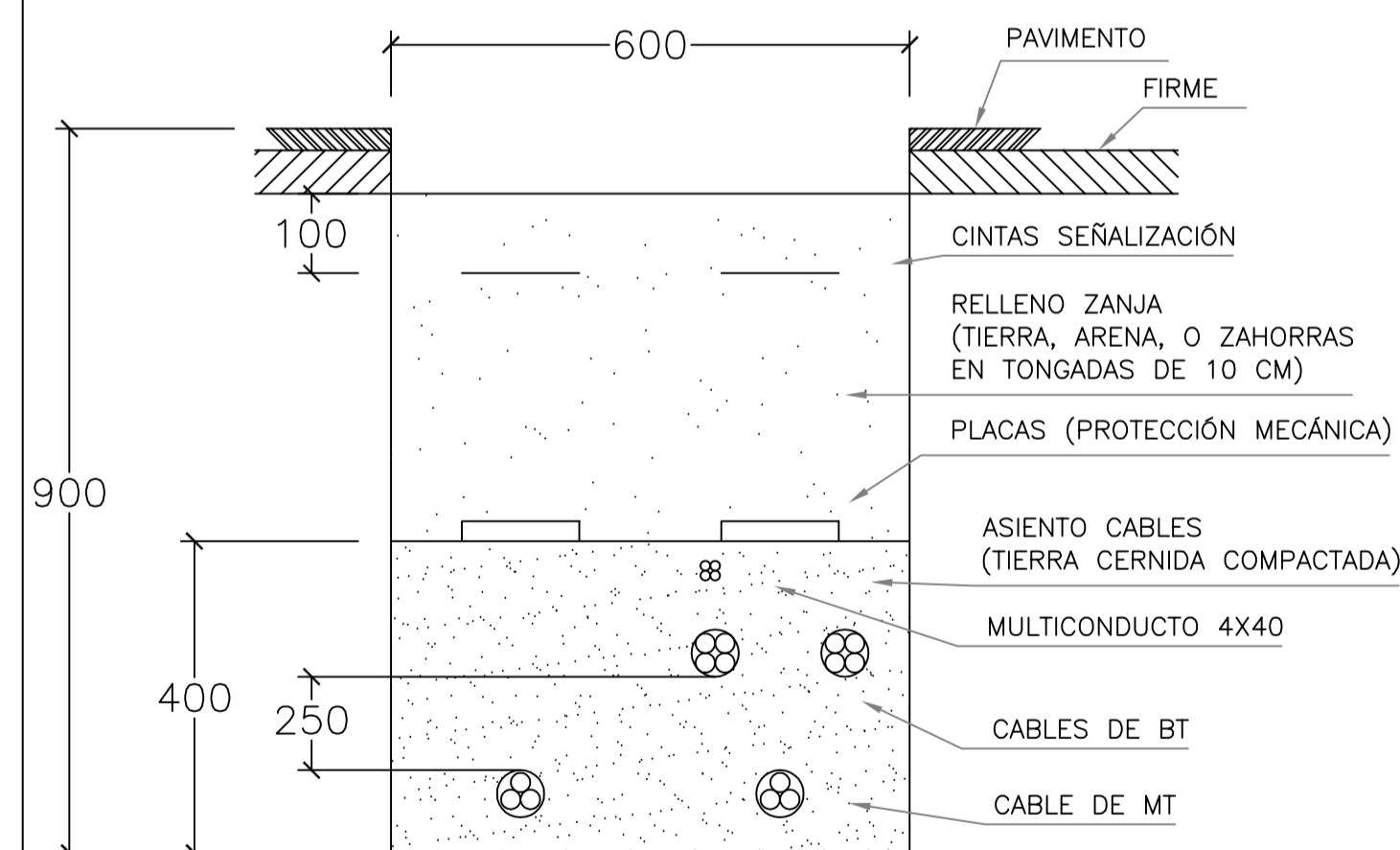
TIPO 7
CUATRO CONDUCTORES DE BT
UN CONDUCTOR DE MT



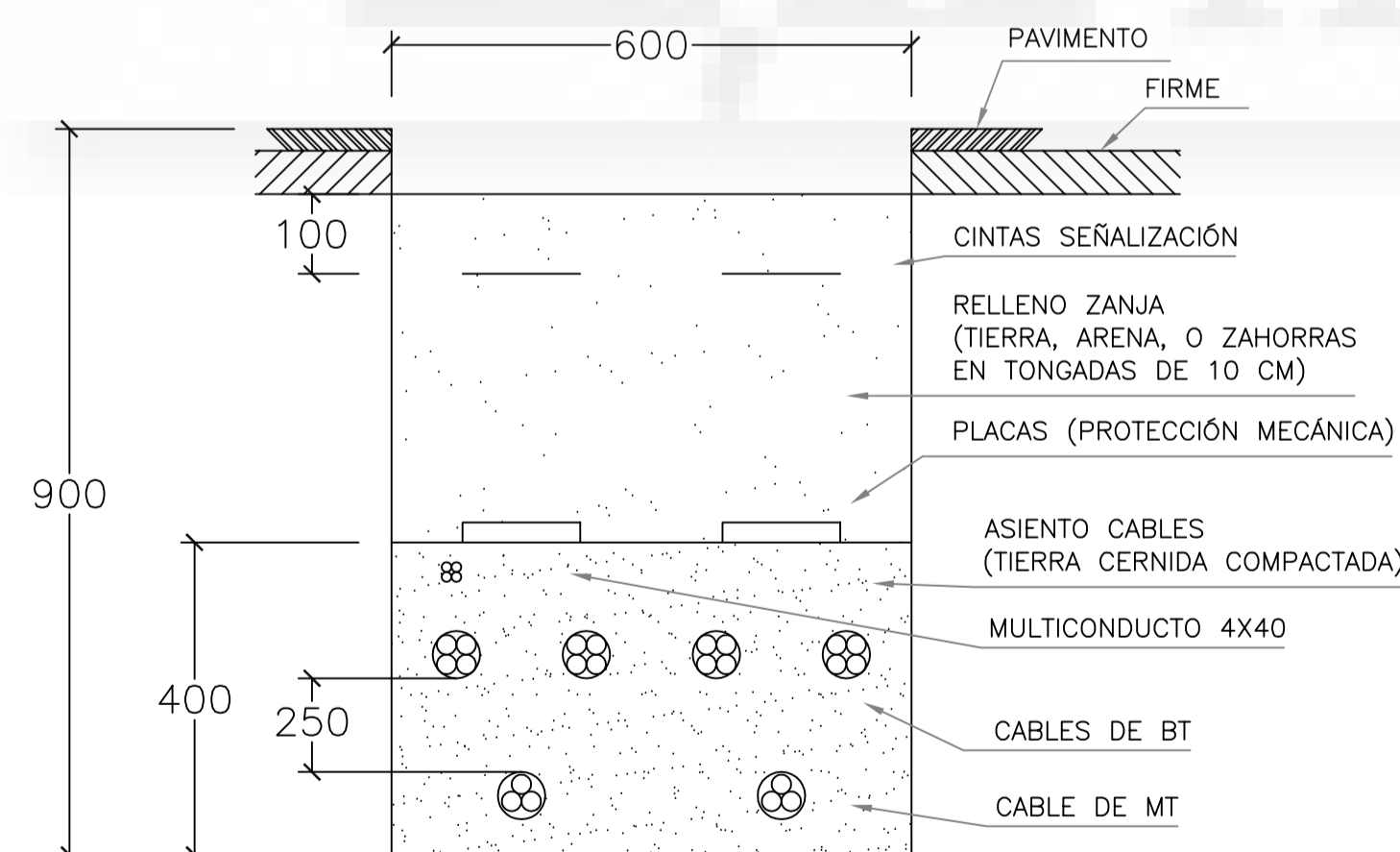
TIPO 8
UN CONDUCTOR DE BT
DOS CONDUCTORES DE MT



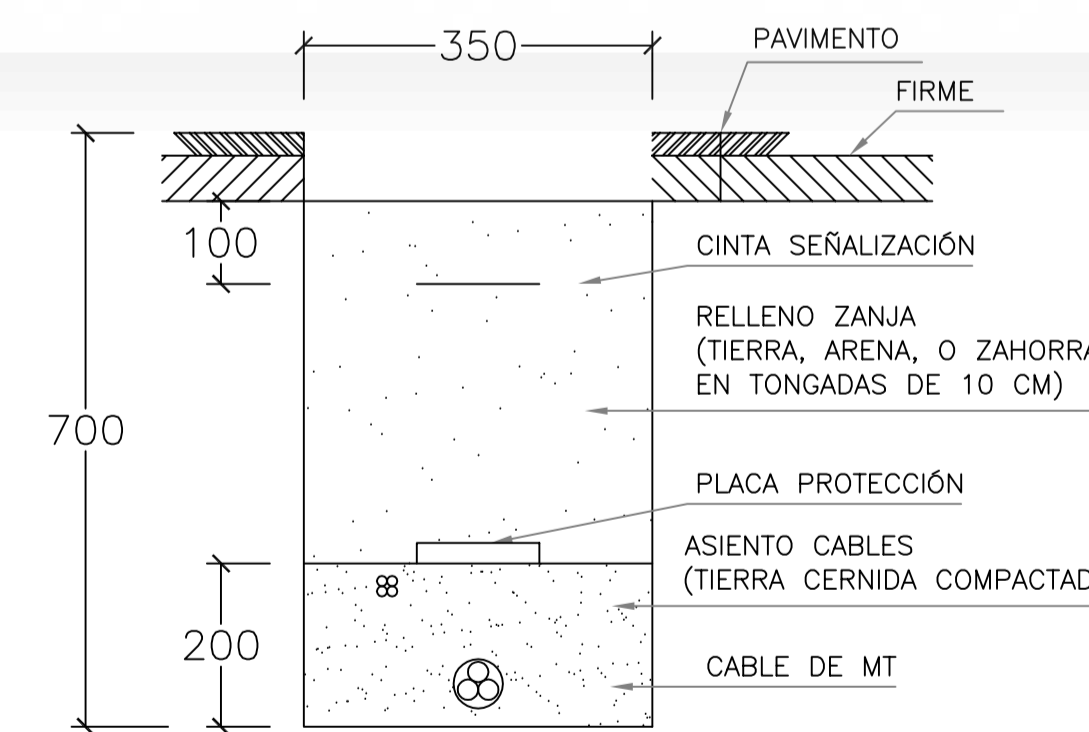
TIPO 9
DOS CONDUCTORES DE BT
DOS CONDUCTORES DE MT



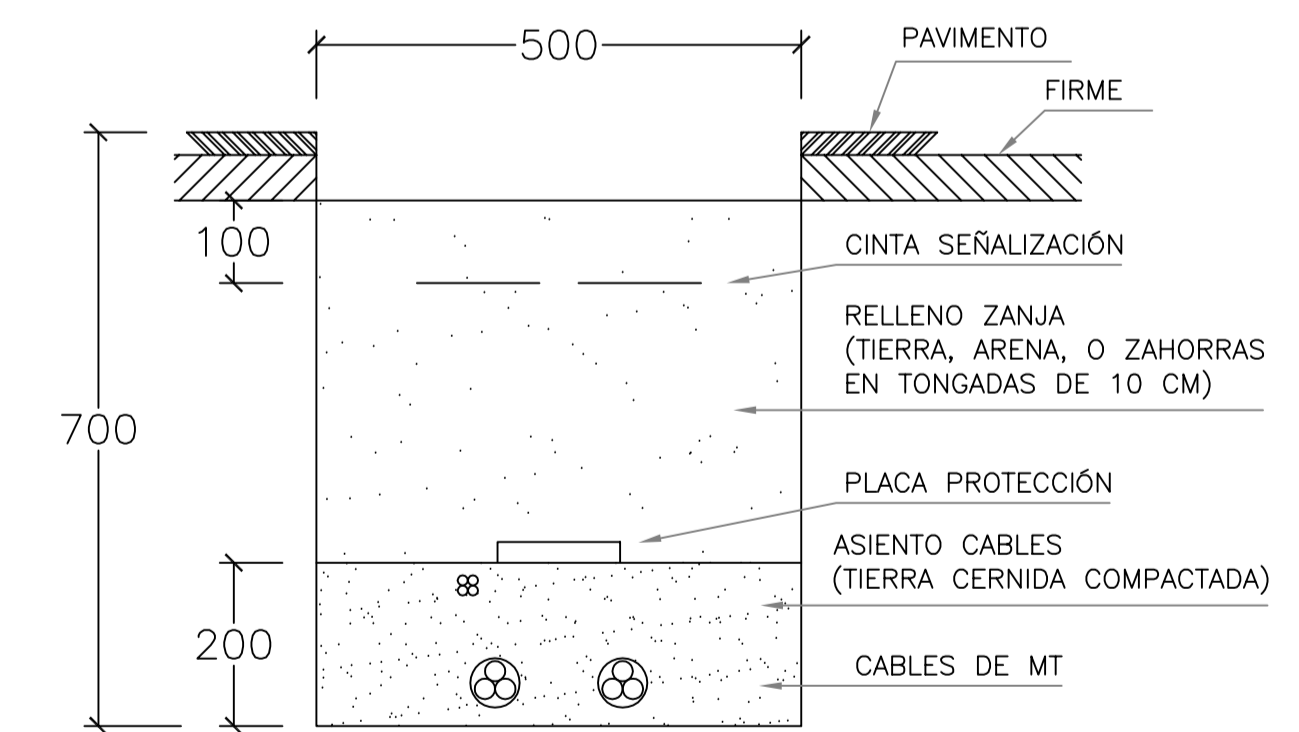
TIPO 10
CUATRO CONDUCTORES DE BT
DOS CONDUCTORES DE MT



TIPO 11
UN CONDUCTOR DE MT



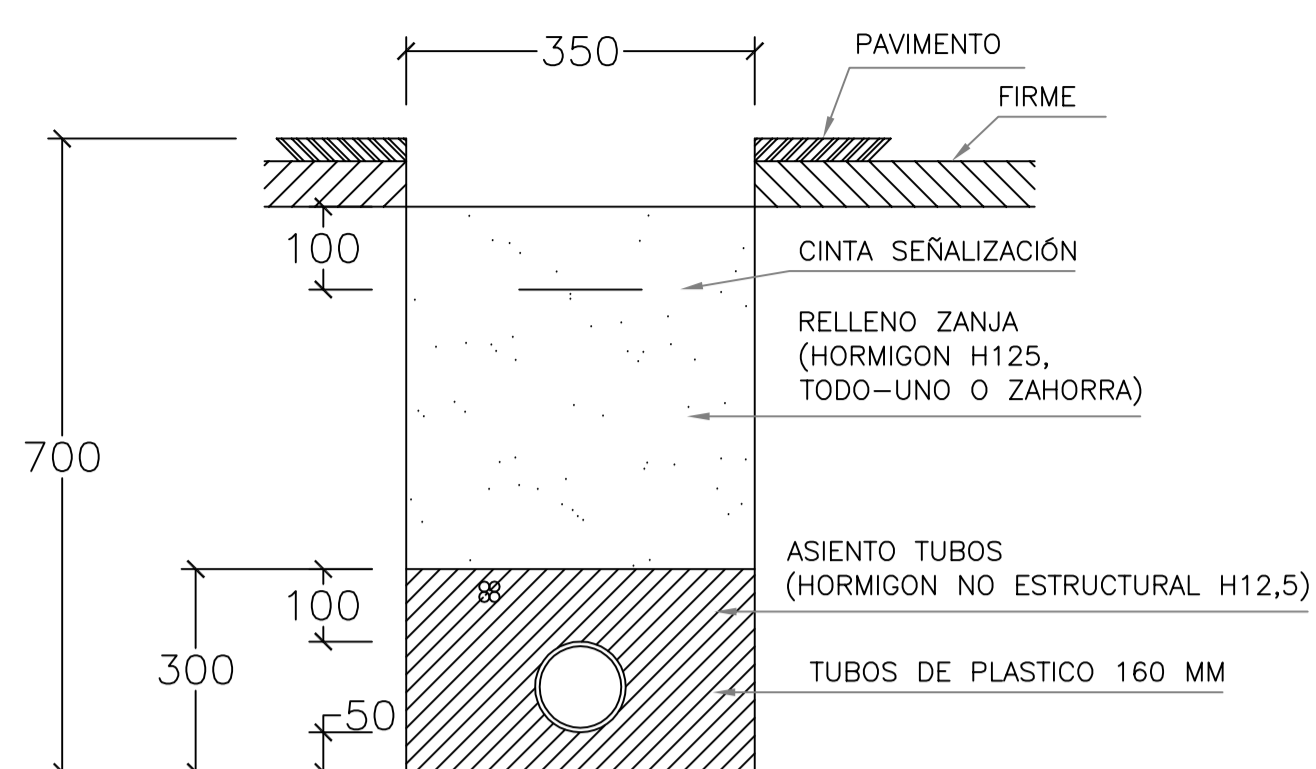
TIPO 12
DOS CONDUCTORES DE MT



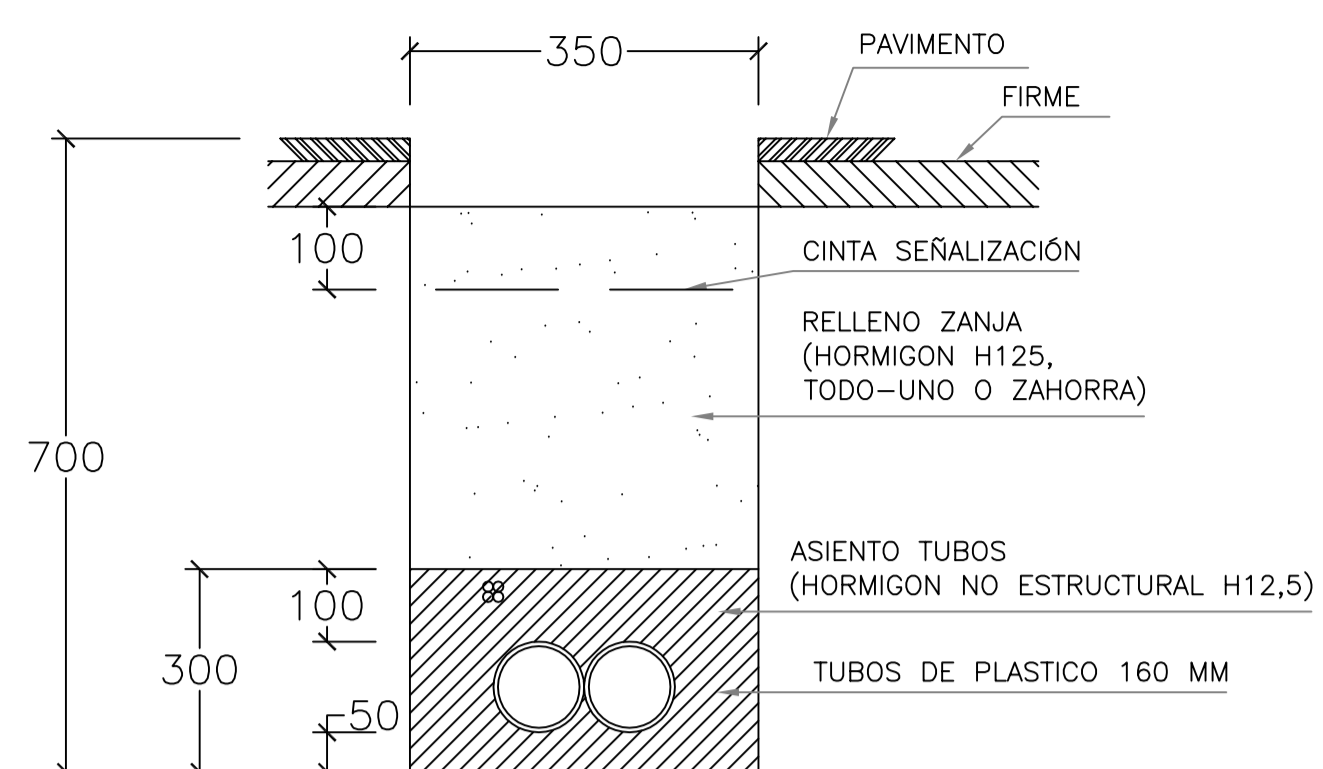
TIPOS DE ZANJA EN CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA
realizada mediante medios mecánicos
(dimensiones en mm)

cmpt MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES			
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E		JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector Tercio-R, Morzano Residencial NR I.S. Lorca (Murcia)	DETALLES DE ZANJAS Y CANALIZACIONES LSMT (I)	23060940 - J
PLANO Nº	5		Ingeniero Técnico Industrial

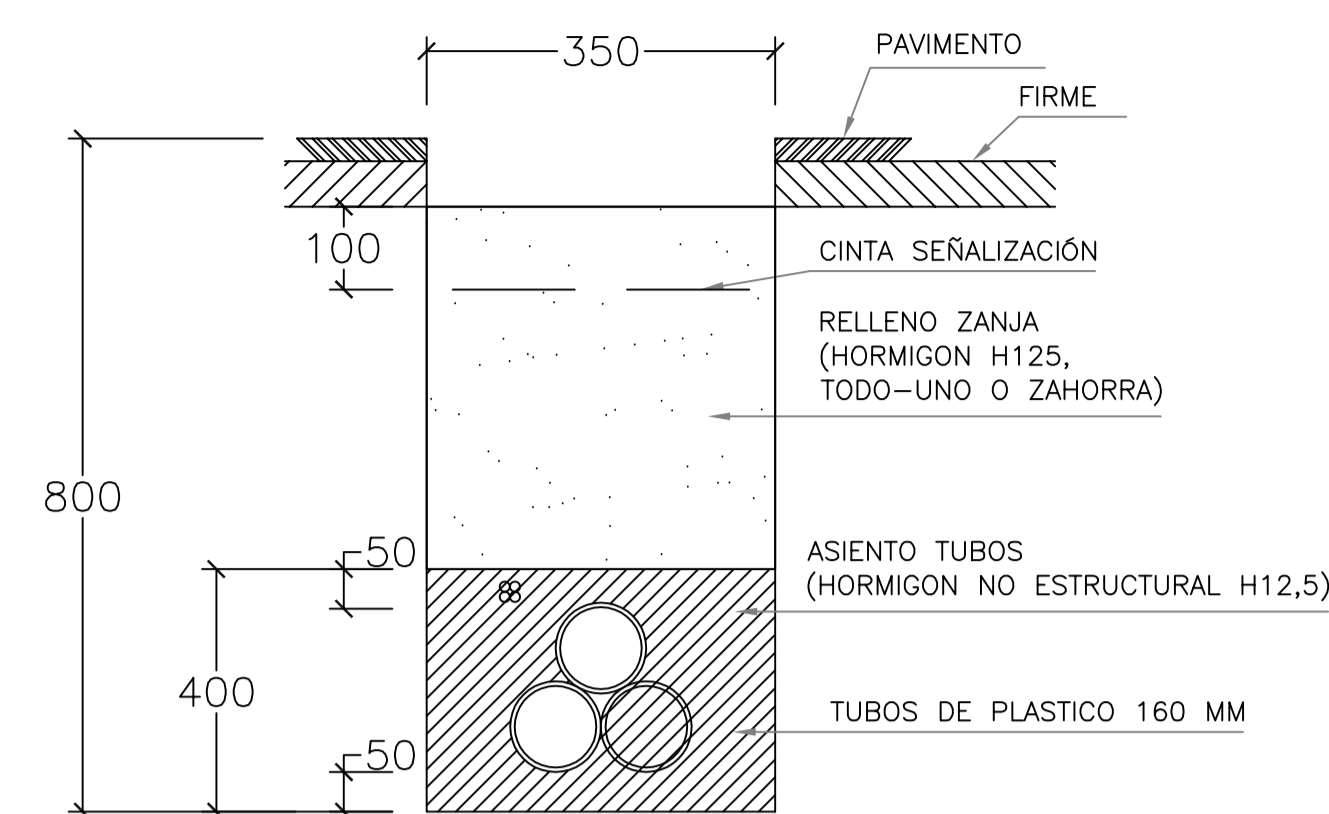
TIPO 13
UN CONDUCTOR DE BT



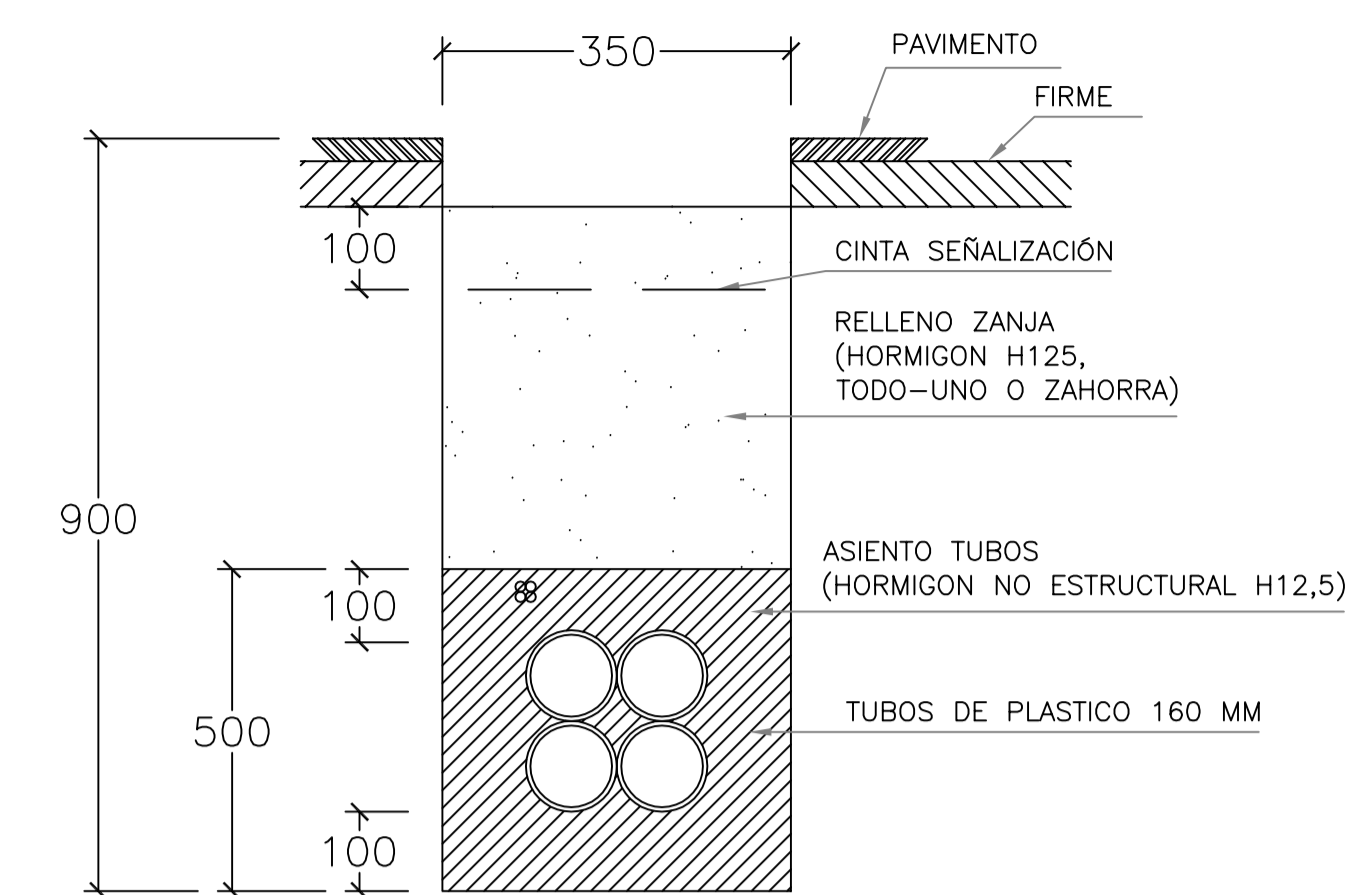
TIPO 14
DOS CONDUCTORES DE BT



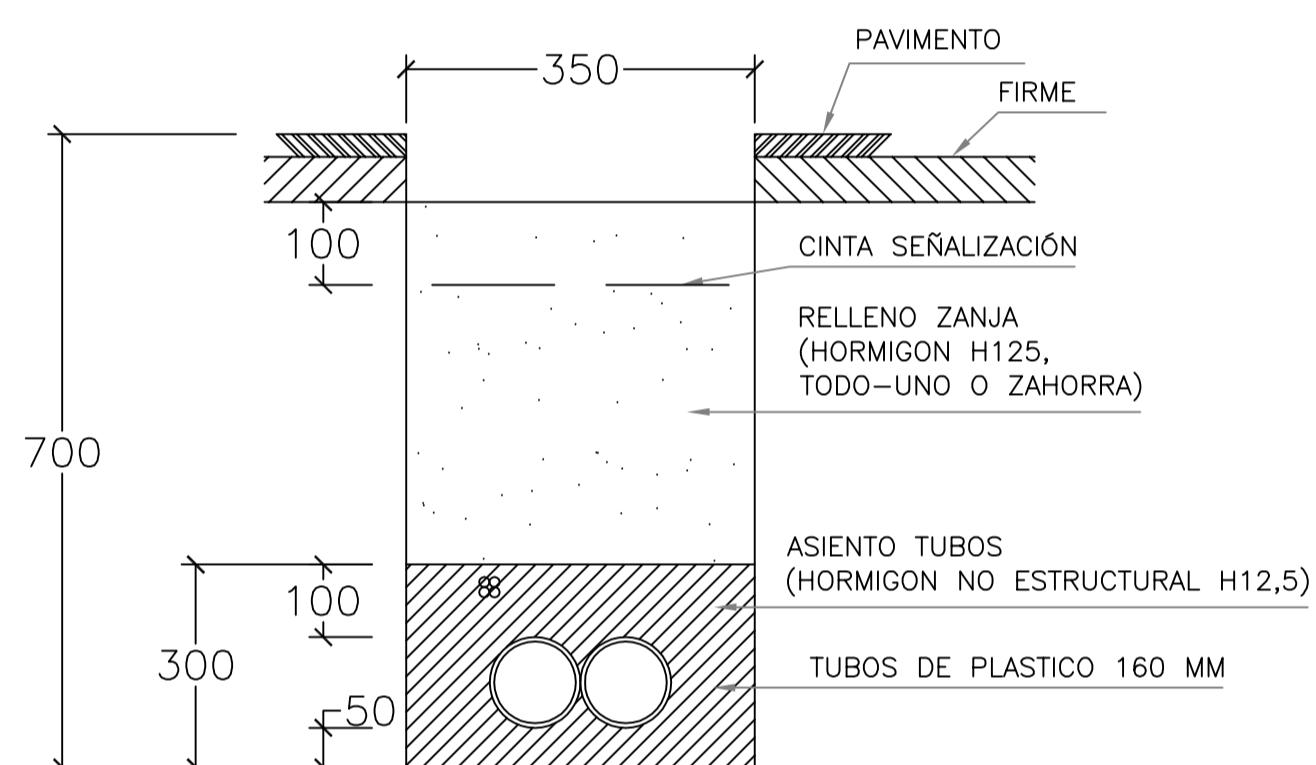
TIPO 15
TRES CONDUCTORES DE BT



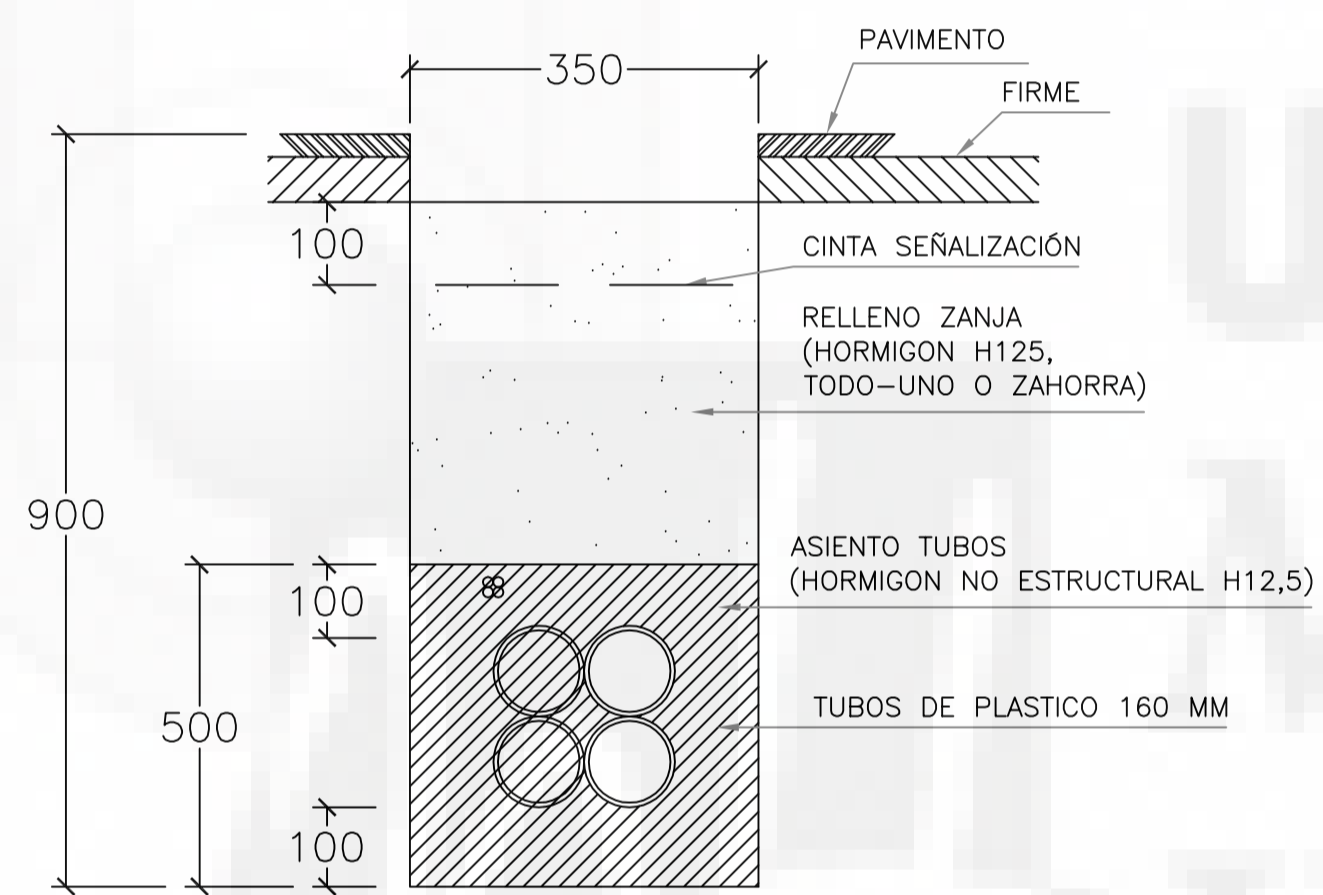
TIPO 16
CUATRO CONDUCTORES DE BT



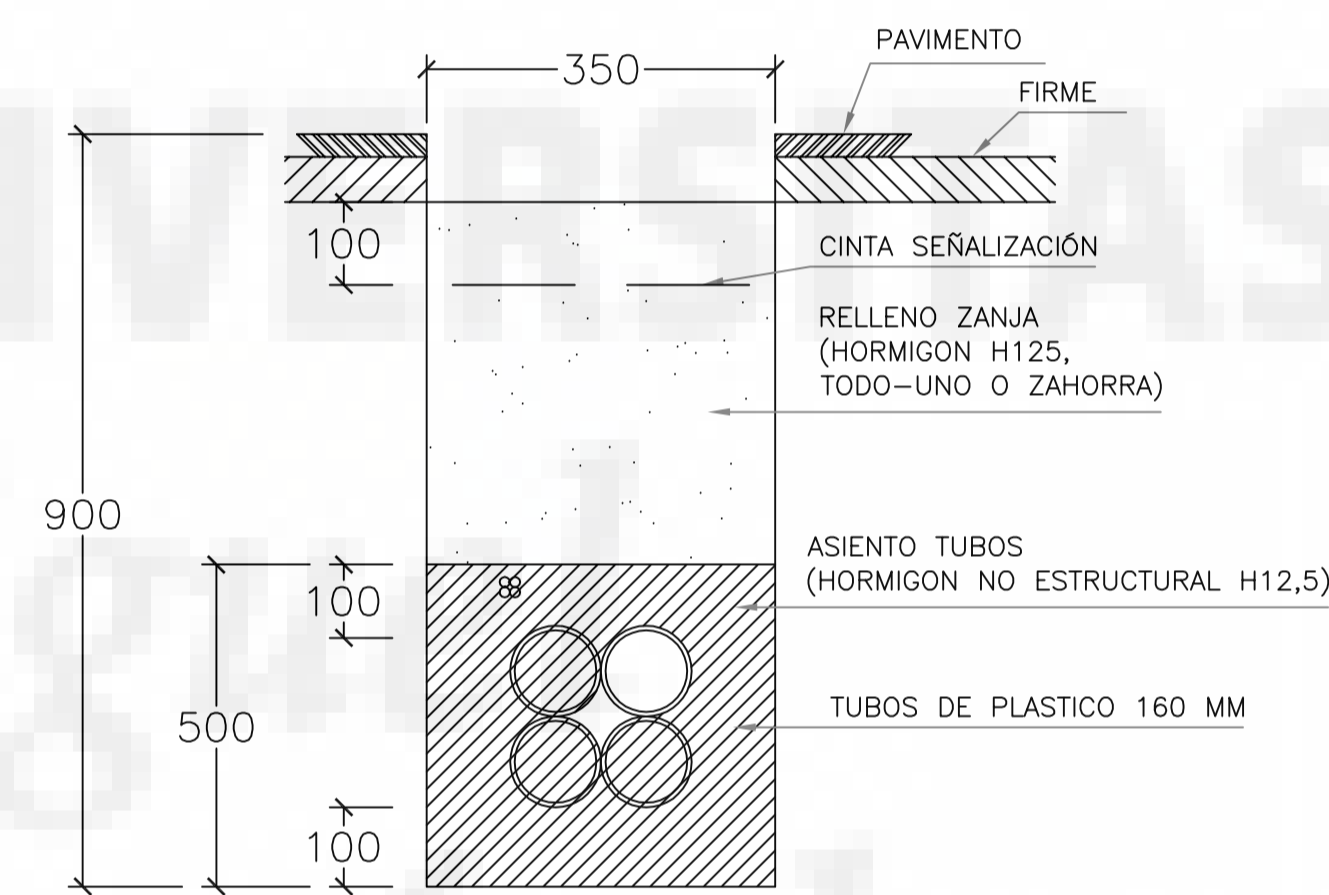
TIPO 17
UN CONDUCTOR DE BT
UN CONDUCTOR DE MT



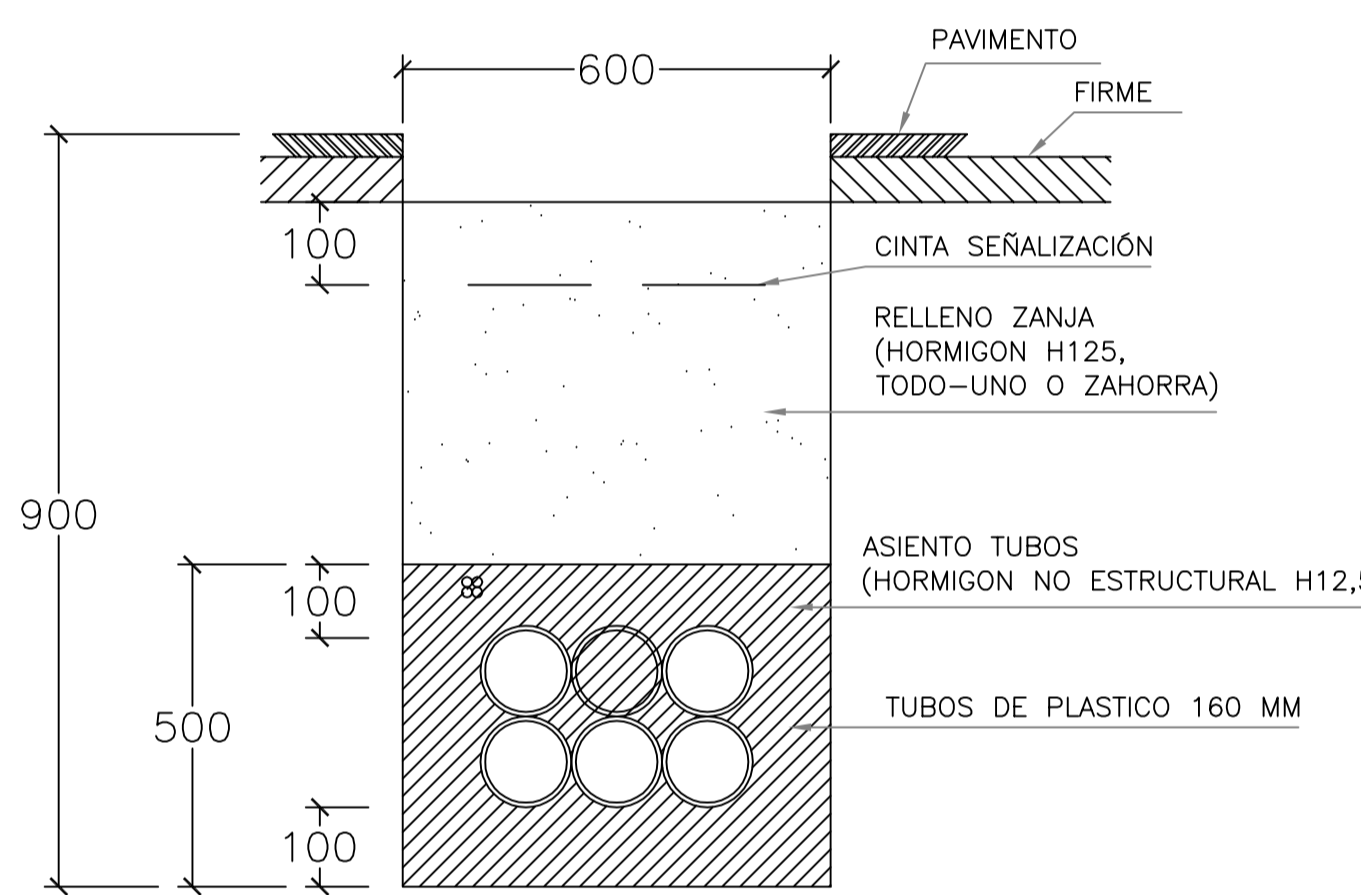
TIPO 18
TRES CONDUCTORES DE BT
UN CONDUCTOR DE MT



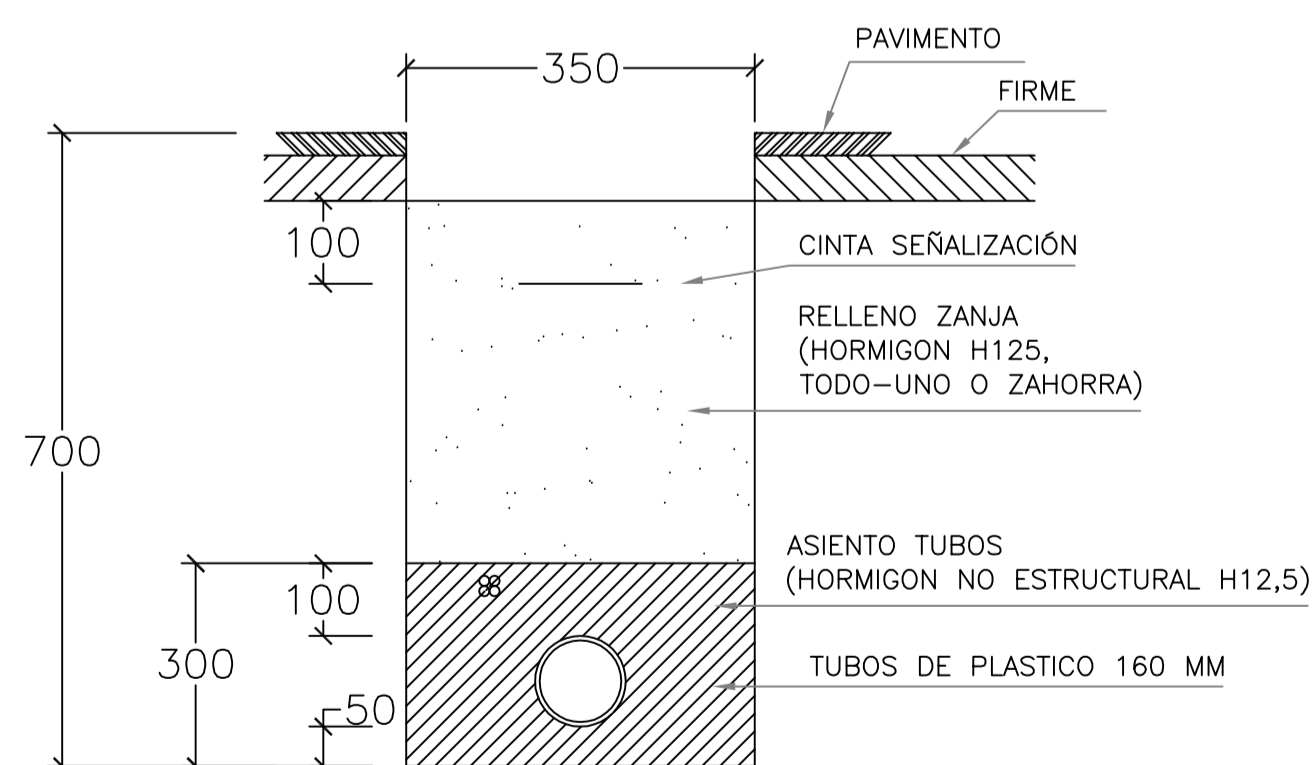
TIPO 19
DOS CONDUCTORES DE BT
DOS CONDUCTORES DE MT



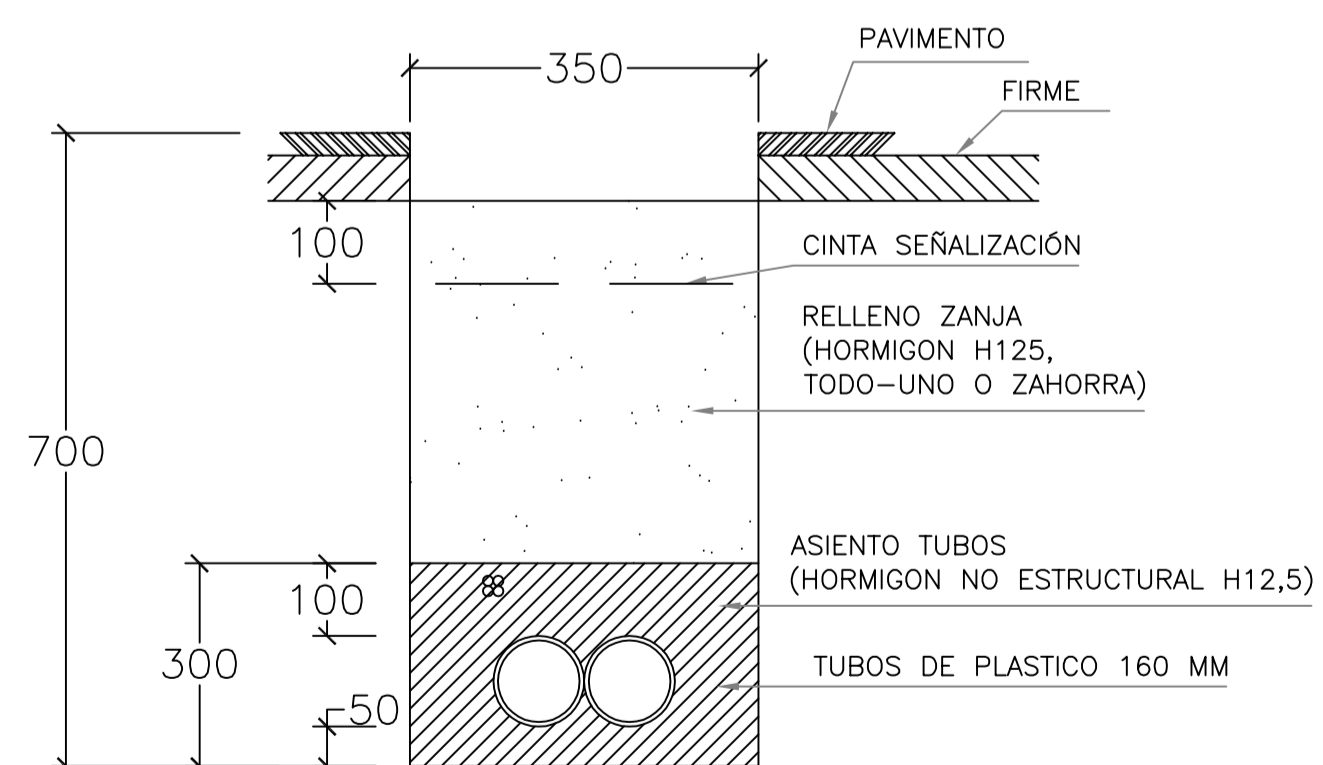
TIPO 20
CUATRO CONDUCTORES DE BT
DOS CONDUCTORES DE MT



TIPO 21
UN CONDUCTOR DE MT



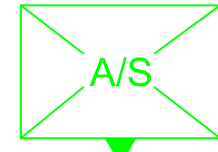
TIPO 22
DOS CONDUCTORES DE MT



TIPOS DE ZANJA CANALIZACIÓN CRUCES DE CALZADA (CON ASIENTO DE HORMIGÓN)
realizada mediante medios mecánicos
(dimensiones en mm)

MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015		
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia		
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN
ESCALA	S/E	EL ALUMNO
SITUACIÓN	Sector Tercio-R, Morano Residencial NR I.S. Lorca (Murcia)	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
PLANO Nº	6	23060940 - J
		Ingeniero Técnico Industrial

INICIO LINEA SUBTERRANEA 20KV
ACOMETIDA MT COMPANIA

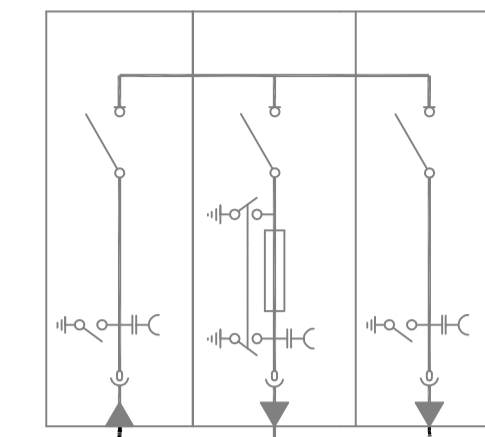
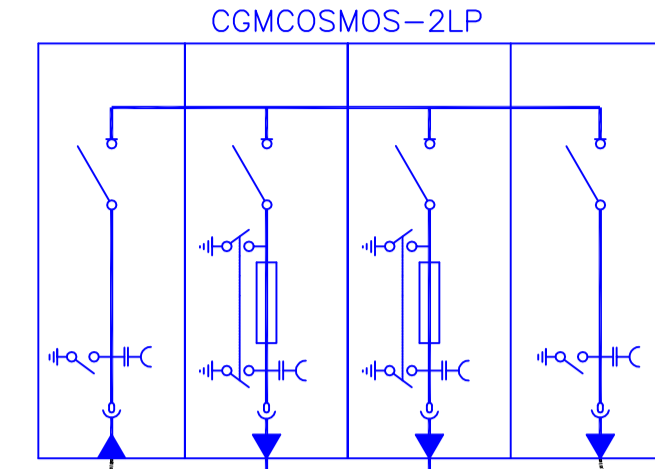
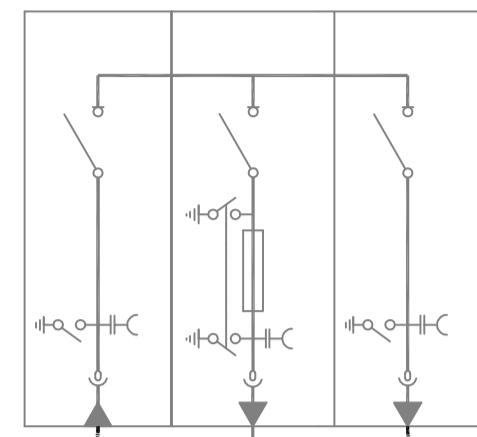
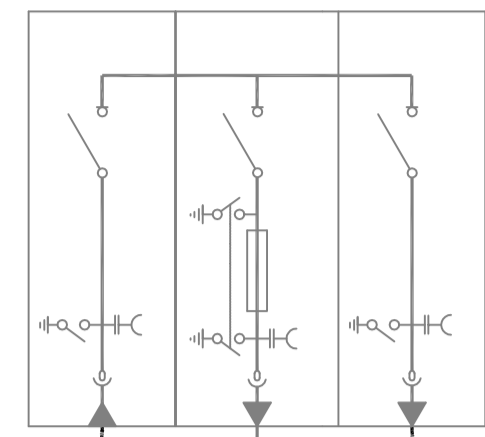


CT1

CT2

CT_MR15

CT3



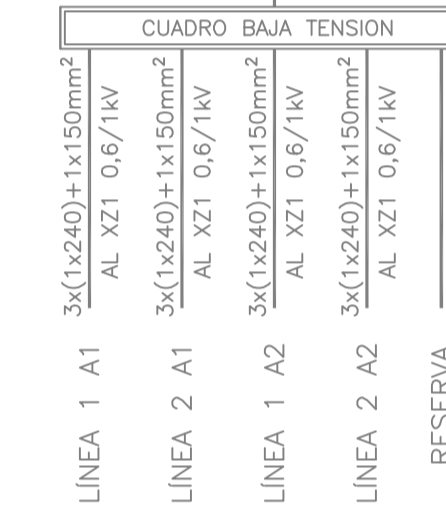
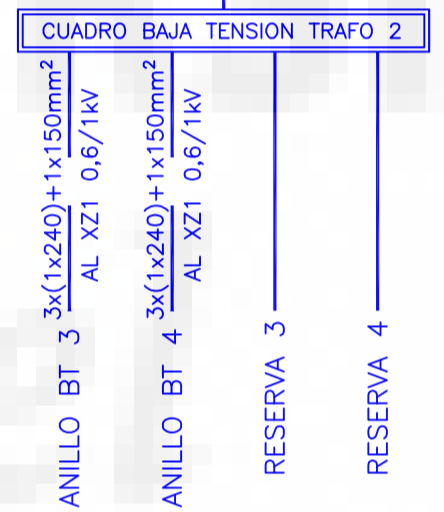
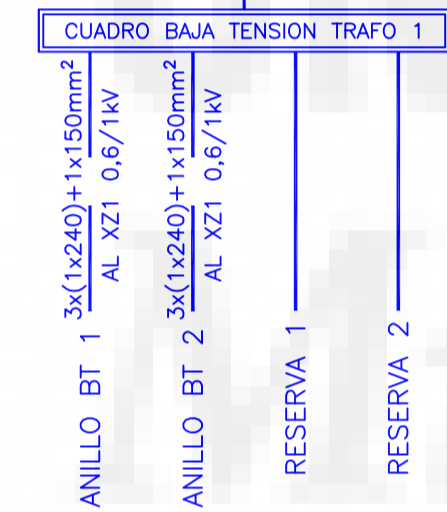
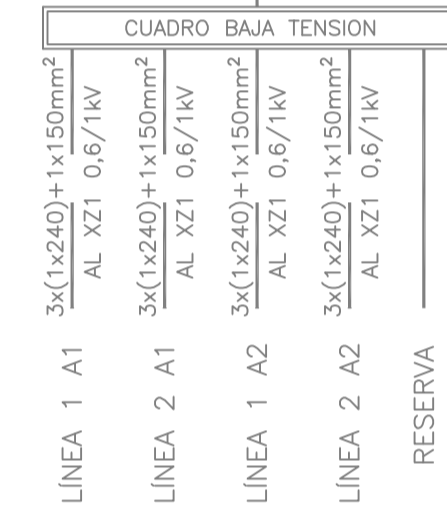
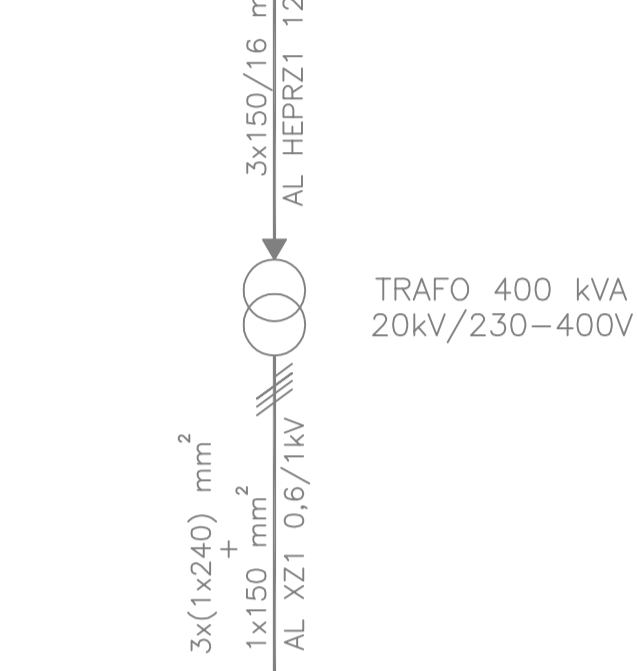
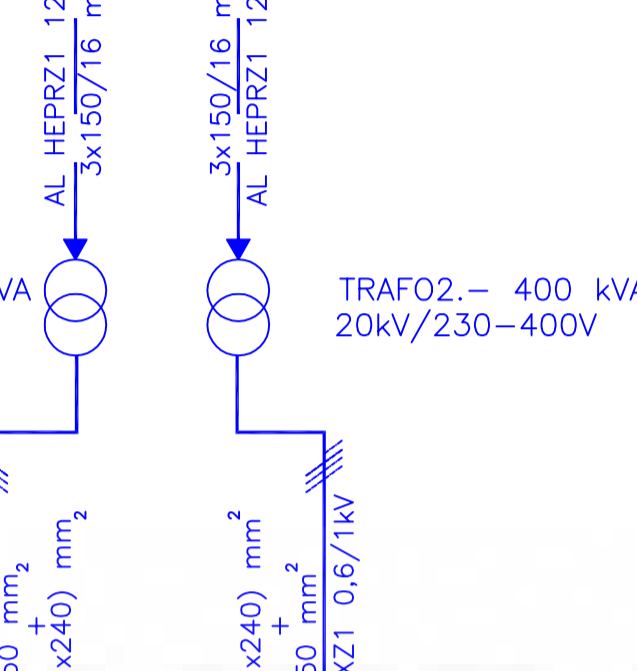
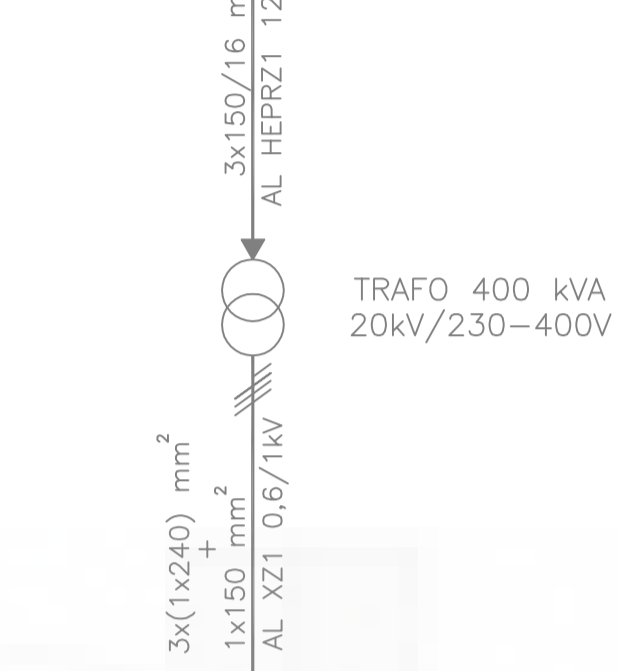
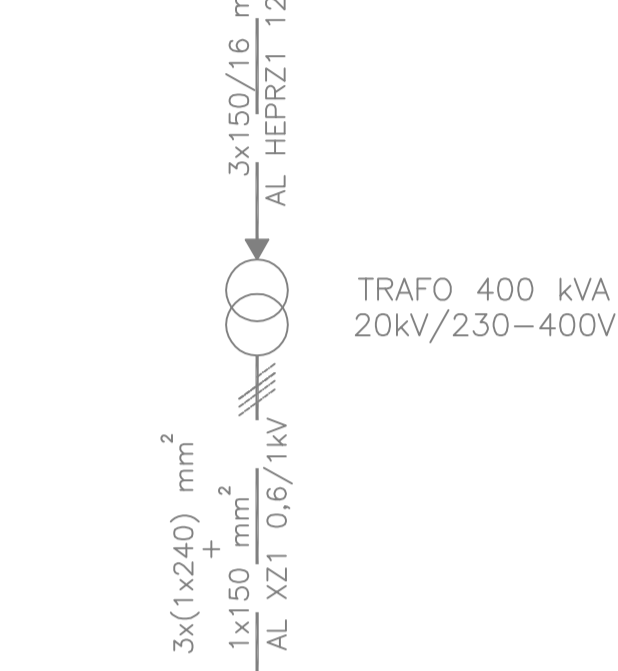
4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

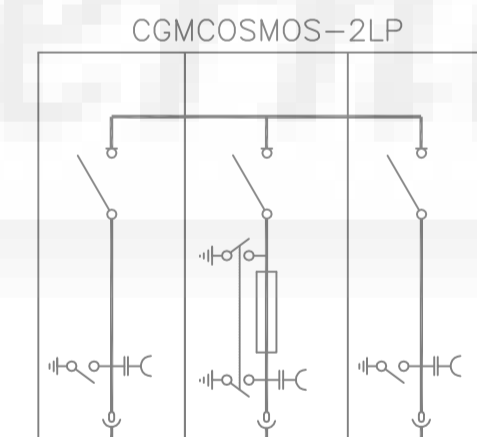
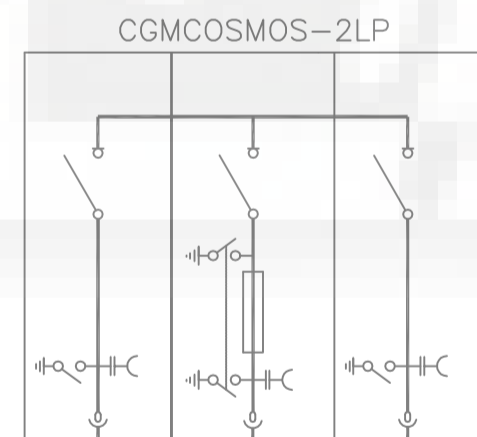


FIN LINEA SUBTERRANEA 20KV
ACOMETIDA MT COMPANIA



CT5

CT4

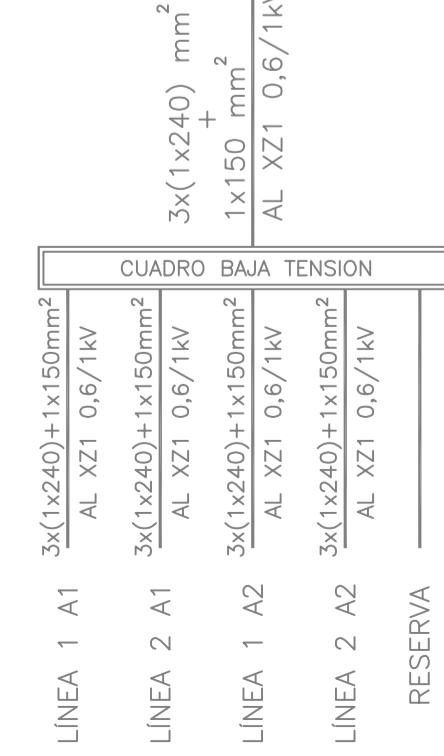
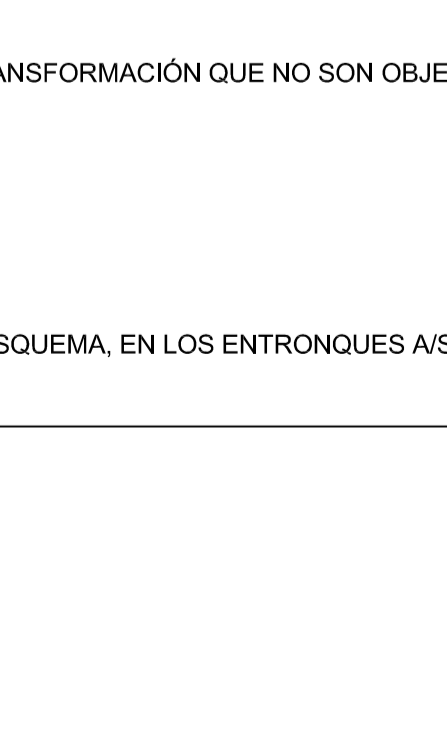
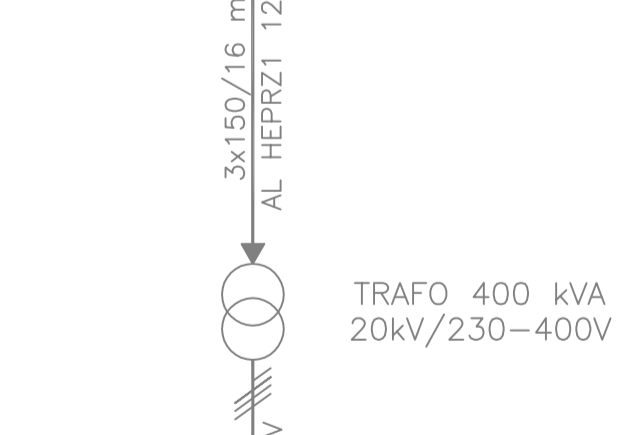
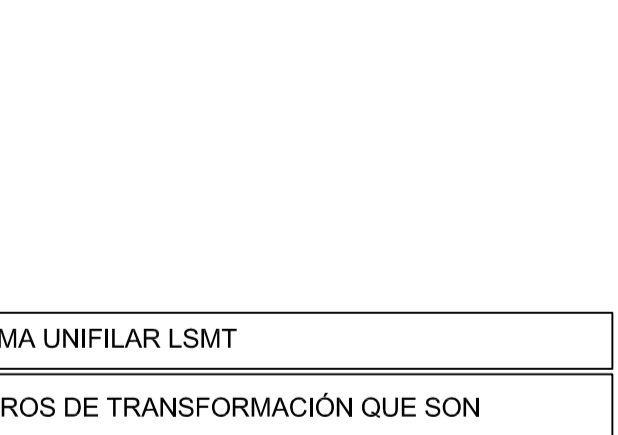


4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV

4x240/16 mm²
AL HEPRZ1 12/20kV



ACLARACIONES ESQUEMA UNIFILAR LSMT

EN EL PRESENTE PLANO SE OBSERVAN LOS CENTROS DE TRANSFORMACION QUE SON ALIMENTADOS POR LA LSMT PROYECTADA.

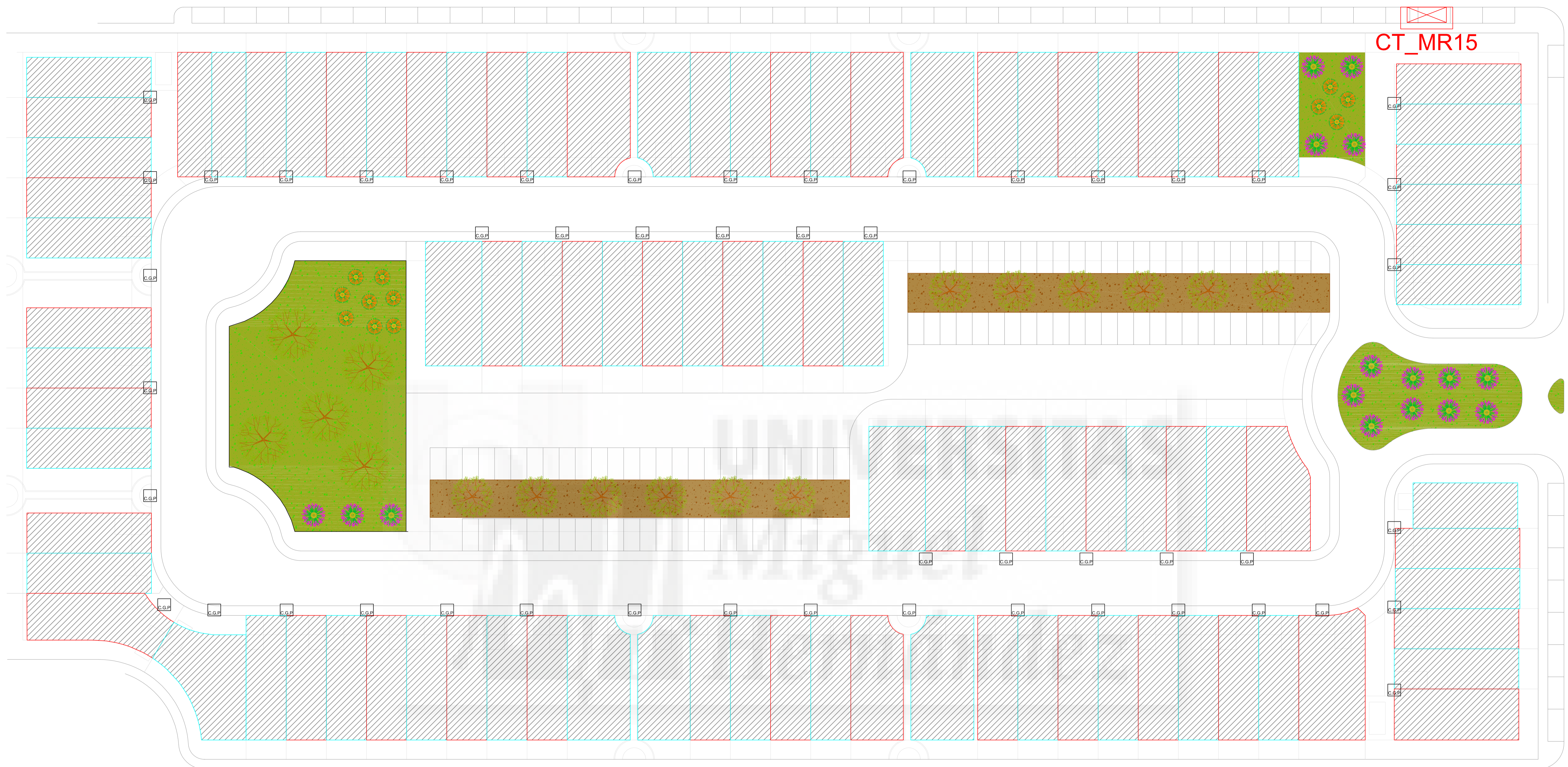
EN GRIS SE GRAFIAN AQUELLOS CENTROS DE TRANSFORMACION QUE NO SON OBJETO DE CALCULO.

EN AZUL SE DESTACA EL CT PROYECTADO:
- CT_MR15 (ALIMENTACION A 97 VIVIENDAS)

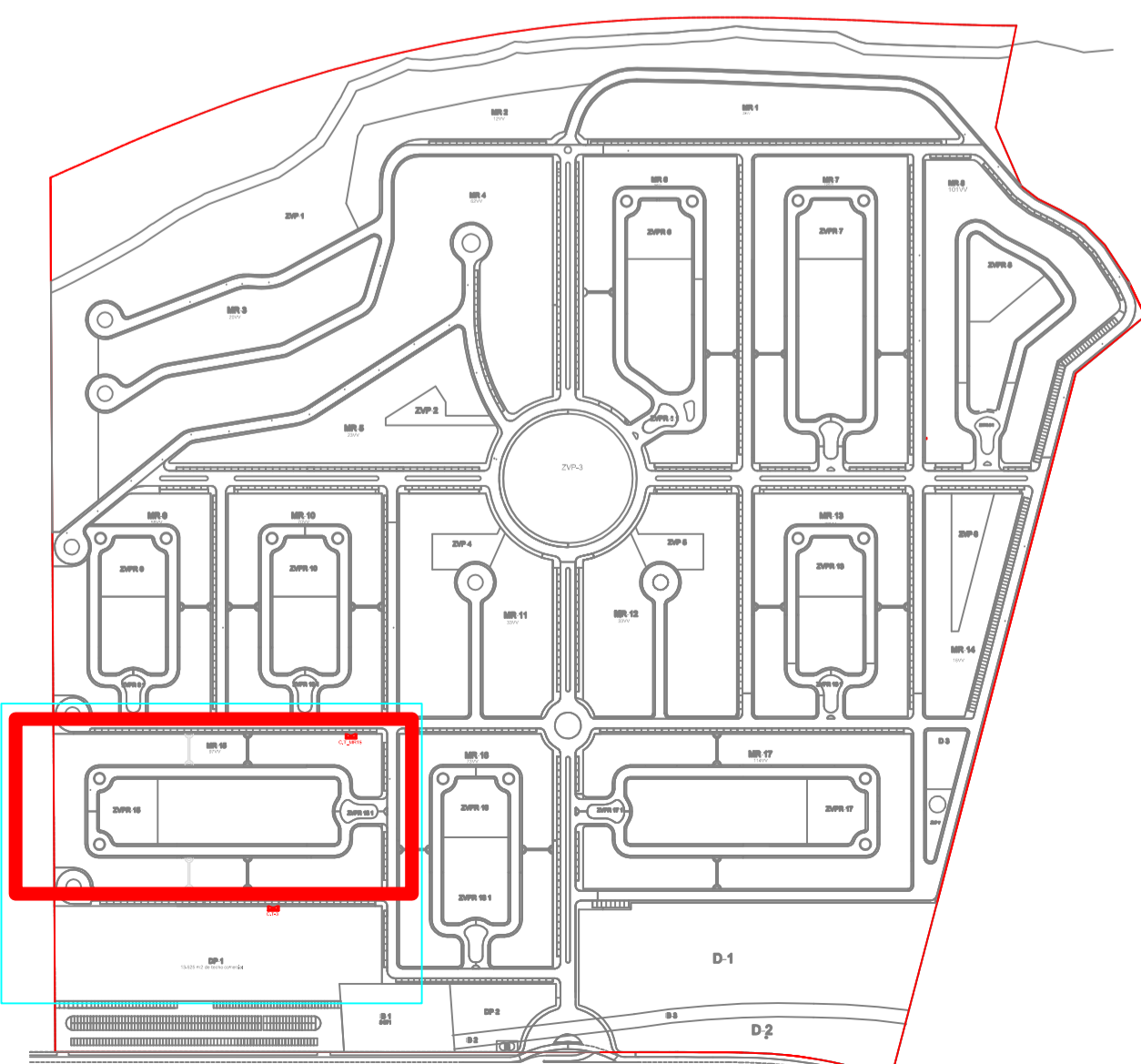
LA LSMT SERA DE LA SECCION INDICADA.

IGUALMENTE, SE GRAFIA EL INICIO Y EL FIN DEL ESQUEMA, EN LOS ENTRENQUES A/S

MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E	ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR LINEA SUBTERRÁNEA EN MEDIA TENSIÓN	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector: Tercio R-4, Morzano Residencial MR I.S. Lorca (Murcia)		23060940 - J
PLANO Nº	7		Ingeniero Técnico Industrial



SECTOR RESIDENCIAL 6-R

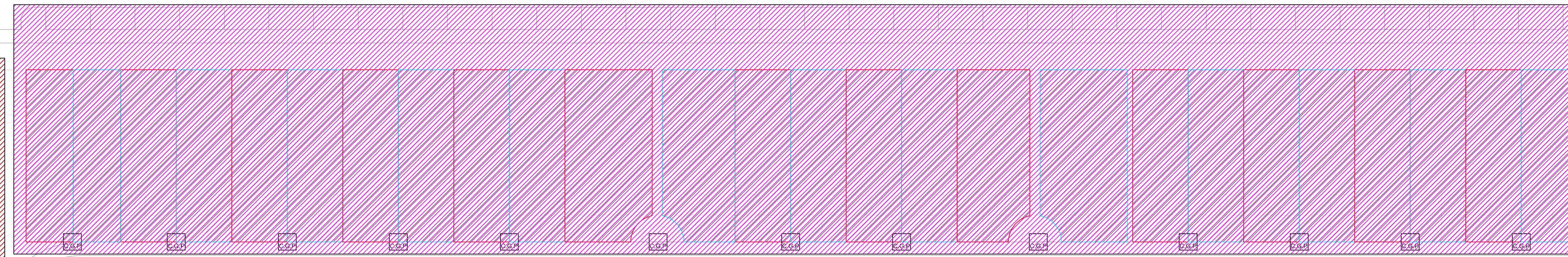


NOTAS

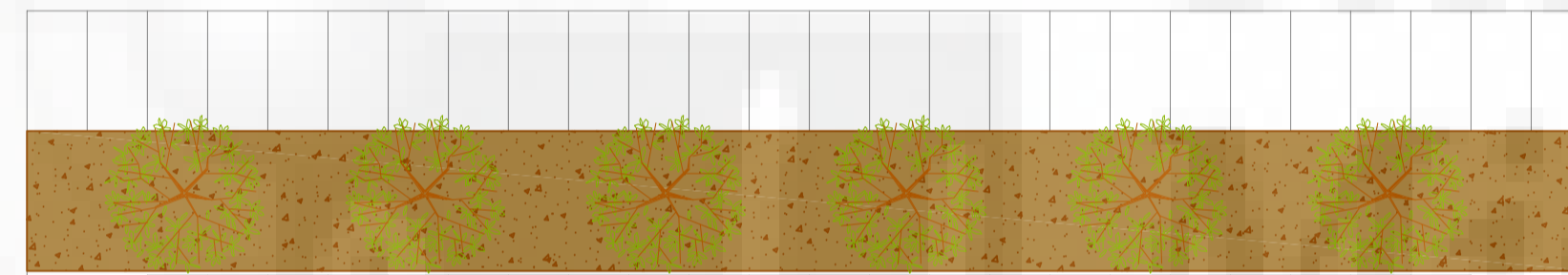
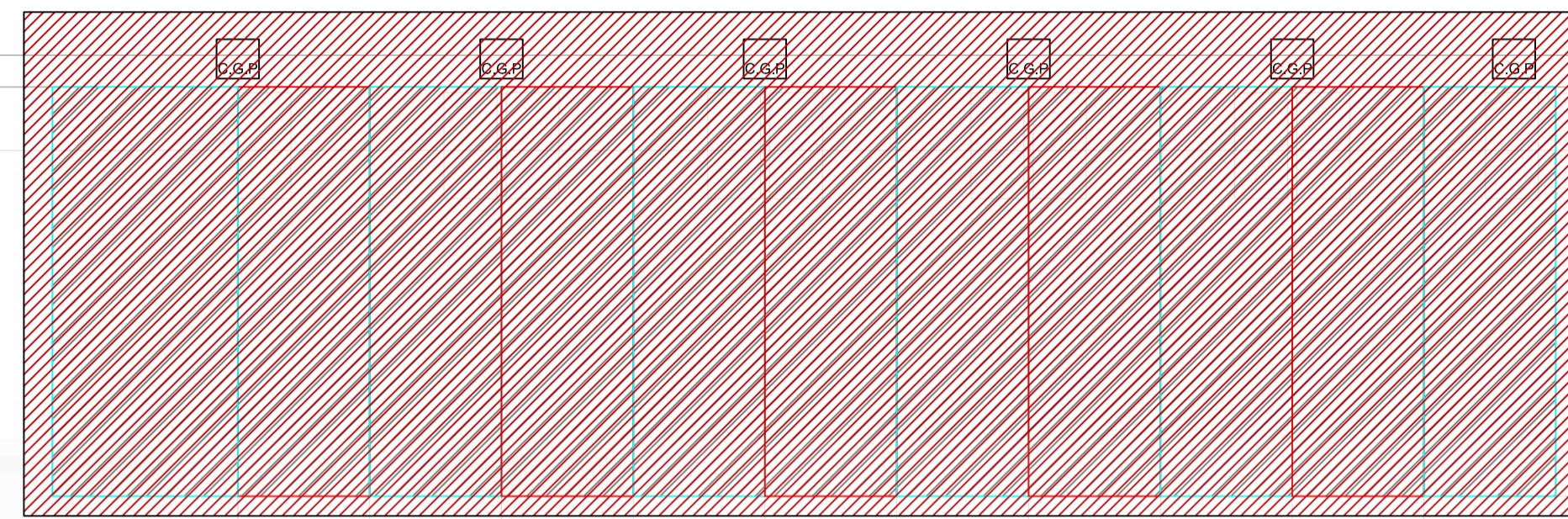
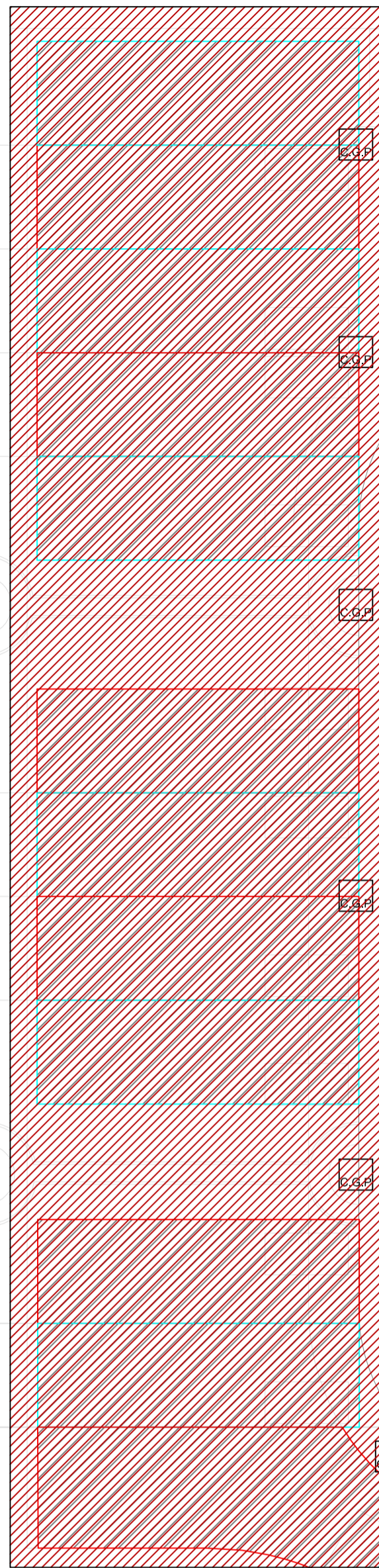
- i) LA PARCELA A ELECTRIFICAR SERÁ LA MOSTRADA EN EL PRESENTE PLANO.
- ii) SE ADJUNTA SINÓPTICO DEL SECTOR 6-R PARA UBICAR DICHA PARCELA.
- iii) SE TIENEN UN TOTAL DE 97 VIVIENDAS, GRAFIADAS EN NARANJA Y AZUL. CADA UNA DE ESTAS VIVIENDAS SERÁ DE ELECTRIFICACIÓN ELEVADA, TENIENDO UNA POTENCIA DE 9,2 KW.
- iv) SE PLANTEAN 4 ANILLOS EN BT PARA ALIMENTAR DICHAS VIVIENDAS. CONSULTAR PLANO Nº 10-11-12-13 PARA VER LOS TRAZADOS DE DICHOS ANILLOS.
- v) CONSULTAR PLANO Nº 9 PARA VER LAS AGRUPACIONES DE VIVIENDAS QUE ALIMENTARÁ CADA ANILLO

ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	1/300		JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector 6-R, Manzano Residencial MR 15, Lorca (Murcia)	PLANTA GENERAL MANZANA MR-15	23060940 - J
PLANO Nº	8		Ingeniero Técnico Industrial

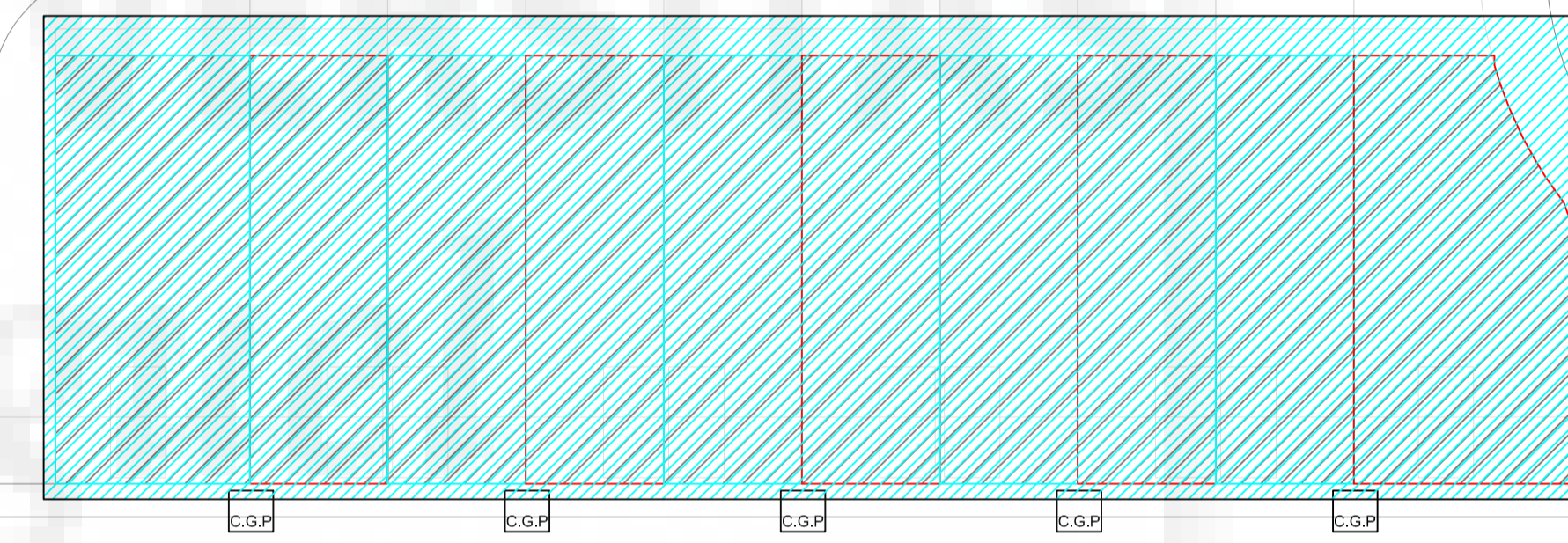
ZONA 1



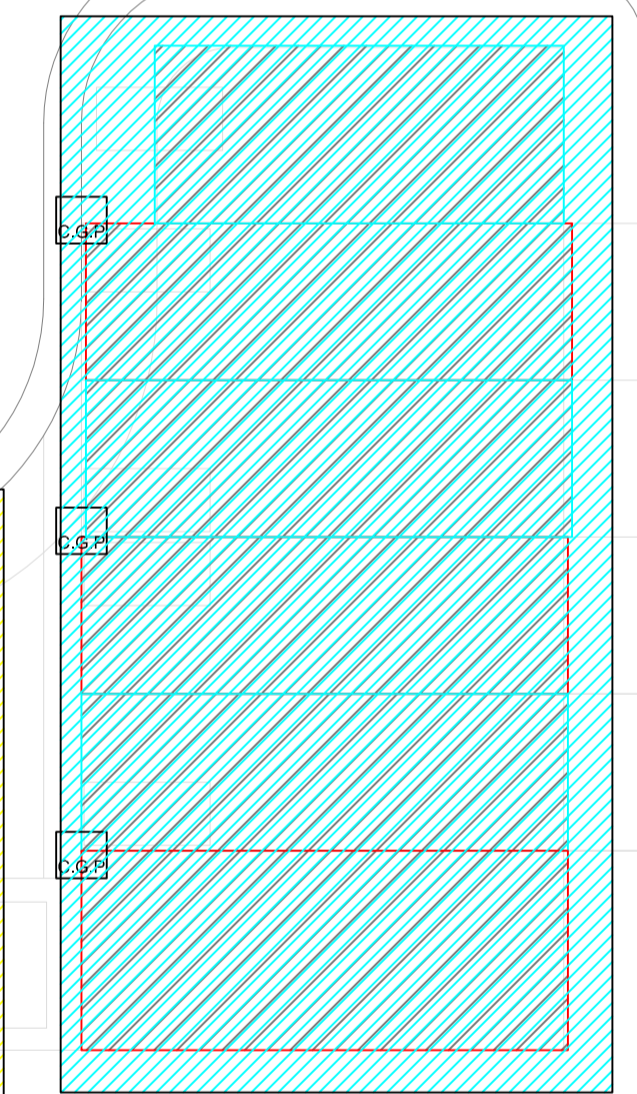
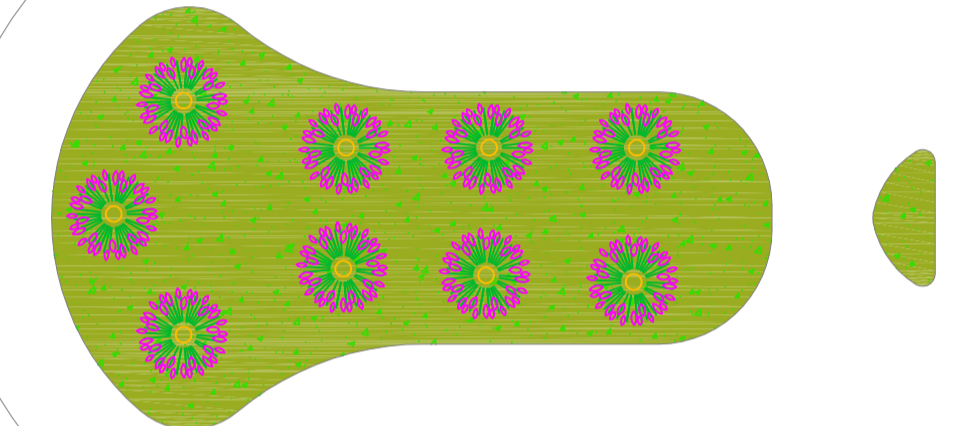
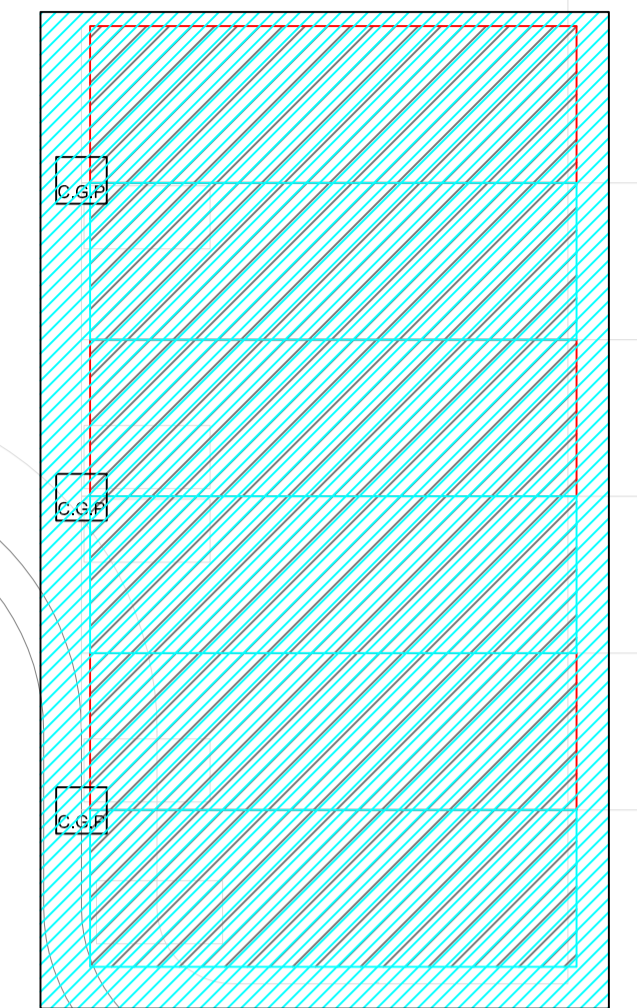
ZONA 2



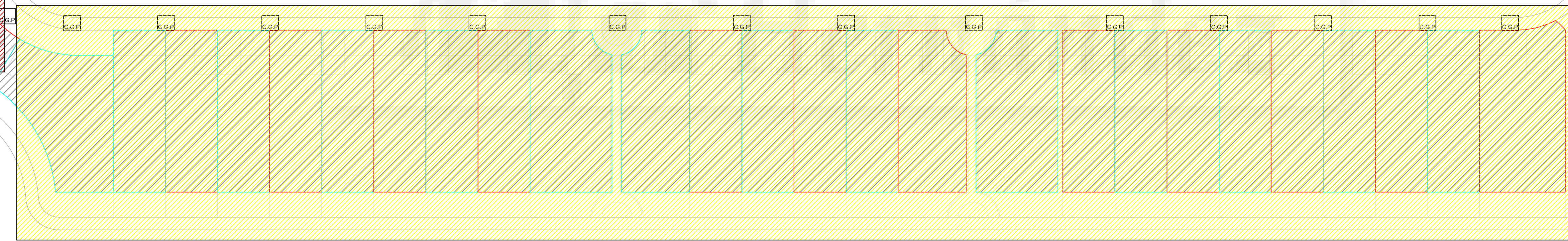
ZONA 4



CT_MR15



ZONA 3



ZONA 1

- ALIMENTADA DESDE: ANILLO 1
- Nº VIVIENDAS: 26
- POTENCIA POR VIVIENDA: 9,2 KW
- PUNTO DE CONSUMO: 1 CGP = 2 VIVIENDAS = 18,4 KW
- TOTAL CGP's : 13
- POTENCIA TOTAL (KW) = 239,2 KW

ZONA 3

- ALIMENTADA DESDE: ANILLO 3
- Nº VIVIENDAS: 26
- POTENCIA POR VIVIENDA: 9,2 KW
- PUNTO DE CONSUMO: 1 CGP = 2 VIVIENDAS = 18,4 KW
- TOTAL CGP's : 13
- POTENCIA TOTAL (KW) = 239,2 KW

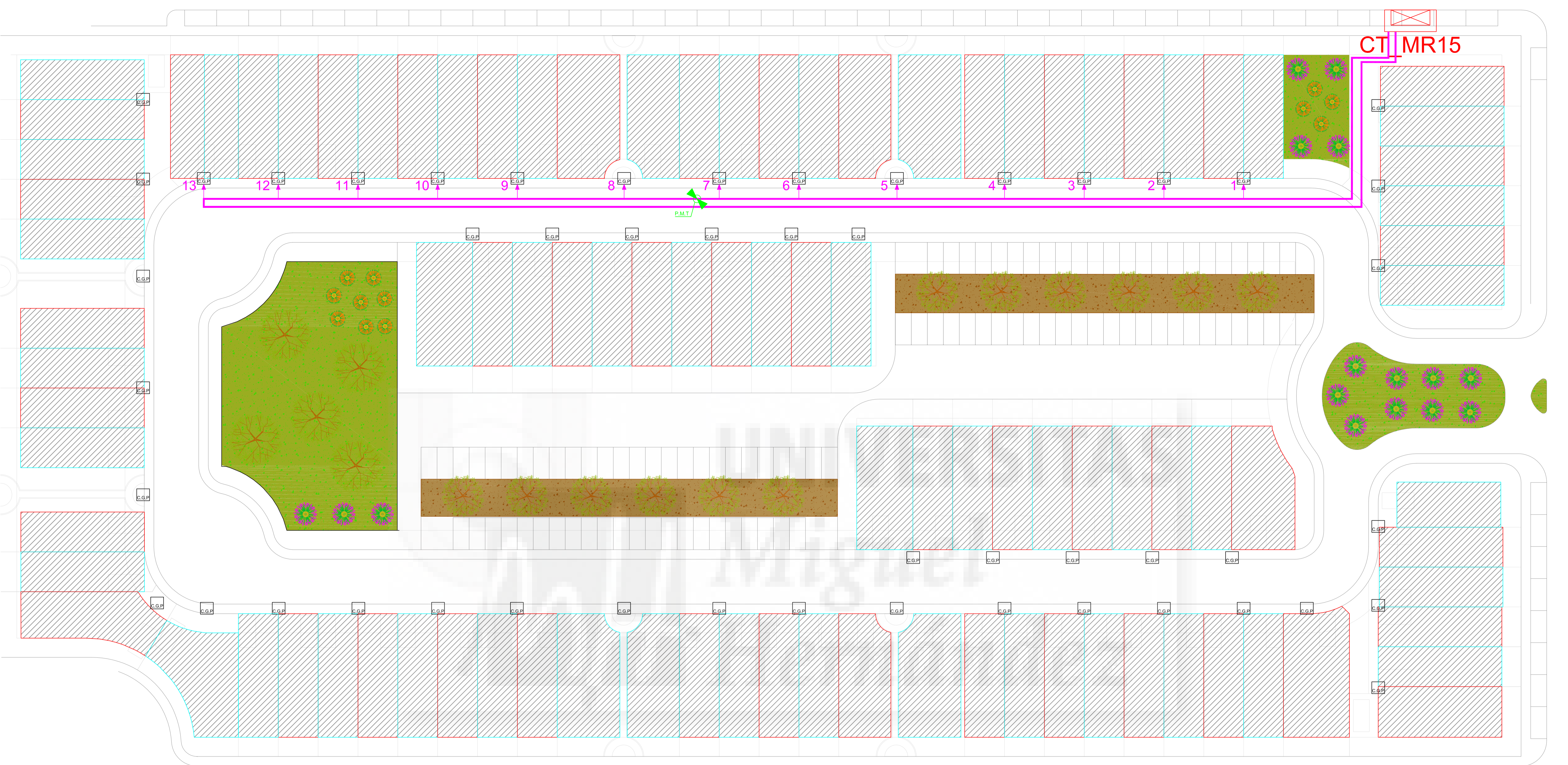
ZONA 2

- ALIMENTADA DESDE: ANILLO 2
- Nº VIVIENDAS: 23
- POTENCIA POR VIVIENDA: 9,2 KW
- PUNTO DE CONSUMO: 1 CGP = 2 VIVIENDAS = 18,4 KW
- TOTAL CGP's : 12
- POTENCIA TOTAL (KW) = 220,8 KW

ZONA 4

- ALIMENTADA DESDE: ANILLO 4
- Nº VIVIENDAS: 22
- POTENCIA POR VIVIENDA: 9,2 KW
- PUNTO DE CONSUMO: 1 CGP = 2 VIVIENDAS = 18,4 KW
- TOTAL CGP's : 11
- POTENCIA TOTAL (KW) = 202,4 KW

 MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES			
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	1/300		JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector Tercio-R, Manzano Residencial NR 15, Lorca (Murcia)	PARCELA A ELECTRICITAR, AGRUPACIONES DE VIVIENDAS	23060940 - J
PLANO Nº	9		Ingeniero Técnico Industrial



**RESUMEN DE RESULTADOS
ANILLO 1
CT_MR15**

PMT ANILLO 1						
TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	P-ΣL	Σ(P-ΣL)	ΣP
CT_MR15	18,4	50	50	920,00	920,00	18,4
1-2	18,4	12,5	62,5	1150,00	2070,00	36,8
2-3	18,4	12,5	75	1380,00	3450,00	55,2
3-4	18,4	12,5	87,5	1610,00	5060,00	73,6
4-5	18,4	17	104,5	1922,80	6982,80	92
5-6	18,4	15,5	120	2208,00	9190,80	110,4
6-7	18,4	12,5	132,5	2438,00	11628,80	128,8
7-8	18,4	15	147,5	2714,00	14342,80	147,2
8-9	18,4	17	164,5	3026,80	17369,60	165,6
9-10	18,4	12,5	177	3256,80	20626,40	184
10-11	18,4	12,5	189,5	3486,80	24113,20	202,4
11-12	18,4	12,5	202	3716,80	27830,00	220,8
12-13	18,4	12,5	214,5	3946,80	31776,80	239,2
13 - CT_MR15		220	434,5			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 1						132,85

CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 1				
LINEA 1: CT_MR15 - 7				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 1	128,8	0,05	0,6396	0,6396
1-2	110,4	0,0125	0,1371	0,7766
2-3	92	0,0125	0,1142	0,8908
3-4	73,6	0,0125	0,0914	0,9822
4-5	55,2	0,017	0,0932	1,0754
5-6	36,8	0,0155	0,0566	1,1321
6-7	18,4	0,0125	0,0228	1,1549

CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 1				
LINEA 2: CT_MR15 - 8				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 13	110,4	0,22	2,4121	2,4121
13-12	92	0,0125	0,1142	2,5264
12-11	73,6	0,0125	0,0914	2,6177
11-10	55,2	0,0125	0,0685	2,6862
10-9	36,8	0,0125	0,0457	2,7319
9-8	18,4	0,017	0,0311	2,7630

LEYENDA LSBT

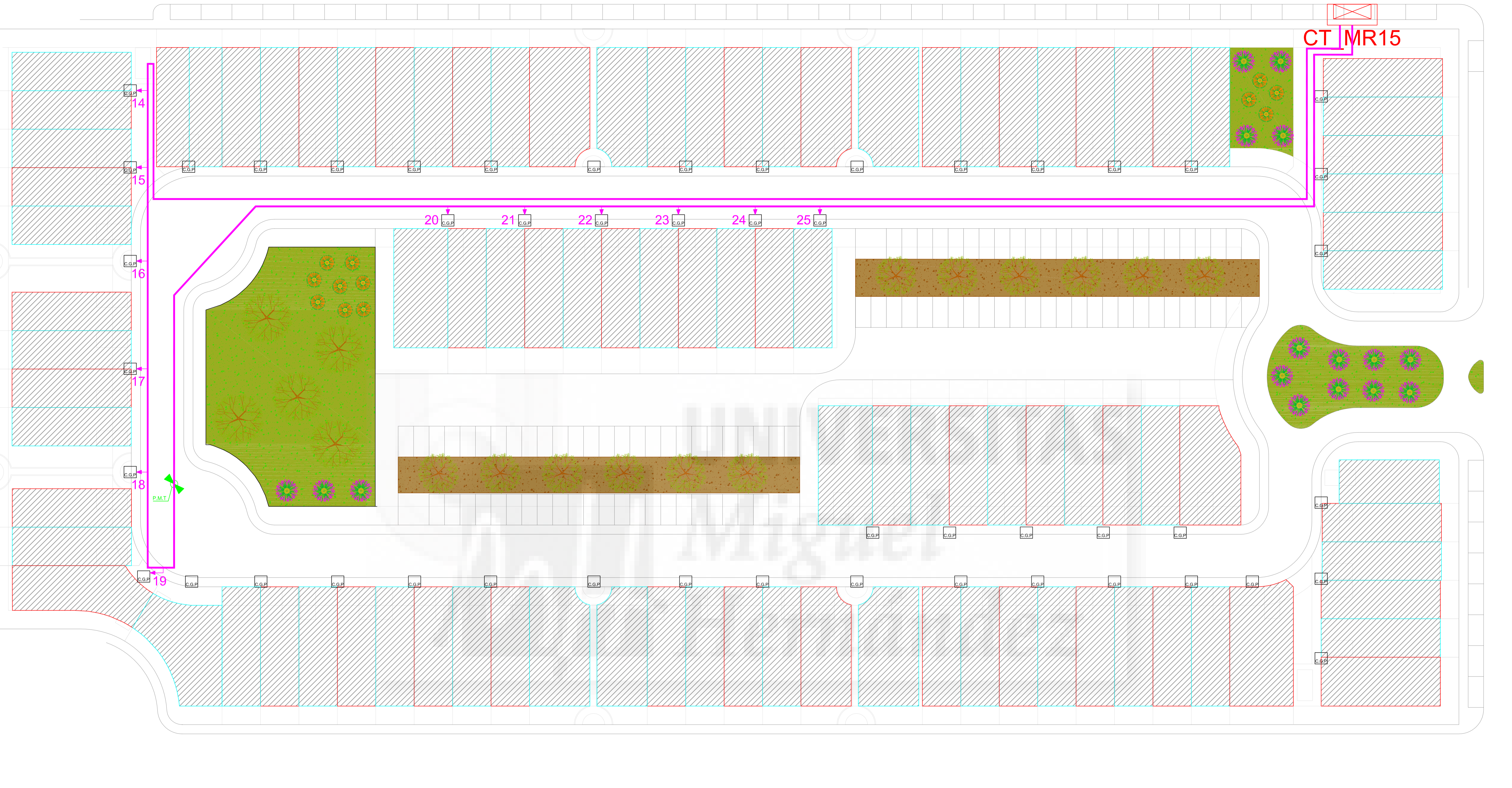
P.M.T. PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 1. PUNTO POR EL CUAL SE ABRIRÁ EL ANILLO

ANILLO EN BAJA TENSIÓN DE SECCIÓN S: 4x240mm² + 150mm²

C.G.P. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN. PUNTO DE CONSUMO. CADA CGP ALIMENTARÁ 2 VIVIENDAS

CT_MR15 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE 800 KVA TIPO PFU5 (COMPANÍA)

MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015		
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia		
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN
ESCALA	1/300	EL ALUMNO
SITUACIÓN	LÍNEA SUBTERRÁNEA EN BT	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
PLANO Nº	ANILLO 1	23060940 - J
	10	Ingeniero Técnico Industrial



**RESUMEN DE RESULTADOS
ANILLO 2
CT_MR15**

PMT ANILLO 2						
TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	P-ΣL	Σ(P-ΣL)	ΣP
CT_MR15 - 14	18,4	400	400	7360,00	7360,00	18,4
14-15	18,4	12,5	412,5	7590,00	14950,00	36,8
15-16	18,4	15	427,5	7866,00	22816,00	55,2
16-17	18,4	17,5	445	8188,00	31004,00	73,6
17-18	18,4	16,5	461,5	8491,60	39495,60	92
18-19	18,4	17	478,5	8804,40	48300,00	110,4
19-20	18,4	320	798,5	14692,40	62992,40	128,8
20-21	18,4	12,5	811	14922,40	77914,80	147,2
21-22	18,4	12,5	823,5	15152,40	93067,20	165,6
22-23	18,4	12,5	836	15382,40	108449,60	184
23-24	18,4	12,5	848,5	15612,40	124062,00	202,4
24-25	9,2	12,5	861	7921,20	131983,20	211,6
25- CT_MR15		170	1031			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 2						623,74


CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 2


LINEA 1: CT_MR15 - 19				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 14	110,4	0,4	4,3857	4,3857
14-15	92	0,0125	0,1142	4,4999
15-16	73,6	0,015	0,1096	4,6096
16-17	55,2	0,0175	0,0959	4,7055
17-18	36,8	0,0165	0,0603	4,7658
18-19	18,4	0,017	0,0311	4,7969


CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 2


LINEA 2: CT_MR15 - 20				
TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 25	101,2	0,17	1,7086	1,7086
25-24	92	0,0125	0,1142	1,8228
24-23	73,6	0,0125	0,0914	1,9142
23-22	55,2	0,0125	0,0685	1,9827
22-21	36,8	0,0125	0,0457	2,0284
21-20	18,4	0,0125	0,0228	2,0512

LEYENDA LSBT

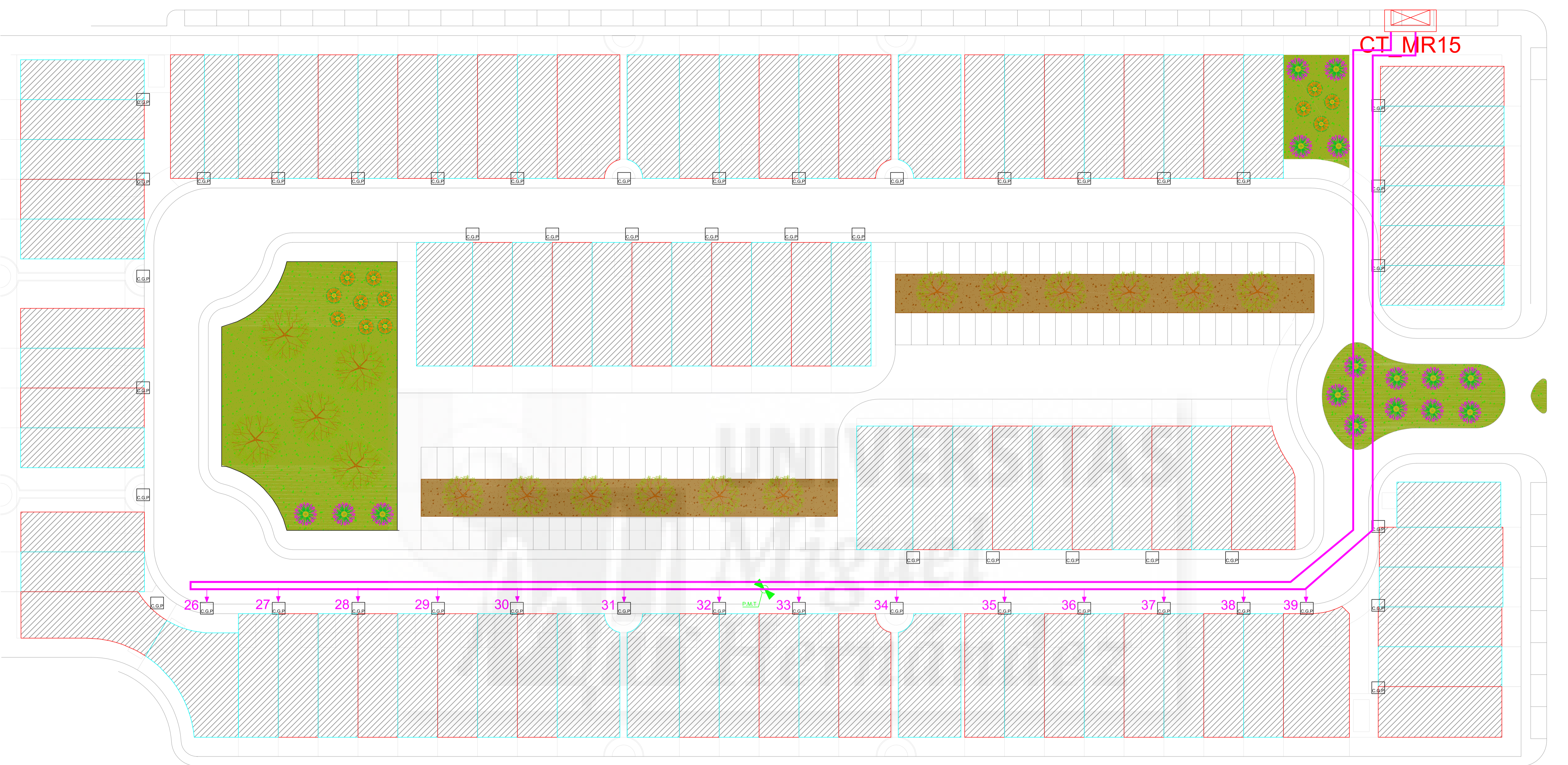
 P.M.T.
PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 2. PUNTO POR EL CUAL SE ABRIRÁ EL ANILLO

 ANILLO EN BAJA TENSIÓN DE SECCIÓN S: 4x240mm² + 150mm²

 C.G.P.
CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN. PUNTO DE CONSUMO. CADA CGP ALIMENTARÁ 2 VIVIENDAS

 CT_MR15
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE 800 KVA TIPO PFU5 (COMPANÍA)

OMPI MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015		
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia		
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN
ESCALA	1/300	EL ALUMNO
SITUACIÓN	Sector Tercio-R, Manzana Residencial NR 15, Lorca (Murcia)	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
PLANO Nº	11	23060940 - J
		Ingeniero Técnico Industrial



RESUMEN DE RESULTADOS
ANILLO 3
CT_MR15

PMT ANILLO 3

TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	P-ΣL	Σ(P-ΣL)	ΣP
CT_MR15 - 39	9,2	214	214	1968,80	1968,80	9,2
39-38	18,4	10	224	4121,60	6090,40	27,6
38-37	18,4	12,5	236,5	4351,60	10442,00	46
37-36	18,4	12,5	249	4581,60	15023,60	64,4
36-35	18,4	12,5	261,5	4811,60	19835,20	82,8
35-34	18,4	17	278,5	5124,40	24959,60	101,2
34-33	18,4	15,5	294	5409,60	30369,20	119,6
33-32	18,4	12,5	306,5	5639,60	36008,80	138
32-31	18,4	15	321,5	5915,60	41924,40	156,4
31-30	18,4	17	338,5	6228,40	48152,80	174,8
30-29	18,4	12,5	351	6458,40	54611,20	193,2
29-28	18,4	12,5	363,5	6688,40	61299,60	211,6
28-27	18,4	12,5	376	6918,40	68218,00	230
27-26	9,2	12	388	3569,60	71787,60	239,2
26-CT_MR15		371	759			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSION DEL ANILLO 3						300,12





CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 3

TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 39	119,6	0,214	2,5419	2,5419
39-38	110,4	0,01	0,1096	2,6515
38-37	92	0,0125	0,1142	2,7657
37-36	73,6	0,0125	0,0914	2,8571
36-35	55,2	0,0125	0,0685	2,9256
35-34	36,8	0,017	0,0621	2,9878
34-33	18,4	0,0155	0,0283	3,0161

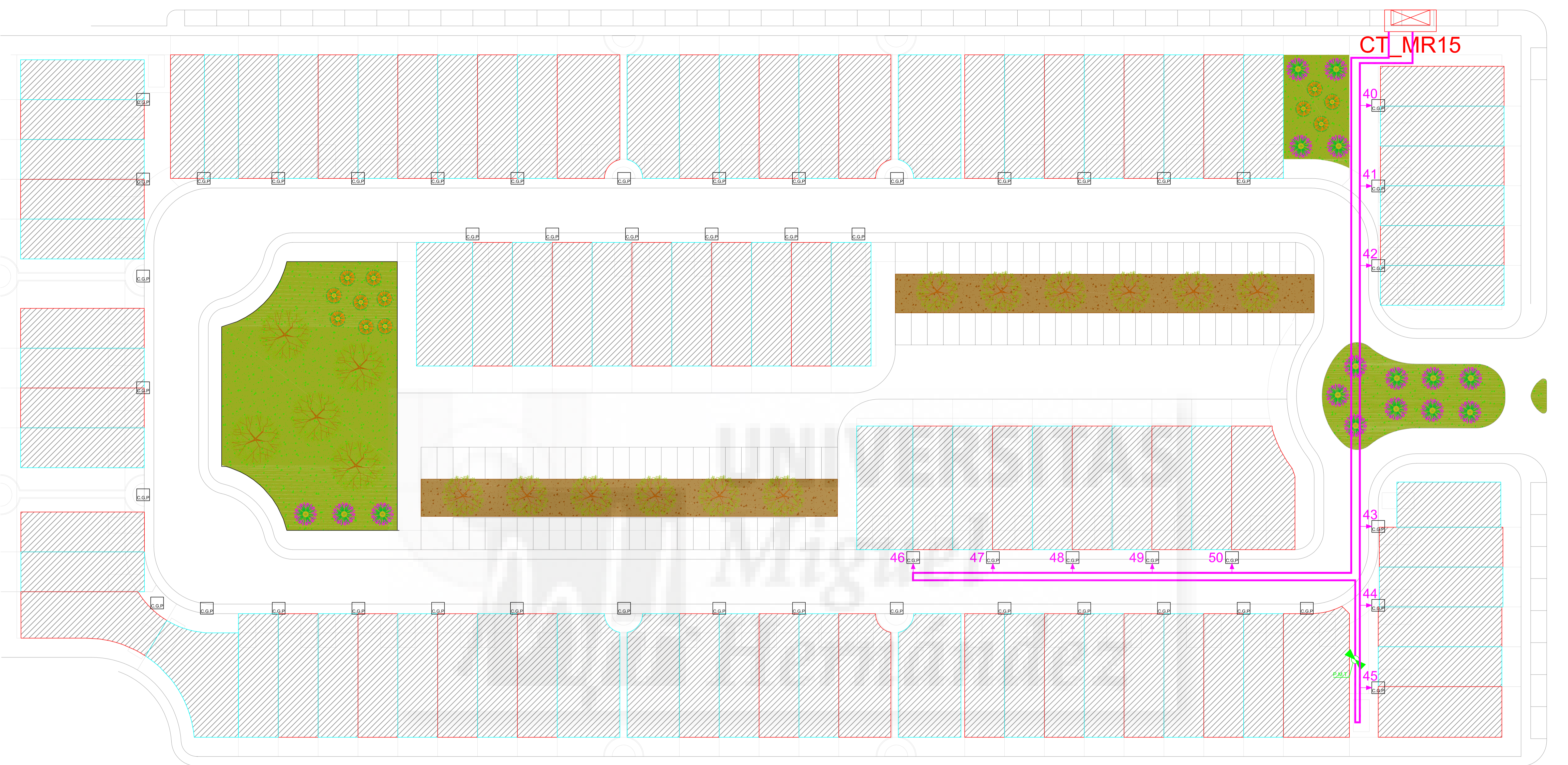
CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 3

TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 26	119,6	0,371	4,4067	4,4067
26-27	110,4	0,012	0,1316	4,5383
27-28	92	0,0125	0,1142	4,6525
28-29	73,6	0,0125	0,0914	4,7439
29-30	55,2	0,0125	0,0685	4,8124
30-31	36,8	0,017	0,0621	4,8745
31-32	18,4	0,015	0,0274	4,9019

LEYENDA LSBT

-  P.M.T.
PUNTO DE MÍNIMA TENSION DEL ANILLO 3. PUNTO POR EL CUAL SE ABRIRÁ EL ANILLO
-  ANILLO EN BAJA TENSION DE SECCION S: 4x240mm² + 150mm²
-  C.G.P.
CAJA GENERAL DE PROTECCION. PUNTO DE CONSUMO. CADA CGP ALIMENTARÁ 2 VIVIENDAS
-  CT_MR15
CENTRO DE TRANSFORMACION PREFABRICADO DE 800 KVA TIPO PFU5 (COMPANIA)

UNIVERSIDAD		UNIVERSIDAD	
MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES			
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	1/300	LÍNEA SUBTERRÁNEA EN BT	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector Tercio R-4, Manzana Residencial NR 15, Lorca (Murcia)	ANILLO 3	23060940 - J
PLANO Nº	12		Ingeniero Técnico Industrial



RESUMEN DE RESULTADOS
ANILLO 4
CT_MR15

PMT ANILLO 4

TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	ΣL	P-ΣL	Σ(P-ΣL)	ΣP
CT_MR15 - 40	18,4	15	15	276,00	276,00	18,4
40-41	18,4	12,5	27,5	506,00	782,00	36,8
41-42	18,4	12,5	40	736,00	1518,00	55,2
42-43	18,4	67	107	1968,80	3486,80	73,6
43-44	18,4	12,5	119,5	2198,80	5685,60	92
44-45	18,4	12,5	132	2428,80	8114,40	110,4
45-46	18,4	12,5	144,5	2658,80	10773,20	128,8
46-47	18,4	12,5	157	2888,80	13662,00	147,2
47-48	18,4	88	245	4508,00	18170,00	165,6
48-49	18,4	12,5	257,5	4738,00	22908,00	184
49-50	18,4	12,5	270	4968,00	27876,00	202,4
50_CT_MR15		80	350			
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 4						137,73

CAIDA DE TENSION LINEA 1 ANILLO 4

LINEA 1: CT_MR15 - 45





TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 50	92	0,015	0,1371	0,1371
50-49	73,6	0,0125	0,0914	0,2284
49-48	55,2	0,0125	0,0685	0,2969
48-47	36,8	0,067	0,2449	0,5418
47-46	18,4	0,0125	0,0228	0,5647

CAIDA DE TENSION LINEA 2 ANILLO 4

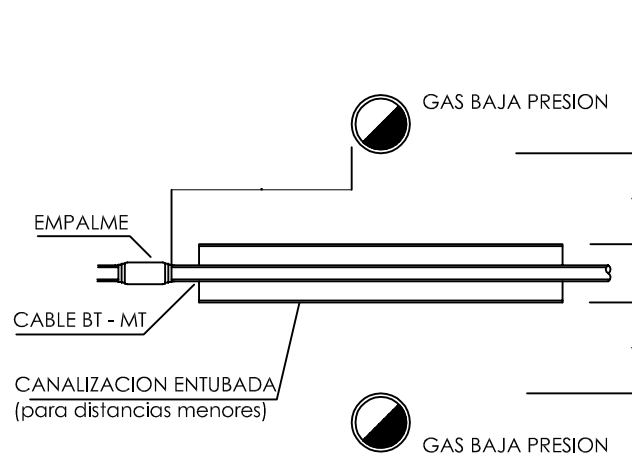
LINEA 2: CT_MR15 - 44

TRAMO	P (kW)	L (km)	ΔU	ΣΔU
CT_MR15 - 40	110,4	0,015	0,1645	0,1645
40-41	92	0,0125	0,1142	0,2787
41-42	73,6	0,0125	0,0914	0,3700
42-43	55,2	0,067	0,3673	0,7373
43-44	36,8	0,0125	0,0457	0,7830
44-45	18,4	0,0125	0,0228	0,8059

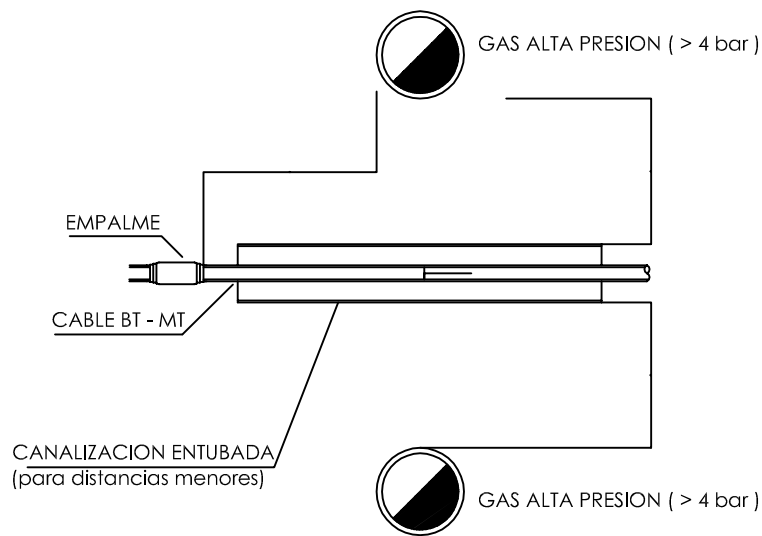
LEYENDA LSBT

-  P.M.T.
PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN DEL ANILLO 4. PUNTO POR EL CUAL SE ABRIRÁ EL ANILLO
-  ANILLO EN BAJA TENSIÓN DE SECCIÓN S: 4x240mm² + 150mm²
-  C.G.P.
CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN. PUNTO DE CONSUMO. CADA CGP ALIMENTARÁ 2 VIVIENDAS
-  CT_MR15
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO DE 800 KVA TIPO PFU5 (COMPANÍA)

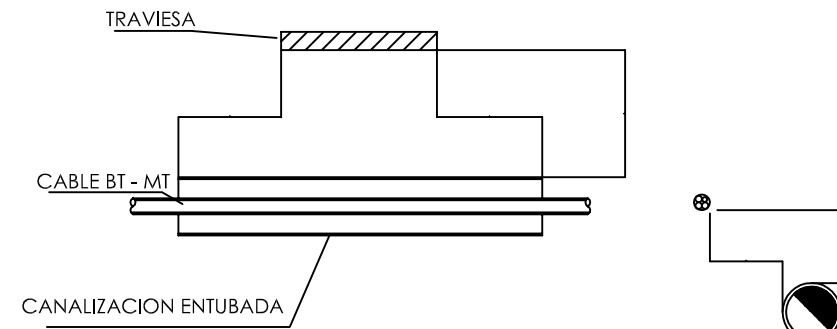
UNIVERSIDAD		UNIVERSIDAD	
MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	1/300	LÍNEA SUBTERRÁNEA EN BT	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector Tercio-R, Manzana Residencial MR 15, Lorca (Murcia)	ANILLO 4	23060940 - J
PLANO Nº	13		Ingeniero Técnico Industrial



CRUZAMIENTO CON CANALIZACIONES DE GAS



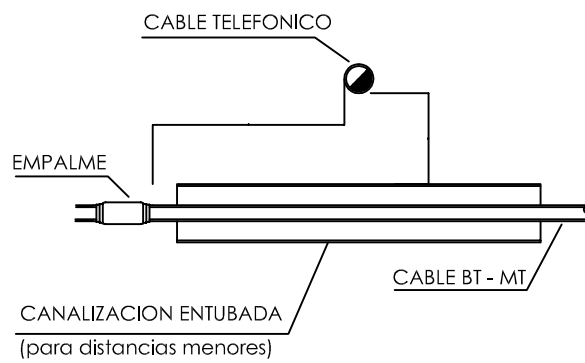
CRUZAMIENTO CON CANALIZACIONES DE GAS



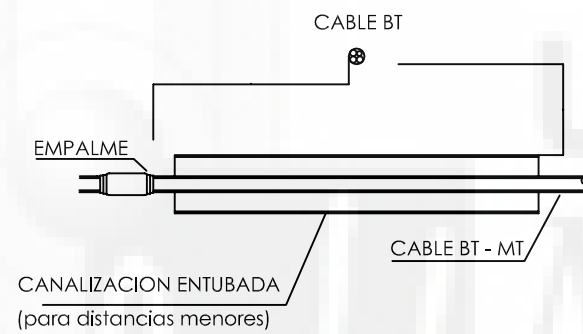
CRUZAMIENTO CON FERROCARRILES

PARALELISMOS CON CANALIZACIONES DE AGUA

PARALELISMOS CON TUBERIAS ALCANTARILLADO



CRUZAMIENTO CON CABLES TELEFONICOS



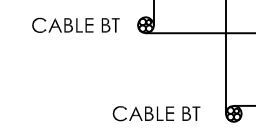
CRUZAMIENTO CON CABLES ELECTRICOS



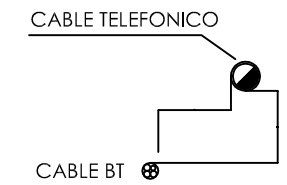
PARALELISMOS CON CANALIZACIONES DE GAS BAJA PRESION



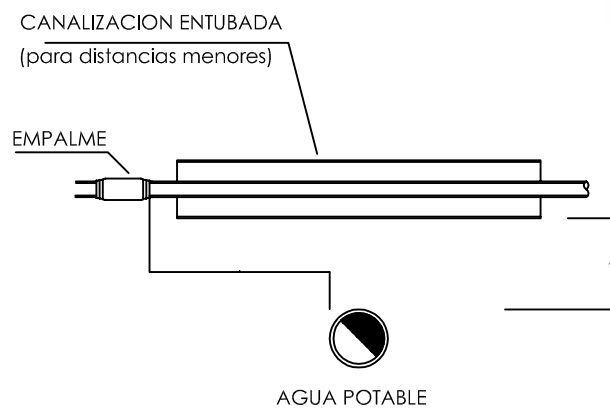
PARALELISMOS CON CANALIZACIONES DE GAS ALTA PRESION



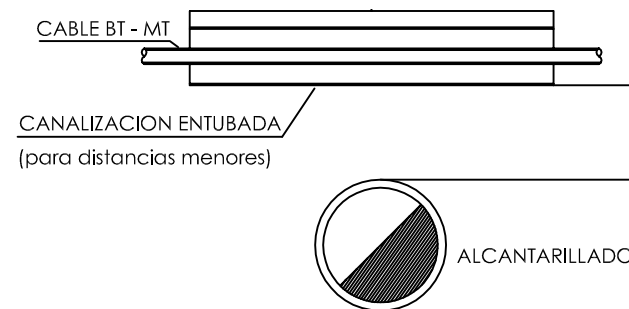
PARALELISMOS CON CABLES ELECTRICOS



PARALELISMOS CON CABLES TELEFONICOS



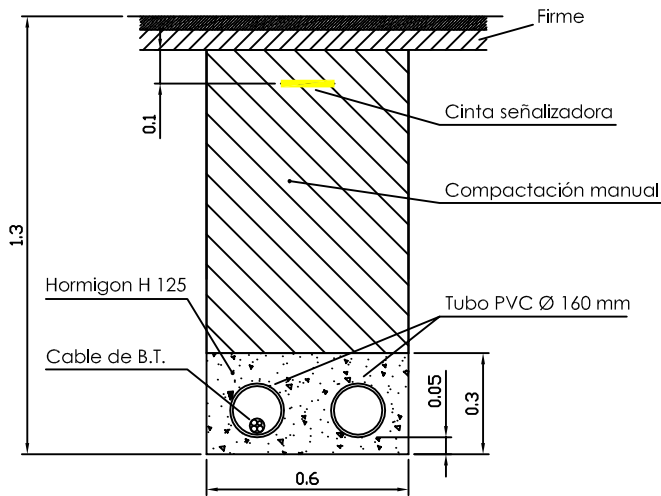
CRUZAMIENTO CON TUBERIAS AGUA POTABLE



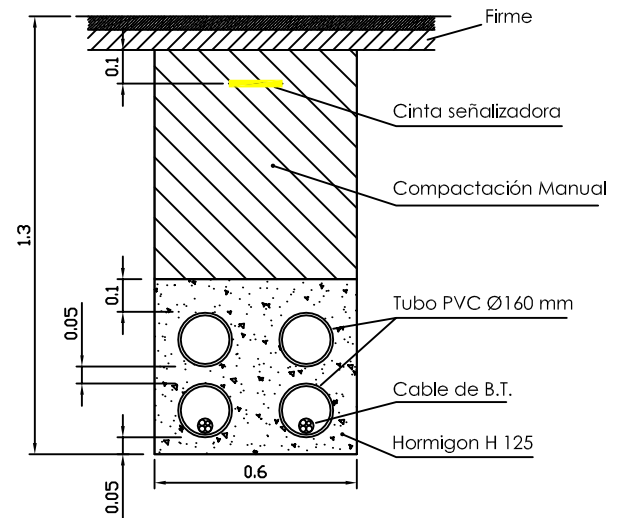
CRUZAMIENTO CON TUBERIAS ALCANTARILLADO

		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES	
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E	DISTANCIAS MÍNIMAS DE PARALELISMOS Y CRUCES LSBT	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ 23060940 - J Ingeniero Técnico Industrial
SITUACIÓN	Sector Tercia 6-R, Manzana Residencial MR 15, Lorca (Murcia)		
PLANO Nº	14		

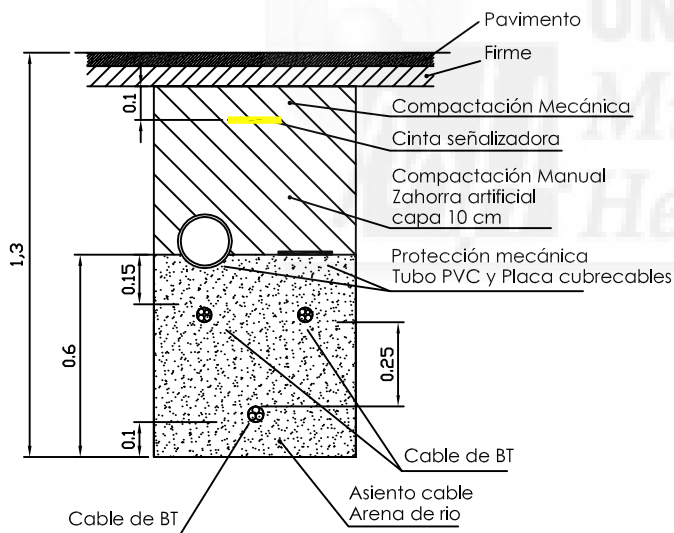
SECCIONES TIPO



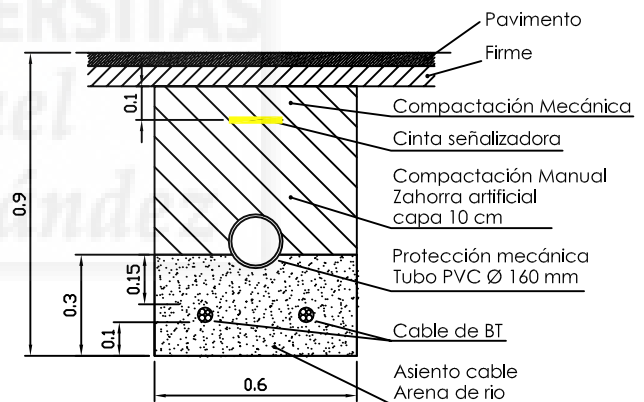
DETALLE CANALIZACIÓN
CRUCE CALZADA 1 LINEA BT



DETALLE CANALIZACIÓN
CRUCE CALZADA 2 LINEAS BT



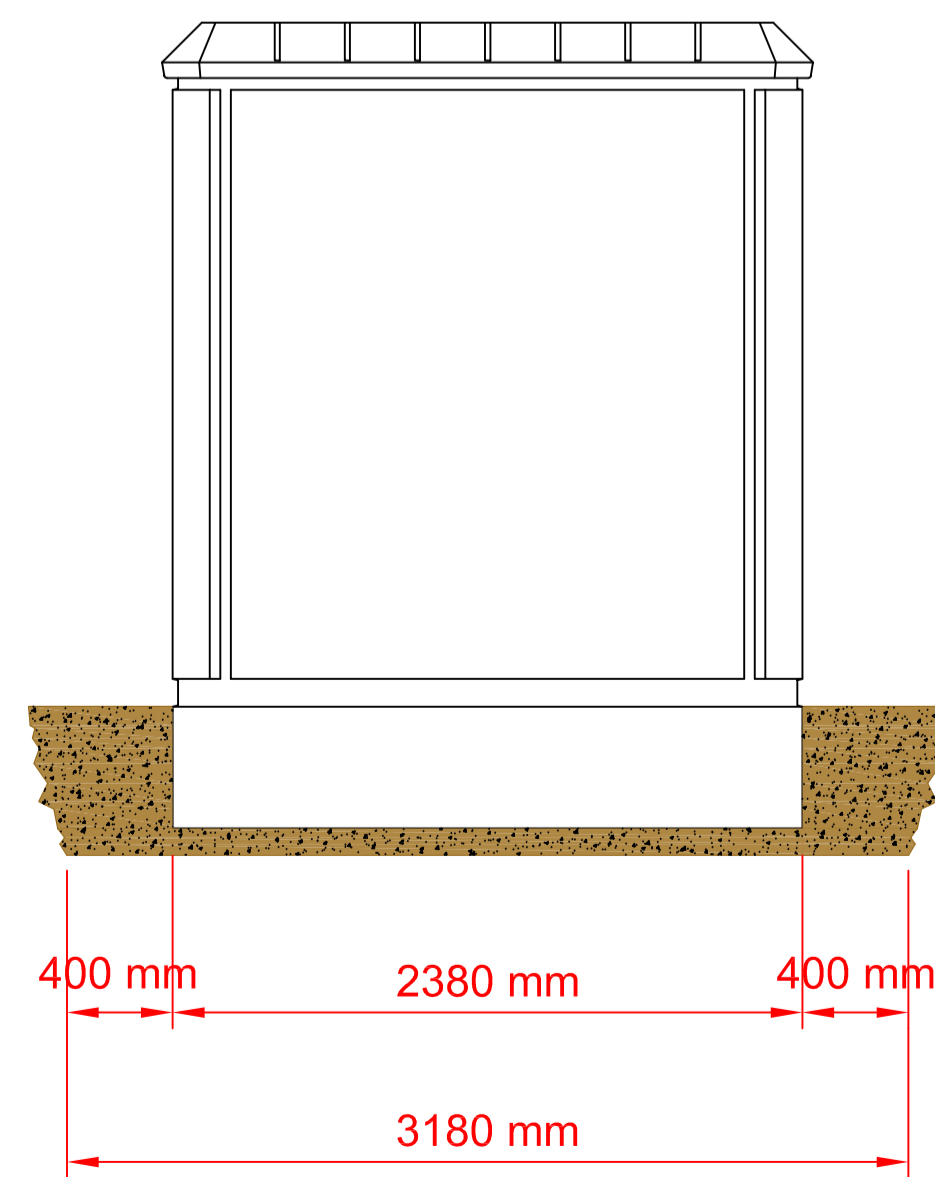
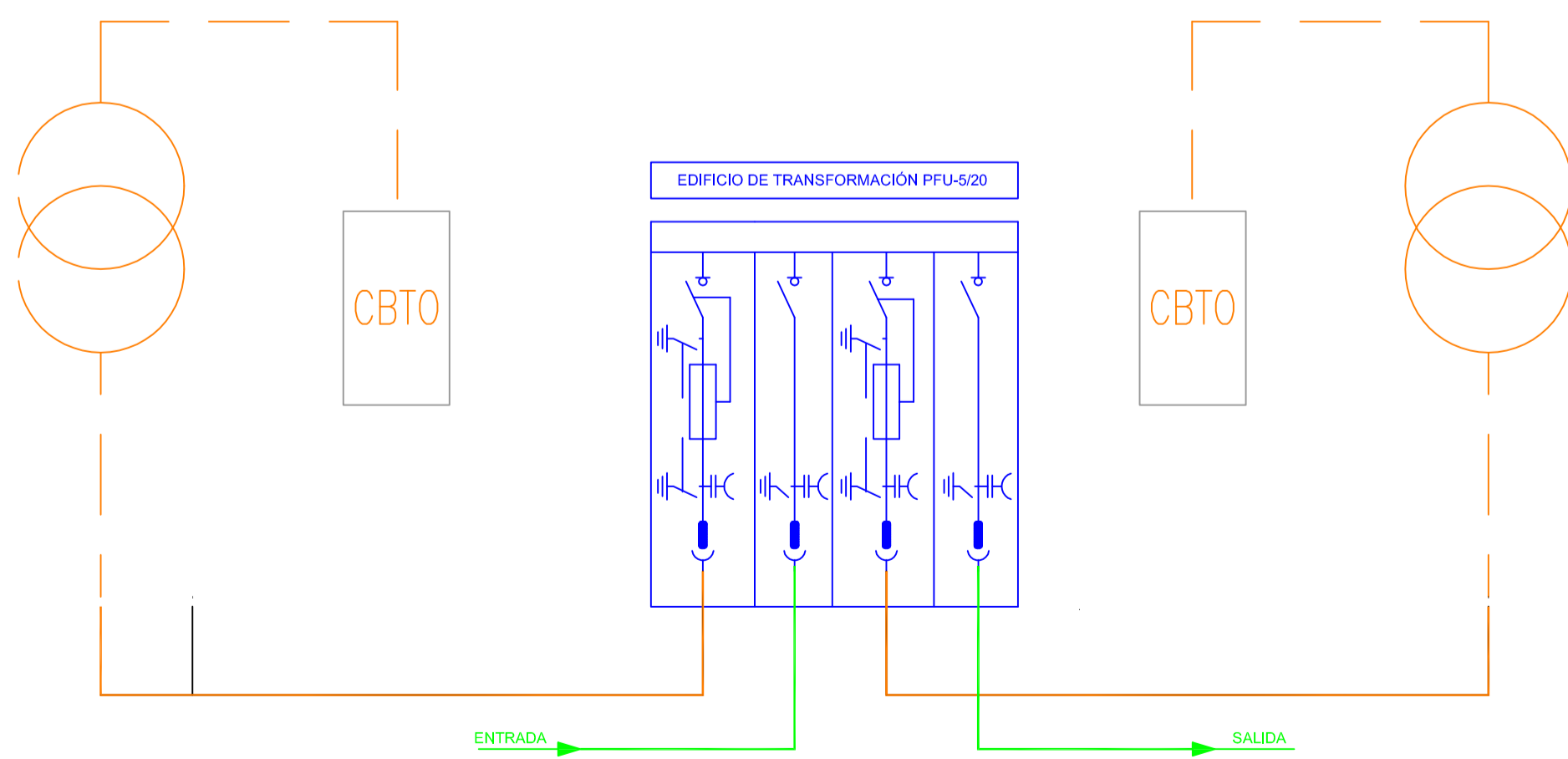
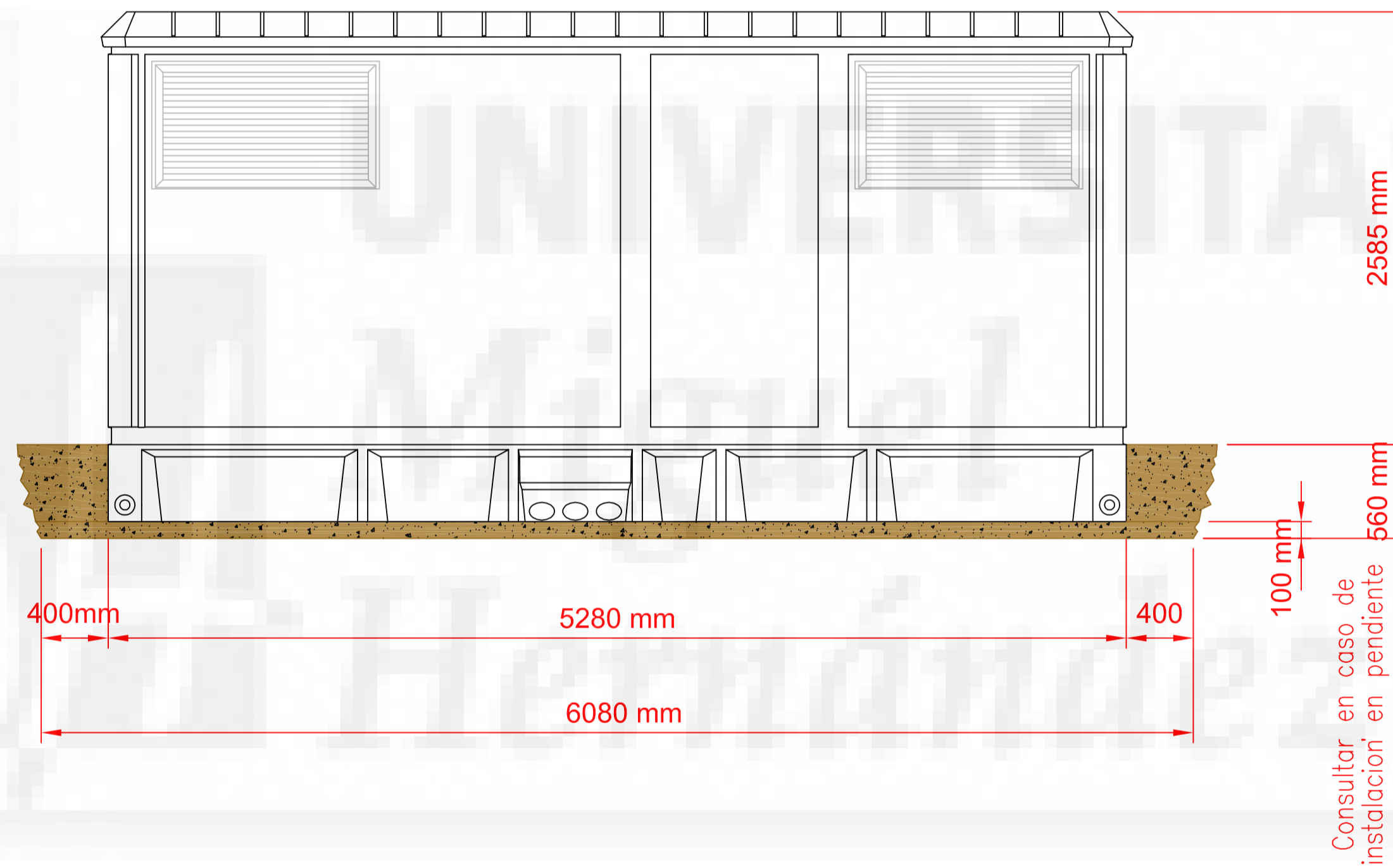
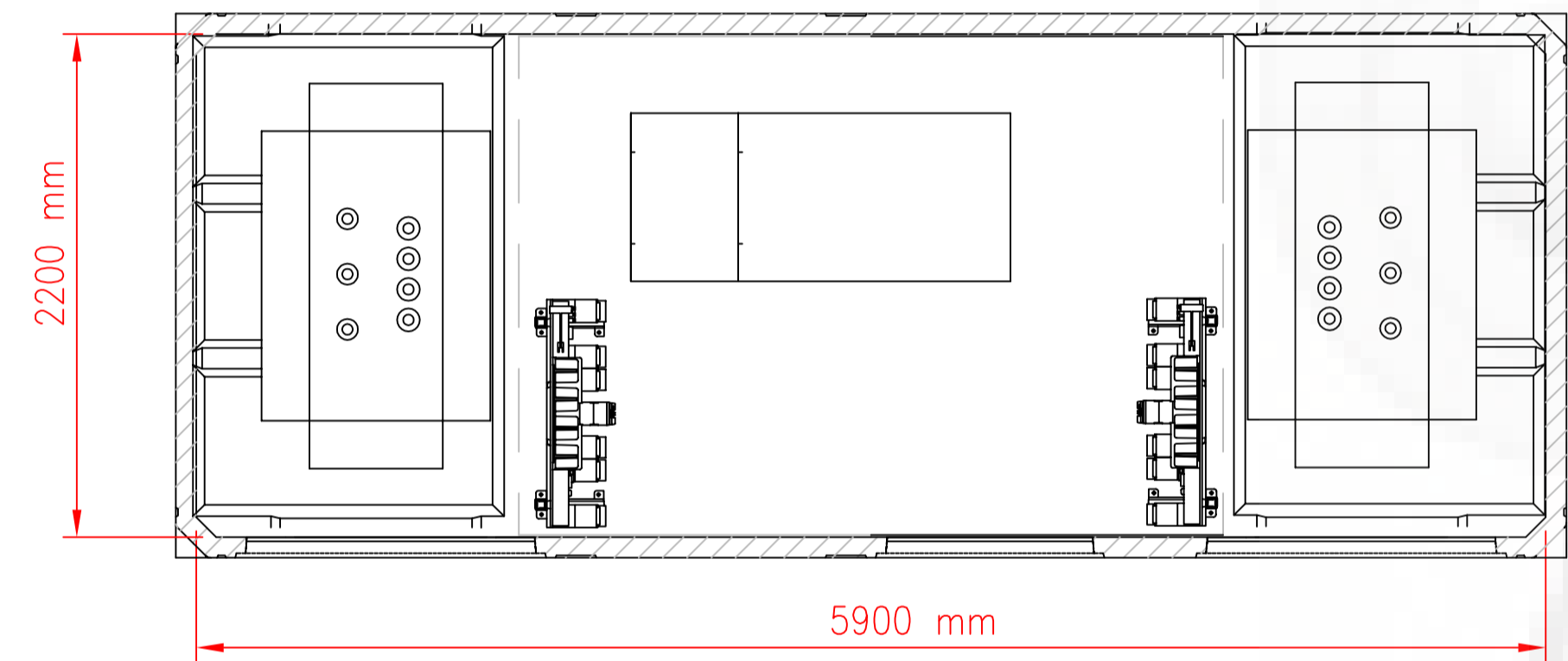
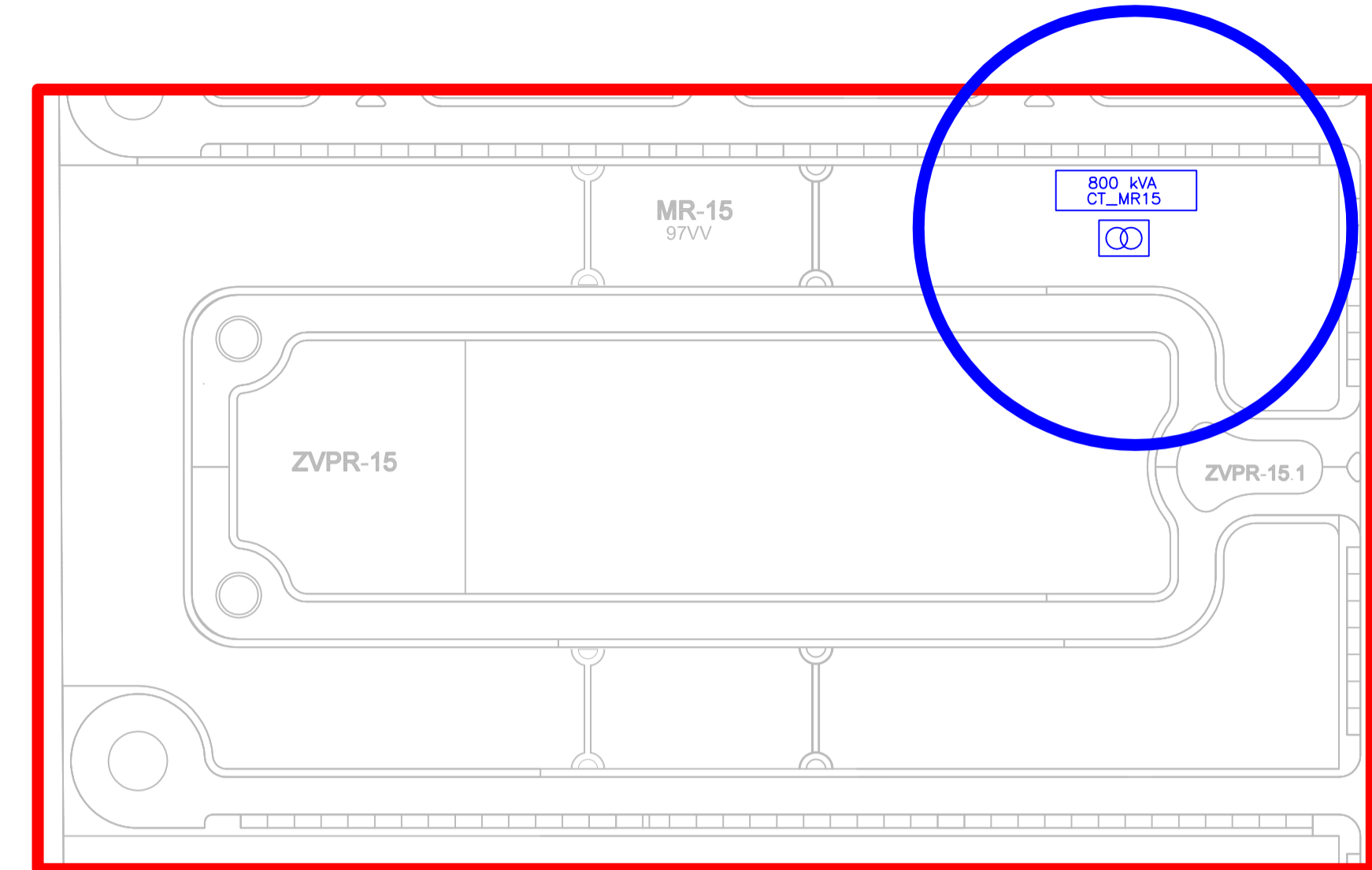
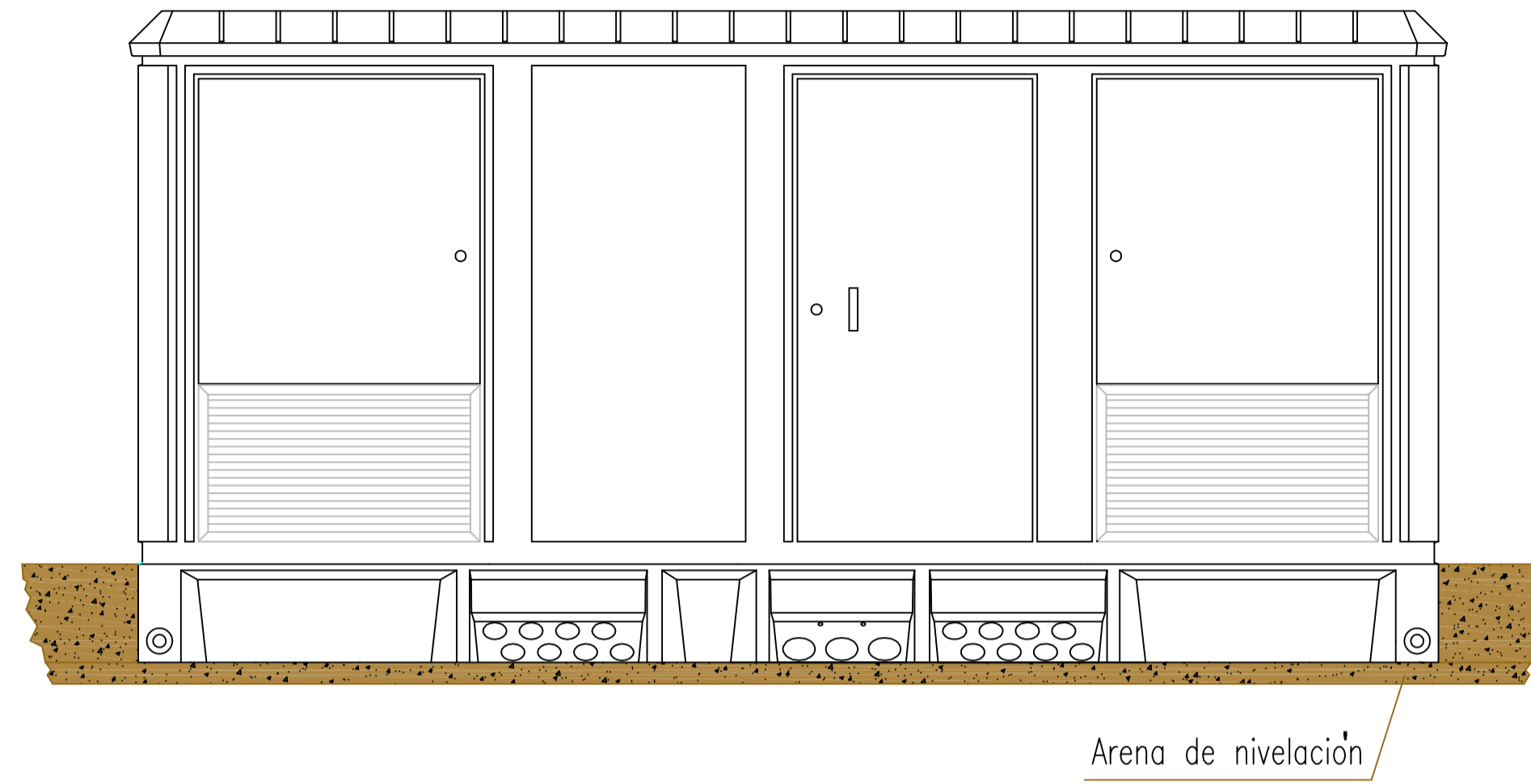
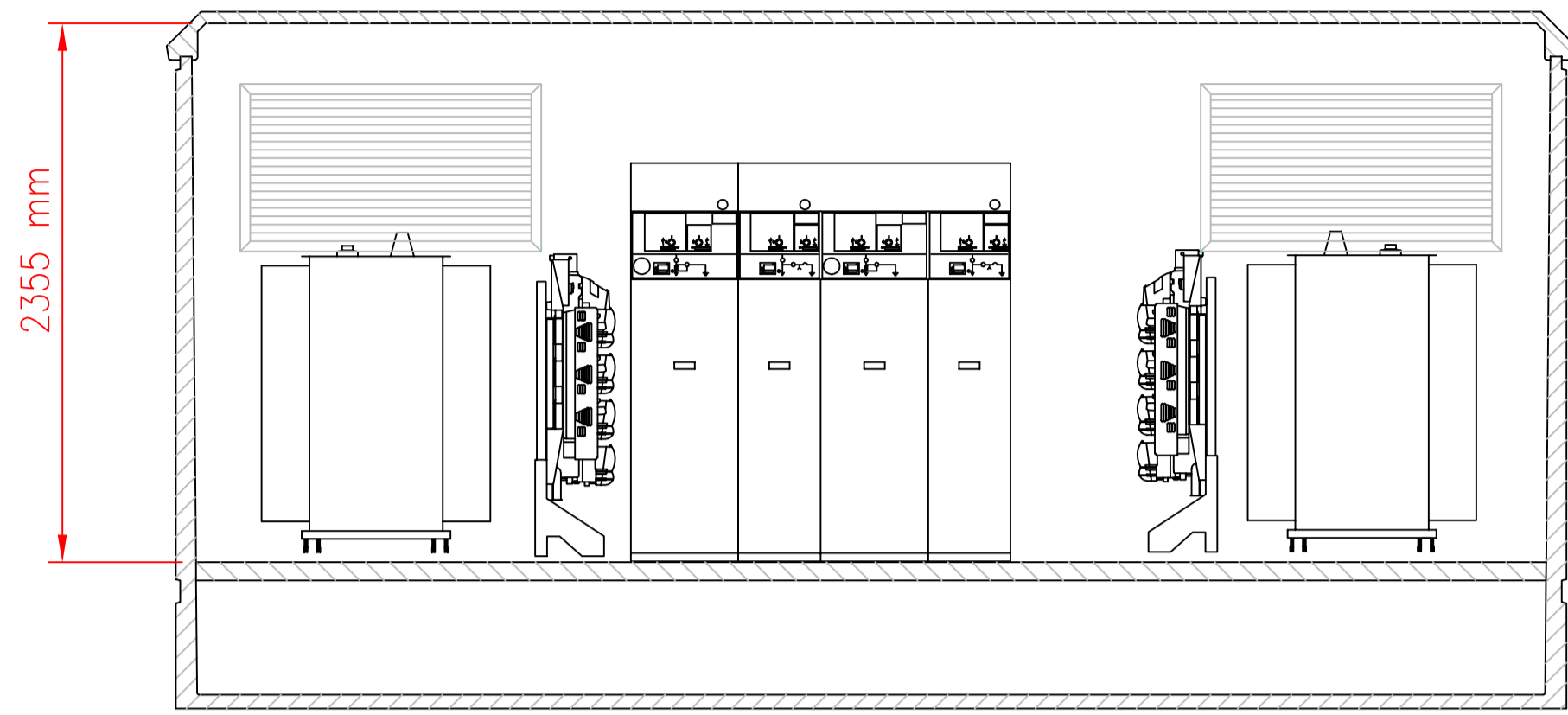
DETALLE CANALIZACIÓN
ENTERRADA PARA 3 LINEAS BT



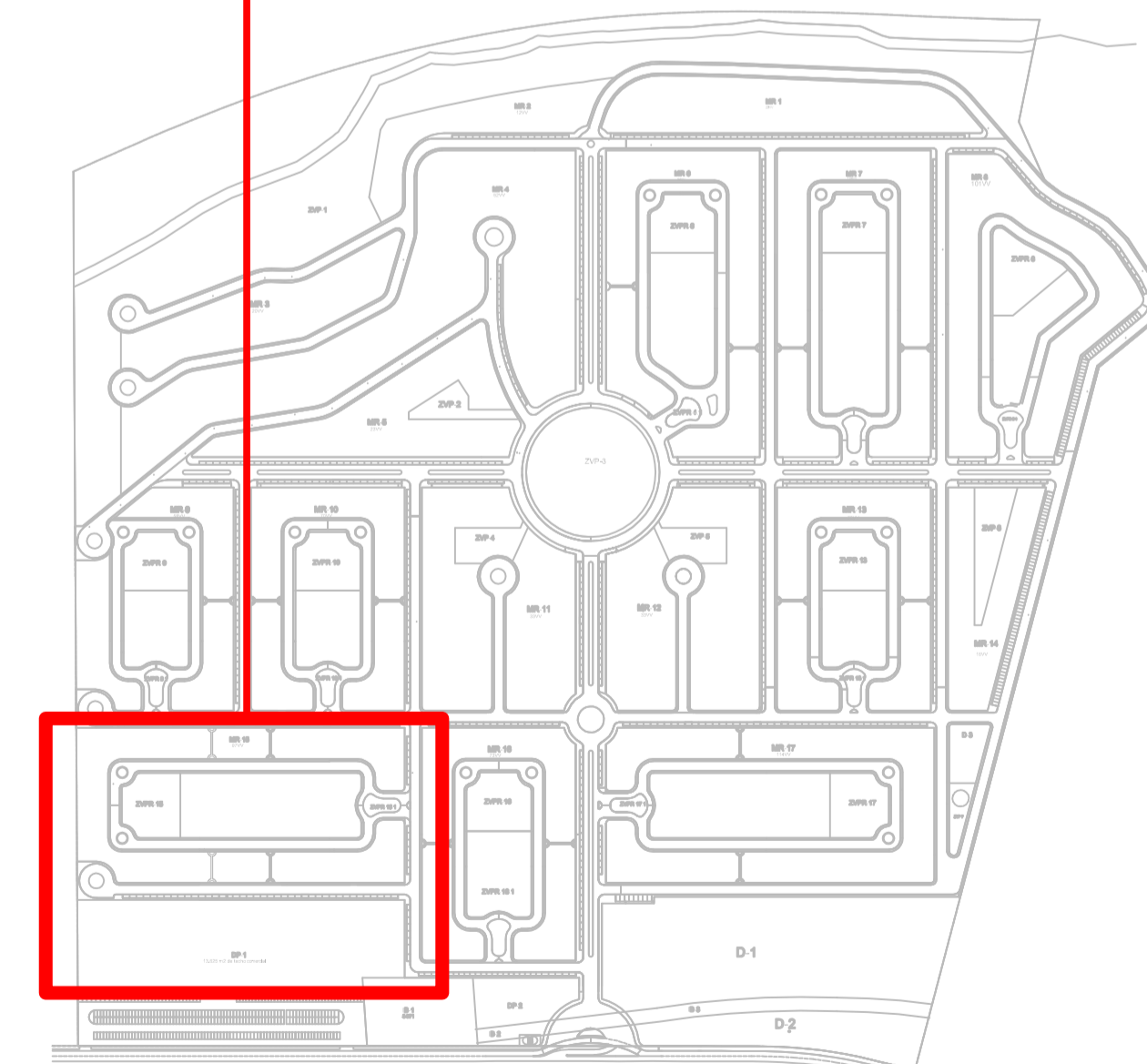
DETALLE CANALIZACIÓN
ENTERRADA PARA 2 LINEAS BT

 MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015		
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia		
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN
ESCALA	S/E	ZANJAS LSBT ACERA Y CALZADA DISTANCIAS
SITUACIÓN	Sector Tercia 6-R, Manzana Residencial MR 15, Lorca (Murcia)	
PLANO Nº	15	
		EL ALUMNO
		JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
		23060940 - J
		Ingeniero Técnico Industrial

EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20
 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT_MR15: DESTINADO A SUMINISTRO ELÉCTRICO DE 97 VIVIENDAS UNIFAMILIARES
 CT DE COMPAÑÍA.



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
 6,88 m. ancho x 3,18 m. fondo x 0,56 m. profund.

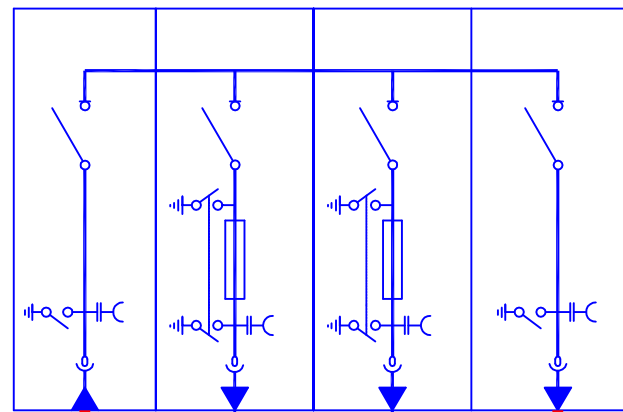


MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E		
SITUACIÓN	Sector: Tercio-R, Morzano Residencial MR I.S. Lorca (Murcia)	PLANTA: ALZADO Y SITUACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT_MR15	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ 23060940 - J
PLANO Nº	16		Ingeniero Técnico Industrial

CT_MR15

EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO PFU5/20

CGMCOSMOS-2LP



ENTRADA
VIENE DEL CT-2

SALIDA
VA AL CT-3

TRAFO1.- 400 kVA
20kV/230-400V

TRAFO2.- 400 kVA
20kV/230-400V

AL XZ1 0,6/1kV
1x150 mm²
+
3x(1x240) mm²

3x(1x240) mm²
+
1x150 mm²
AL XZ1 0,6/1kV

CUADRO BAJA TENSION TRAFO 1

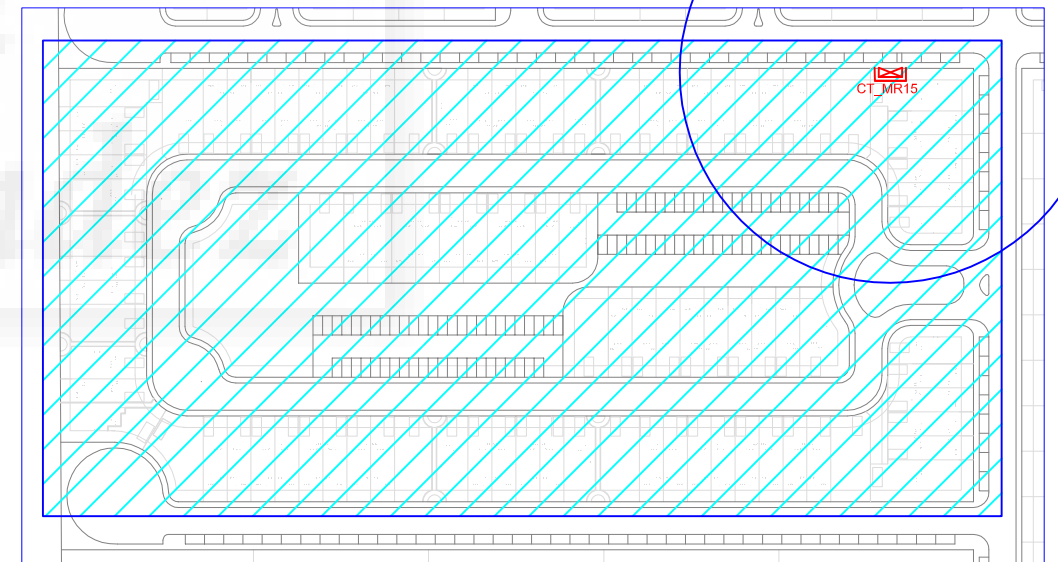
CUADRO BAJA TENSION TRAFO 2

ANILLO BT 1 $\frac{3x(1x240)+1x150mm^2}{AL XZ1 0,6/1kV}$
ANILLO BT 2 $\frac{3x(1x240)+1x150mm^2}{AL XZ1 0,6/1kV}$

RESERVA 1
RESERVA 2

ANILLO BT 3 $\frac{3x(1x240)+1x150mm^2}{AL XZ1 0,6/1kV}$
ANILLO BT 4 $\frac{3x(1x240)+1x150mm^2}{AL XZ1 0,6/1kV}$

RESERVA 3
RESERVA 4



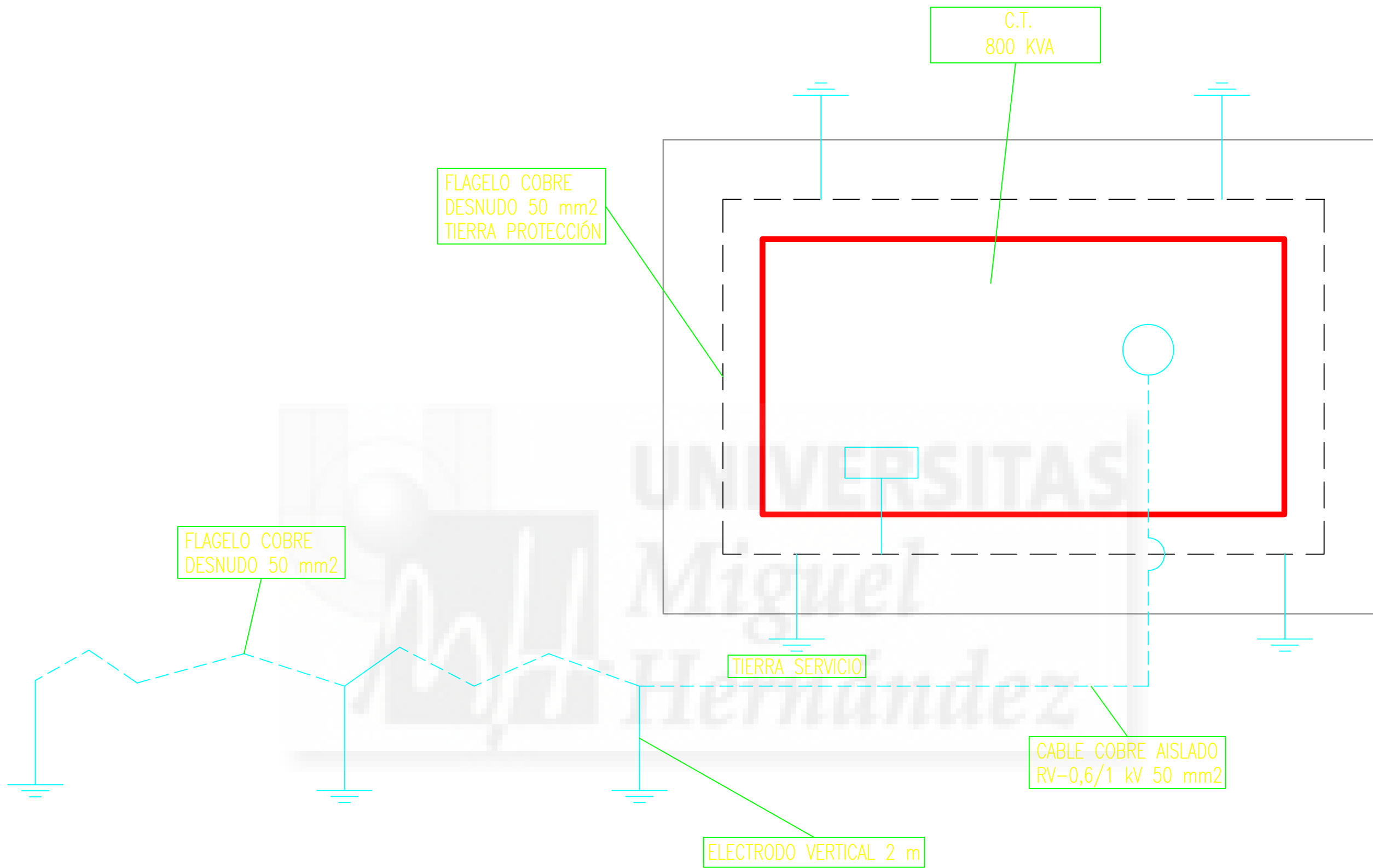
mpi MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES

ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015

PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia

FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E	ESQUEMAS UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT_MR15	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector Tercia 6-R, Manzana Residencial MR 15, Lorca (Murcia)		23060940 - J
PLANO Nº	17		Ingeniero Técnico Industrial

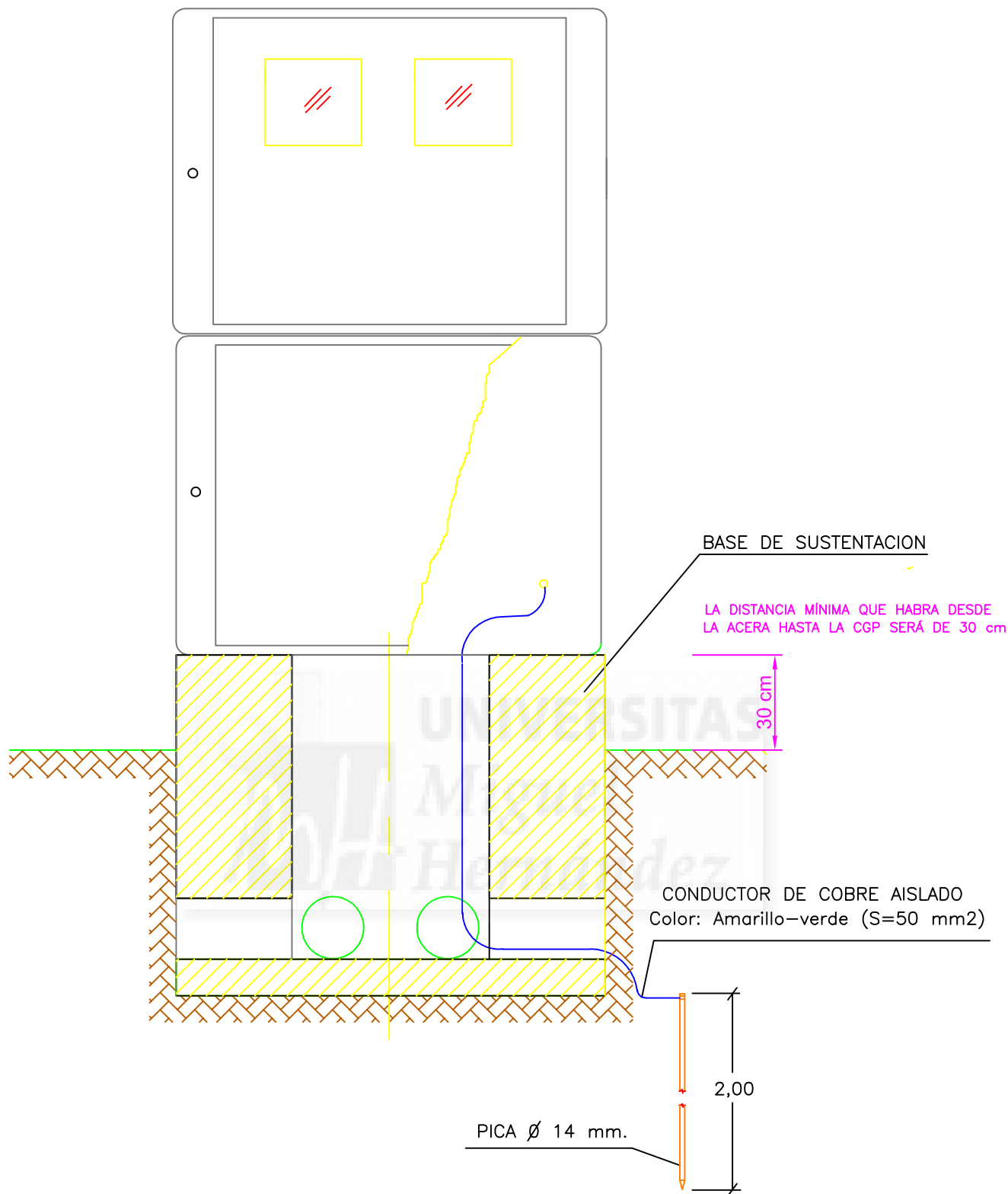




EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO PFU5/20



 MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES			
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E	RED DE TIERRAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CT-MR15	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ
SITUACIÓN	Sector Tercia 6-R, Manzana Residencial MR 15, Lorca (Murcia)		23060940 - J
PLANO Nº	18		Ingeniero Técnico Industrial



LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO SE HARÁ EN TODOS LOS ARMARIO

 MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES			
ASIGNATURA TFM - TRABAJO FIN DE MÁSTER 2014-2015			
PROYECTO Proyecto de Electrificación de una Urbanización Residencial en el Término Municipal de Lorca, Murcia			
FECHA	SEPTIEMBRE 2015	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	S/E	PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DE LA C.G.P	JUAN SANCHEZ RODRIGUEZ 23060940 - J Ingeniero Técnico Industrial
SITUACIÓN	Sector Tercia 6-R, Manzana Residencial MR 15, Lorca (Murcia)		
PLANO Nº	19		