Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

Trabajo Fin de Grado

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

Titulación: Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Luis Daniel González Benítez

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

Índice General

1 Resumen

2 Memoria Descriptiva

3 Memoria Justificativa

4 Anexos

5 Planos

6 Pliego de Condiciones

7 Presupuesto

8 Conclusión

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

1. Resumen

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Resumen

En el presente Trabajo de Fin de Grado “Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios” se describe y justifica una propuesta técnica para dar suministro eléctrico a una urbanización, teniendo en cuenta aspectos para mejorar el servicio prestado a los clientes, la eficiencia, calidad, y continuidad del suministro eléctrico.

La Urbanización, desde el punto de vista del uso residencial, está planteada como de carácter lujoso, y se compone de 11 manzanas, divididas en parcelas con diferentes destinos. Viviendas unifamiliares, dos pequeños hoteles rurales y una parcela para albergar un centro cultural o docente y una plaza para celebraciones. Para dotar a todas las parcelas de la urbanización del suministro eléctrico adecuado se ha realizado una Red Eléctrica en Media Tensión, tres Centros de Transformación, un suministro de reemplazamiento mediante grupo electrógeno y una Red Eléctrica de distribución en Baja Tensión.

Se proyecta una Red Eléctrica en Media Tensión que inicia su recorrido en el punto de conexión facilitado por la empresa distribuidora y llega hasta uno de los Centros de Transformación de la Urbanización proyectados, para posteriormente desde éste dar continuidad al suministro a los otros Centros de Transformación que se estudian en el Trabajo de Fin de Grado.

Se ha desarrollado una propuesta técnica que contempla agrupar los tres Centros de Transformación y el suministro de reemplazamiento en una única edificación. Se proponen dos tipos de Centros de Transformación, Tipo Cliente, para dar suministro a los hoteles rurales y la parcela cultural, y Tipo compañía para las viviendas unifamiliares. Con el objetivo de mejorar la eficiencia y el servicio prestado a los usuarios, se ha realizado un estudio de la demanda de potencia en el sector residencial, y con las conclusiones obtenidas se ha proyectado el Centro de Transformación de las viviendas, que estará dotado de equipos de análisis de redes y un sistema de automatización para gestionar dos transformadores conectados en paralelo, que permitirá aumentar la vida útil de los mismos y minimizar los cortes del suministro eléctrico.

La energía eléctrica se transporta a los usuarios en Baja Tensión, para lo cual se ha diseñado una Red de distribución desde cada uno de los Centros de Transformación hasta los usuarios. En el diseño de la Red de distribución de las viviendas se ha buscado el máximo equilibrio de cargas en las

fases, asignando a cada vivienda la fase que le corresponde, para cumplir con los objetivos de tener un sistema eléctrico equilibrado y minimizar las secciones de los conductores utilizados.

Summmary

The actual End of Grade Project “Medium and Low electric grid of a residential area with improvements regarding efficiency and services” describes and justifies a technical proposal which refers to the electrical power system to a residential area taking into account several aspects in order to improve the service given to the clients, the efficiency, quality and continuity in the power system.

This residential area is that of has a luxurious character and it is formed by 11 blocks divided into plots with different destinations, single dwelling, two small rural hotels and a plot where a cultural or educational centre will be placed together with a square devoted to do celebrations. In order to give all those plots the proper electrical supply it has been made a Medium Electrical Grid, three transformation centres, a replacing supply by means of a power system group and a low distribution electrical grid.

A Medium Power Line is projected and the starting point of its trajectory in the connection point given by the distributional enterprise goes directly into one of the transformation centre of the residential area and it will have to give continuity to the service from that point to the other centres which are under study in the same project.

A technical proposal has been developed in order to gather these three transformation centres and the replacing supply in a unique building. Two types Transformation Centres are proposed, Client Type to give supply to rural hotels and cultural plot and Company Type to cater the houses. A survey has been made with the goal of improving the efficiency and the service to the residential area. The transformation centre has been projected with the conclusion obtained. It will be provided with equipment which will do network analysis and an automation system in order to work with the two transformers which will be connected in parallel, which will increase the useful life of them and minimize cutting in the power supply.

The electrical energy is given to the clients in Low Voltage and by that it means a distribution grid has been designed from each transformation centre to that of the clients. The design of this

network has been done with the maximum equilibrium regarding the charges in the phases, giving each house the corresponding phase in order to fulfill with the goals of having a balanced electric system and minimizing the cuttings of the used conductors

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

2. Memoria Descriptiva

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Contenido

CAPÍTULO 1. Aspectos Generales 1

1 Objeto 1

2 Alcance 1

3 Antecedentes 1

4 Peticionario 2

5 Emplazamiento 2

5.1 Descripción del emplazamiento 2

5.1.1 Viviendas unifamiliares 3

5.1.2 Hoteles Rurales 3

5.1.3 Parcela Cultural 3

5.1.4 Zonas verdes 3

6 Legislación utilizada 4

6.1 Legislación de instalación eléctrica 4

6.2 Legislación de Prevención de Riesgos Laborales 5

7 Condiciones de partida 6

CAPÍTULO 2. Red de Media Tensión 7

1 Objeto 7

2 Programa de necesidades y solución adoptada 7

3 Características de la Red de Media Tensión 7

3.1 Características Generales 7

3.2 Tipología 7

3.3 Punto de conexión 8

3.4 Trazado de la Línea 8

3.5 Cruzamiento y paralelismo 8

3.5.1 Cruzamientos de calles 8

3.5.2 Cruzamientos con otros circuitos 8

3.6 Arquetas....9
3.7 Canalizaciones....10
3.7.1 Zanjas....10
4 Conductores....11
4.1 Conexiones....11
CAPÍTULO 3. Centros de transformación....12
1 Objeto....12
2 Programa de necesidades....12
3 Previsión de Potencia....12
3.1 Viviendas unifamiliares....12
3.2 Alumbrado Público y Hoteles Rurales....12
3.3 Parcela Cultural....13
4 Solución adoptada....13
4.1 Centros de Transformación....13
4.1.1 Centros de Transformación Tipo Cliente....13
4.1.2 Centro de Transformación Tipo Compañía....13
4.2 Edificio Centros de Transformación....14
5 Ubicación....14
6 Características constructivas de los Centros de Transformación....14
6.1 Dimensiones....15
6.2 Acceso....15
6.3 Cubierta, forjados, muros y piso....15
6.3.1 Cubierta....15
6.3.2 Forjados....15
6.3.3 Muros....16
6.3.4 Piso....16
6.4 Enrejado de separación....16

6.5 Resistencia al fuego 16
6.6 Puertas 16
6.7 Ventilación 17
6.7.1 Situación de las rejillas de ventilación 17
6.7.2 Dimensiones y materiales de las rejillas 17
6.8 Pozo de recogida de aceite 18
7 Instalación eléctrica Centros de Transformación 18
7.1 Aspectos generales 18
7.2 Aparamenta de Media Tensión 18
7.2.1 Aparamenta CGMCOSMOS 19
7.2.2 Conexiones de la Aparamenta 26
7.2.3 Conductores de Media Tensión 28
7.2.4 Tubos y bandejas 29
7.2.5 Conductores de Baja Tensión 29
7.2.6 Cuadro de Baja Tensión 29
7.3 Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL 30
7.3.1 Centro de Entrega 30
7.3.2 Transformadores 31
7.3.3 Aparamenta Media Tensión 34
7.3.4 Conexiones CENTRO DE ENTREGA, CT-HOTEL y CT-CULTURAL 35
7.3.5 Cuadro de Baja Tensión 37
7.3.6 Puesta a tierra 37
7.4 Centro de Transformación CT-VIVIENDAS 38
7.4.1 Programa de necesidades 38
7.4.2 Solución adoptada 39
7.4.3 Sistema de Automatización 39
7.4.4 Transformadores 41

7.4.5 Aparamenta de Media Tensión 41
7.4.6 Aparamenta Baja Tensión 42
7.4.7 Conexiones CT-VIVIENDAS 47
7.4.8 Puesta a tierra 49
CAPITULO 4. Suministro de Reemplazamiento 50
1 Objeto 50
2 Programa de necesidades 50
3 Solución adoptada 50
3.1 Viviendas 50
3.2 Parcela CT-CULTURAL 50
4 Ubicación 51
5 Grupo Electrógeno 51
5.1 Placa de control 52
5.1.1 Placa de control 52
6 Puesta a tierra 52
7 Red de distribución de B.T. 52
CAPÍTULO 5. Red de Distribución de Baja Tensión 53
1 Objeto 53
2 Descripción general de las instalaciones 53
2.1 Armarios de distribución 53
2.1.1 Zócalo 54
2.2 Conjuntos de distribución 54
2.2.1 TIPO SP, Conjunto de distribución con salida protegida 55
2.2.2 TIPO SS, Conjunto de distribución sin salida protegida 55
2.2.3 TIPO SD, Conjunto de distribución doble salida 56
2.3 Conductores 56
2.4 Canalizaciones 57

2.4.1 Instalación 57
2.4.2 Zanjas 57
2.5 Arquetas 58
2.5.1 Arquetas Tipo A1 58
2.5.2 Arquetas Tipo A2 58
2.5.3 Tapas de arquetas 58
3 Red de Distribución de las viviendas unifamiliares 59
3.1 Circuitos 59
3.2 Armarios de distribución 60
3.3 Conjuntos de distribución 60
3.4 Arquetas y canalizaciones 60
3.5 Conductores 60
3.6 Asignación de fases 61
3.7 Protección contra sobreintensidades 62
4 Red de Distribución de los hoteles y parcela cultural 65
4.1 Circuitos 65
4.1.1 Hoteles rurales 65
4.1.2 Parcela Cultura 65
4.2 Armarios de distribución 66
4.3 Arquetas y canalizaciones 66
4.4 Conductores 66
Índice de Tablas 67
Tablas Capítulo 2 67
Tablas Capítulo 3 67
Tablas Capítulo 4 68
Tablas Capítulo 5 68

CAPÍTULO 1. Aspectos Generales

1 Objeto

El objeto del presente Trabajo de Fin de Grado "Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios" es dotar a una urbanización, que se plantea con carácter lujoso, de la red eléctrica en Media y Baja Tensión para dar suministro eléctrico a la misma y establecer las condiciones técnicas necesarias considerando aspectos para aumentar la eficiencia de la red en los Centros de Transformación así como mejorar el servicio prestado a los clientes determinando. Para conseguir mejorar la eficiencia y el servicio prestado a los clientes se parte con el objetivo de instalar equipos de automatización, transformadores en paralelo y una Red de Distribución en baja tensión lo más eficiente y equilibrada posible.

Por otro lado, el Trabajo de Fin Grado tiene como objeto personal obtener la titulación de Graduado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la titulación y adquirir nuevos conocimientos y aptitudes que ayuden en el futuro desarrollo profesional.

2 Alcance

El Trabajo de Fin de Grado tiene como alcance la totalidad de la Urbanización proyectada y que consta de 107 viviendas unifamiliares aisladas en parcelas, dos pequeños hoteles rurales y una parcela con planificación de uso cultural-docente. La instalación eléctrica proyecta contempla la red de Media Tensión desde el punto de conexión hasta los Centros de Transformación, los Centros propiamente dichos y las redes de distribución en Baja Tensión hasta las parcelas de los usuarios.

3 Antecedentes

La realización del Trabajo de Fin de Grado ha sido motivada por el promotor de la Urbanización con el objetivo de dotarla de los servicios eléctricos. El promotor plantea urbanizar un terreno que se encuentra sin ocupación y dotarlo de los servicios comunes para que posteriormente se puedan realizar las edificaciones. Urbanizar los terrenos viene motivado por las modificaciones realizadas en el Plan General en la ubicación de la Urbanización y que permiten la ordenación del terreno.

Como antecedente a realizar mejoras en la eficiencia y servicio de la Red eléctrica está el planteamiento de que los Centros de Transformación se encuentran muy generalizados y no se aprovecha los beneficios que puede aportar una automatización de los mismos. También se ha

considerado mejorar el servicio de la Red partiendo de que la Urbanización se plantea con un carácter lujoso y por ello se quiere dar solución o minimizar los cortes eléctricos que pueden suceder en la actualidad.

Como antecedentes personales para la realización de este Trabajo de Fin de Grado se encuentran diferentes aspectos. Por un lado, la importancia que tiene la instalación de la red eléctrica de una Urbanización para la sociedad, los beneficios, por todos conocidos, que aporta el disponer de un buen servicio eléctrico, sin cortes del suministro o con los mínimos posibles. Por otra parte se ha considerado la realización de este tipo de Trabajo de Fin de Grado por la aportación de nuevos conocimientos, como podrían ser conocimientos de instalaciones de redes de distribución, centros de transformación, estudios de demanda de potencia, etc. Finalmente, otro de los antecedentes que han llevado a la realización del TFG ha sido la especial motivación por las instalaciones eléctricas y la ingeniería eléctrica, adquirida en el desarrollo de la titulación, así como dar pie a conocer nuevos reglamentos y normativas de redes de distribución de Media y Baja Tensión y Centros de Transformación.

4 Peticionario

- Nombre: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial
- Domicilio: Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n
- C.P: 38206
- Teléfono: 922 84 52 92
- Localidad: La Laguna
- Provincia: Santa Cruz de Tenerife

5 Emplazamiento

La Urbanización se denomina “El Tajinaste” y se encuentra situada en el Término Municipal de Tacoronte, en la zona denominada “Juan Fernández”. Ocupa una plataforma sobre el mar de ligera pendiente hacia el norte, y dispone de una superficie total de 152.201 m^2.

La situación de la Urbanización esta recogida el Plano 01 “Plano de Situación”.

5.1 Descripción del emplazamiento

La Urbanización El Tajinaste está dividida en parcelas que se plantean con diferentes usos y edificaciones. Viviendas unifamiliares, hoteles rurales y parcela con un uso cultural-docente o una plaza para festejos (en adelante Parcela Cultural).

5.1.1 Viviendas unifamiliares

La extensión de la Urbanización está divida en 11 manzanas, de las cuales 9 de ellas agrupan viviendas unifamiliares. La Urbanización en total tiene 107 parcelas para viviendas unifamiliares. En la Tabla 1 "Viviendas Urbanización El Tajinaste" del Anexo 1 encontramos las parcelas de las viviendas agrupadas en las manzanas correspondientes con la superficie de la parcela y la superficie que se permite construir según el Plan Parcial para cada vivienda.

5.1.2 Hoteles Rurales

En la Urbanización El Tajinaste se plantea la edificación de dos pequeños hoteles rurales. Los hoteles rurales se ubicarán en la manzana 10 divida ésta en dos parcelas M-10-1 y M-10-2, teniendo 4.204 m^2 y 2.145 m^2 respectivamente. El hotel de la parcela M-10-1 tendrá una edificabilidad de 3.784m^2 y el hotel de la parcela M-10-2 de 1.930m^2 según el Plan Parcial.

5.1.3 Parcela Cultural

La manzana 11 se plantea con destino a albergar un centro cultural o docente y una plaza para festejos. La parcela tiene una superficie de 5.382 m^2.

5.1.4 Zonas verdes

La Urbanización El Tajinaste cuenta con dos parcelas destinadas a zonas verdes. Zona Verde 1 con una superficie de 5.240,4m^2 y la Zona Verde 2 con una superficie de 4.348,96m^2.

En el Plano 02 "Plano de Emplazamiento" encontramos las parcelas descritas y numeradas.

En el Plano 03 "Plano de Emplazamiento Manzanas" encontramos las numeradas las 11 manzanas de la Urbanización.

6 Legislación utilizada

6.1 Legislación de instalación eléctrica

- REAL DECRETO 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. BOE nº 288 de 01/12/1982.
- 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. BOE nº 310 de 27/12/2000.
- REAL DECRETO 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE nº 224 18-09-2004.
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a09. BOE nº 68 de 19/03/2008.
- UNE 211435:2011, Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1kV para circuitos de distribución eléctrica.
- Norma GE NNH001 - Arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas. Segunda Edición, octubre 2009, Endesa Distribución.
- Norma GE NNH002 - Marcos y tapas de fundición para canalizaciones subterráneas. Segunda Edición, julio 2006, Endesa Distribución.
- Norma GE FNZ001 – Cuadros Modulares de distribución en Baja Tensión para Centro de Transformación, Endesa Distribución.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centro de Transformación conectados a redes de Tercera Categoría publicado por UNESA.
- Proyecto de orden por la que se aprueban las normas particulares para centros de transformación, en el ámbito territorial de la comunidad autónoma de canarias. Publicado por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

- Proyecto de orden por la que se aprueba la norma técnica particular de redes de distribución de baja tensión, en el ámbito territorial de la comunidad autónoma de canarias. Publicado por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

6.2 Legislación de Prevención de Riesgos Laborales

- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23/04/1997
- REAL DECRETO 486/1997, Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE nº 97 23/04/1997
- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril. Guía Técnica para la evaluación y prevención de riesgos laborales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 de 10/11/1995.
- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones
- mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE nº 256 25-10-1997

7 Condiciones de partida

Como condiciones de partida del Trabajo de Fin de Grado disponemos del Plano de Situación de la Urbanización, el Plano de Emplazamiento y el Plan Parcial. Mediante dichos documentos conocemos como está dividido y ordenado el terreno. Conocemos el número de manzanas, parcelas y la ocupación de cada una de ellas, viviendas unifamiliares, pequeños hoteles rurales y centro cultural-docente.

También se tiene como condición de partida por parte del promotor para desarrollar la propuesta técnica, que la Urbanización se diseña con un carácter lujoso, es decir, se plantea que las viviendas unifamiliares sean ocupadas por personas con alto poder adquisitivo y se pretende que las infraestructuras para servicios de usos comunes afecten en la menor medida posible al aspecto visual de la Urbanización. Además, se requiere que el suministro eléctrico de la Urbanización ofrezca un servicio de calidad, mitigando los posibles cortes de suministro que se puedan provocar.

Por último, contamos con la condición de partida de la situación y características del punto de conexión a la Red de Media Tensión proporcionado por la empresa distribuidora.

CAPÍTULO 2. Red de Media Tensión

1 Objeto

El objeto del presente Capítulo de la Menoría Descriptiva es describir la Red de Media Tensión que proporciona suministro eléctrico a los Centros de Transformación que forman parte de la Urbanización El Tajinaste. Se describirá la solución adoptada, el trazado de la red y los materiales que la forman.

2 Programa de necesidades y solución adoptada

La red de Media Tensión deberá dar suministro eléctrico al Centro de Transformación CT-URBANIZACIÓN desde el Centro de Transformación "C4020" existente en el barrio colindante a una tensión de 20kV.

Se instalará un circuito trifásico que unirá ambos Centros de Transformación mediante una red subterránea bajo tubo, realizando el recorrido más corto posible y por zonas de dominio público.

El CT-URBANIZACIÓN lo encontramos descrito en el Capítulo 2 del presente Trabajo de Fin de Grado.

3 Características de la Red de Media Tensión

3.1 Características Generales

La red de Media Tensión tiene una tensión nominal de 20kV a la frecuencia industrial de 50Hz. La potencia de cortocircuito según la empresa distribuidora es de 500MVA y el tiempo de disparo de las protecciones es de 0,12s.

Teniendo en cuenta el Artículo 3 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión la red de Media Tensión es de Tercera Categoría, tensión superior a 1kV.

En función del tiempo de actuación de la protección de la red según la ITC-LAT-06 del citado Reglamento podemos clasificarla como red de Categoría A, el defecto a tierra se elimina en menos de 1min.

3.2 Tipología

El Centro de Transformación C4020 tiene una tipología en anillo, es decir, el suministro eléctrico al Centro de Transformación en Media Tensión se realiza por dos alimentaciones, cada una proviene de un Centro de Transformación diferente.

Por otro lado el Centro de Transformación CT-URBANIZACIÓN quedará como línea abierta, pues sólo recibirá alimentación desde el Centro de Transformación C4020.

3.3 Punto de conexión

El punto de conexión del cual partirá la red de Media Tensión y que ha sido indicado por la empresa distribuidora se encuentra en el Centro de Transformación C4020 del barrio colindante. Dicho punto es la Celda de Línea de salida que actualmente se encuentra libre

3.4 Trazado de la Línea

El trazado de la línea se recoge en el Plano 04 “Plano Red de Media Tensión” y discurre desde el Centro de Transformación C4020 hasta el CT-URBANIZACIÓN.

La línea discurrirá por la calzada y por la acera, en el Plano 03 podemos encontrar los tramos diferenciados y estos son:

- Desde P0 hasta P1: la línea discurrirá por la calzada.
- Desde P1 hasta P2: la línea discurrirá por la acera.

En la Parcela del CT-URBANIZACIÓN la canalización discurrirá por la acera peatonal-rodada.

3.5 Cruzamiento y paralelismo

3.5.1 Cruzamientos de calles

En la red de Media Tensión encontramos varios cruzamientos de calles. En los cruzamientos de calles se instalarán a ambos lados de la calle arquetas tipo A2 y se realizará el cruzamiento con 4 tubos del tipo indicado en el Punto 3.7 “Canalizaciones”.

3.5.2 Cruzamientos con otros circuitos

En el trazado de la red de Media Tensión sólo encontramos un cruzamiento con otro circuito, justo en el acceso a la parcela del CT-URBANIZACIÓN. El cruzamiento se produce con los conductores de la red de Baja Tensión que parten del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS.

Para realizar el cruzamiento se colocará una arqueta Tipo A2 y los conductores de Media Tensión quedarán por debajo de los de Baja Tensión a una distancia como mínimo de 0,25m.

En el acceso al CT-URBANIZACIÓN por la calle peatonal rodada existirán paralelismos de circuitos entre los de Baja Tensión y el de Media Tensión. Los tubos deberán quedar separados una distancia como mínimo de 0,25m

3.6 Arquetas

En la línea de Media tensión se deberán instalar tres tipos de arquetas:

- En los cruces de calles y en la calle peatonal-rodado que accede al CT-URBANIZACIÓN se instalarán arquetas Tipo A2
- En las aceras se instalarán arquetas Tipo A1.
- En calle se instarán arquetas Tipo B2.

Se instalarán 8 arquetas Tipo A2, dos arquetas Tipo A1 y tres arquetas Tipo B2. Además se instalará el mismo número de tapas según corresponda a cada Tipo de Arqueta.

Las características de las arquetas son las siguientes:

Características de las Arquetas	
Empresa constructora	Prensagra prefabricados
Material	Arqueta prefabricada de hormigón
Carga de control	400kN
Marcas que debe llevar impresas	▪ Fecha de fabricación (mes y año) o número del lote de fabricación. ▪ Fabricante ▪ Norma Endesa (GE NNH001) ▪ Tipo de arqueta y fuerza de control aplicable

Tabla 1: características generales de las arquetas

En cada arqueta se colocará una tapa de arqueta metálica de fundición según el tipo de arqueta y tendrán las siguientes características.

Características tapas de arqueta	
Marca	Fundición Dúctil Benito
Material	Grafito esferoidal
Resistencia mínima a la tracción [daN/mm2]	50
Límite de elasticidad mínimo [daN/mm2]	32
Alargamiento mínimo [%]	7
Dureza Brinell [HBS]	170 a 230
Carga de control [kN]	400

Tabla 2: características generales tapas de arqueta

Dimensiones Tapas de arquetas		
A1	Largo [mm]	650
	Ancho [mm]	750
A2	Largo [mm]	1250
	Ancho [mm]	750

Tabla 3: tapas de arquetas, dimensiones

En el Plano 04 “Plano Red Media Tensión” encontramos la disposición de las arquetas que se deberán colocar.

3.7 Canalizaciones

La canalización de la red se realizará con Tubo de polietileno libre de halógenos de 200mm de diámetro fabricando según la Norma UNE 50086/2-4 de la marca Tupersa Tipo N 450N de color rojo.

Características Tubo Tupersa	
Tipo	tubo corrugado
Diámetro [mm]	200
Longitud	Rollo de 50m
Material	polietileno libre de halógenos
Resistencia a la compresión [N]	450
Resistencia al impacto	normal
Color	rojo
Norma	UNE-EN 50086/2-4

Tabla 4: características tubos Tupersa

En los cruces de calles se deberán instalar 4 tubos.

3.7.1 Zanjas

Se realizarán dos tipos de zanja en función de por dónde discurran éstas:

- Zanja por acera: el tubo quedará enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m del pavimento de la acera hasta la parte superior del tubo. Con un recubrimiento de

arena mínimo inferior de 0.03m y un recubrimiento superior de 0.06m. La zanja quedará cubierta con baldosas de acera.

- Zanja cruce de calle: el tubo quedará enterrado a una profundidad mínima de 0,8 m del pavimento de la calle hasta la parte superior del tubo. Recubierto en toda su longitud por hormigón (embebido). La zanja quedara cubierta por asfalto.

Ambas zanjas con un ancho de 0,6m.

4 Conductores

En la red de Media Tensión se emplearan conductores unipolares HERSATENE RHZ1-OL H-16 de General Cable de tensión asignada 12/20kV, formado por conductores de aluminio, con aislamiento de XLPE (polietileno reciculado) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Todos los puentes se realizarán con una sección de 150 mm^2.

Características Conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16	
Radio [mm]	26,1
Intensidad máxima admisible al aire (40 ^oC) [A]	355
Intensidad máxima admisible enterrado (25 ^oC) [A]	260
Reactancia, X_L [Ω/km]	0,115
Capacidad, C [µF/km]	0,233

Tabla 5: características conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16

4.1 Conexiones

En ambos extremos del conductor de Media Tensión se instalarán conectores atornillables de 630A. Los conectores que se instalarán serán de la marca 3M, modelo 93-EE 9x5-6. Sus características principales las encontramos en la Tabla 6 y en la Ilustración 1 podemos ver la constitución del conector.

Capacidades Eléctricas Nominales	Valores
Tensión máxima de la línea [kV]	24
Impulso [kV]	125
Resistencia AC (5 min.) [kV]	57
Intensidad nominal [A]	630
Sobrecarga (8 hrs max.) [A]	900
Resistencia al cortocircuito [kA/s]	35
Tipo de Pasatapas	Tipo C

Tabla 6: características eléctricas conector atornillable

Ilustración 1: conector atornillable 630A marca 3M

CAPÍTULO 3. Centros de transformación

1 Objeto

El presente Capítulo de la memoria descriptiva tiene por objeto describir los centros de transformación que suministrarán energía eléctrica a la urbanización El Tajinaste, tanto las características y soluciones constructivas como las eléctricas. Las decisiones adoptadas y descritas se han realizado teniendo en cuenta la demanda de la urbanización y su carácter de urbanización residencial lujosa.

2 Programa de necesidades

En la Urbanización El Tajinaste, como se ha descrito con anterioridad se prevé la edificación de viviendas unifamiliares, dos pequeños hoteles rurales y una parcela con un fin cultural docente o una plaza para festejos (Parcela Cultural).

Las necesidades a cubrir por el presente Trabajo Fin de Grado es suministrar energía eléctrica a todas las edificaciones que componen la Urbanización. El suministro se realizará en baja tensión, 400 V entre fases y 230V entre fase neutro a la frecuencia industrial de 50Hz.

3 Previsión de Potencia

3.1 Viviendas unifamiliares

La Urbanización, según se describe en la memoria del Plan Parcial y se recoge en la Tabla 1 “Viviendas Urbanización El Tajinaste” que encontramos en el Anexo 1 constará de 107 viviendas unifamiliares agrupadas en nueve manzanas.

Las potencias a prever en cada vivienda, de acuerdo con la superficie de las mismas será de electrificación elevada, 9.200 W. Teniendo en cuenta el número de viviendas, la potencia total que debemos suministrar es de 645,64 kW lo que equivale a una intensidad trifásica de 1.035,45A a 400 V.

3.2 Alumbrado Público y Hoteles Rurales

La potencia prevista del alumbrado público se nos la indica el proyecto de alumbrado público de la urbanización y que nos ha sido facilitado, éste tiene una potencia prevista de 15,48 kW.

La Urbanización El Tajinaste contará con dos pequeños hoteles rurales ubicados en las manzanas M10-1 y M10-2 con 84 y 42 camas respectivamente. Dichos hoteles en su conjunto tienen una potencia prevista de 167,625 kW.

3.3 Parcela Cultural

La parcela destinada a un uso cultural-docente y a una plaza para festejos tiene una potencia prevista de 269,1 kW según se ha calculado y consta en la Memoria Justificativa.

4 Solución adoptada

4.1 Centros de Transformación

Dada la distribución de potencias que tendrá la Urbanización y teniendo en cuenta los usos de la Red, tal y como se ha justificado en la Memoria Justificativa, se ha adoptado la solución de disponer tres centros de transformación MT/BT, dos Centros de Transformación Tipo Cliente y un Centro de Transformación Tipo Compañía. La energía será suministrada por la compañía a la tensión de 20 kV trifásica y a la frecuencia industrial de 50Hz a cada centro de trasformación.

4.1.1 Centros de Transformación Tipo Cliente

Los centros de transformación Tipo Cliente serán propiedad de los usuarios y se realizará la medida de energía en Media Tensión. Estos centros de transformación son los siguientes:

- CT-HOTEL: centro de transformación que suministrará energía eléctrica a los hoteles rurales con un transformador de 250 kVA.
- CT-CULTURAL: centro de transformación que suministrará energía eléctrica para la Parcela Cultural con un transformador de 400 kVA.

4.1.1.1 Centro de entrega

Los Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL tienen asociado un Centro de Entrega, al cual denominaremos en adelante y así consta en los planos “CENTRO DE ENTREGA”. Un Centro de Entrega está constituido por un recinto con instalaciones que formen parte o se incorporen a la red de distribución y con acceso exclusivo para el personal de la empresa distribuidora. En él se ubicará el elemento de maniobra dónde se establece el límite de la propiedad o punto frontera en el que se entrega la energía o se vierte la energía.

4.1.2 Centro de Transformación Tipo Compañía

El Centro de Transformación Tipo Compañía será propiedad de la compañía distribuidora, Endesa Distribución Eléctrica, y no se realizará medida de energía en Media Tensión. El Centro de

Transformación se denominará “CT-VIVIENDAS” y suministrará energía eléctrica para las viviendas de la Urbanización El Tajinaste con dos transformadores de 400 kVA así como para el alumbrado público.

Todos los centros de transformación suministrarán energía eléctrica en baja tensión, 400/230V a 50Hz.

4.2 Edificio Centros de Transformación

Se construirá una única edificación que albergará los tres centros de transformación por separado, CT-HOTEL, CT-CULTURAL y CT-VIVIENDAS, y el CENTRO DE ENTREGA para los centros de transformación Tipo Cliente y las dependencias para la Suministro de Reemplazamiento “LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO” (Descrito en el Capítulo 4 “Suministro de Reemplazamiento” de la presente Memoria Descriptiva). Dicha edificación, en su conjunto la denominaremos “CT-URBANIZACIÓN” y sus características se encuentran descritas en el presente Capítulo en el Punto 6 “Características Constructivas de los Centros de Transformación”.

En el Plano 07 “Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN” encontramos la distribución de los Centros de Transformación dentro del CT-URBANIZACIÓN

5 Ubicación

El Centro de Transformación CT-URBANIZACIÓN estará ubicado en la parcela colindante a los Hoteles Rurales, y la cual está destinada a zona verde (Plano 05 “Plano de Situación del CT-URBANIZACIÓN”). Deberá quedar a 4 m del límite de la propiedad de los Hoteles y lo más centrado posible en la zona verde, a 39,38 m del límite de la parcela por el Oeste y a 38,35 m del límite de la parece por el Este.

La Ubicación del CT-URBANIZACIÓN con las longitudes indicadas se encuentran recogidas en el plano 06 “Plano de Situación de CT-URBANIZACIÓN Acotado”.

6 Características constructivas de los Centros de Transformación

A continuación se describen y detallan las características constructivas de los centros de transformación, especificando las longitudes de los centros, y los tipos y características de los materiales que los componen. Estas condiciones constructivas se deberán tener en cuenta para el proyecto de obra civil que lleve a cabo la construcción del CT-URBANIZACIÓN.

6.1 Dimensiones

El Centro de Transformación CT-URBANIZACIÓN tendrá unas longitudes de 19,25 m de largo y 6 m de ancho, en los 19,25 m están divididos los centros de transformación individuales, a continuación encontramos las medidas sólo del largo de cada uno, dado que el ancho es el mencionado para el CT-URBANIZACIÓN.

- CT-CULTURAL y el CT-HOTEL: 3,5 m.
- CT-VIVIENDAS: 4,7m.
- CENTRO DE ENTREGA: 3 m
- LOCAL DE REEPLAZAMIENTO: 3,35 m.

El Centro de Transformación CT-URBANIZACIÓN deberá tener una altura interior mínima de 3m.

En el plano 07 “Plano de Planta del CT-URBANIZACIÓN” podemos encontrar las medidas mencionadas del CT-URBANIZACIÓN.

6.2 Acceso

Se realizará un pequeño acceso a modo de calle peatonal rodado desde el límite Oeste de la Parcela, con 3,5 metros de ancho y que permita el acceso a todos los centros de transformación tal y como se muestra en el Plano 06 “Plano de Situación del CT-URBANIZACIÓN Acotado”.

6.3 Cubierta, forjados, muros y piso

6.3.1 Cubierta

La cubierta del CT-URBANIZACIÓN deberá quedar construida de forma que impida la acumulación de agua sobre ella, estanca y sin riesgo de filtraciones al interior del Centro de Transformación, para evitar la acumulación de agua la cubierta deberá tener una pendiente mínima del 2% y desalojar el agua en los goterones que deberán situarse por la fachada Norte el CT-URBANIZACIÓN.

6.3.2 Forjados

En el CT-URBANIZACIÓN se deberán construir tres tipos de forjados, que soporten diferentes sobrecargas.

- El forjado de la cubierta deberá tener una resistencia a la carga de 100 kg/m^2

- El forjado de maniobra del suelo del Centro de Transformación que deberá estar construido para soportar una carga distribuida de 600 kg/m^2.
- El forjado para el transformador y sus accesos, que soportará una carga rodante de 4.000 kg/m² apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes.

6.3.3 Muros

Los muros exteriores del CT-URBANIZACIÓN y los divisorios entre los Centros de Transformación se realizaran con bloques de hormigón vibrado de 20 cm de espesor.

- Tabique separador: en el CT-VIVIENDAS se deberá construir un tabique separador entre los dos transformadores con bloques de hormigón vibrado de 12 cm de espesor, tal y como se muestra en el Plano 07 “Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN”.

6.3.4 Piso

El piso del CT-URBANIZACIÓN deberá tener unas condiciones antideslizantes y estables, sin presentar irregularidades que dificulten la instalación o movimiento de los transformadores en caso de instalación, sustitución o mantenimientos.

6.4 Enrejado de separación

Se deberá colocar un enrejado metálico de separación para aislar el Transformador de cada Centro de Transformación de contactos accidentales, colocada tal y como se recoge en el Plano 07 y a una distancia como mínimo de 30 cm del trafo. El enrejado de separación deberá quedar a una distancia como máximo del suelo de 40 cm y tendrá como mínimo una altura de 1,8 m.

6.5 Resistencia al fuego

Los elementos delimitadores del CT-URBANIZACIÓN, los muros exteriores, la cubierta así como los forjados tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales de revestimiento interior serán de clase M0.

6.6 Puertas

En el CT-URBANIZACIÓN se colocarán 5 puertas, 4 para los Centros de Transformación y una más para el LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO. Todas las puertas quedarán colocadas en la fachada Sur del CT-URBANIZACIÓN.

Las puertas exteriores de los Centros de Transformación serán de carpintería de aluminio anodizado o de acero inoxidable y tendrán una altura de 2,10 m y 1,4 m de ancho.

La puerta del LOCAL DE REMPLAZAMINETO deberá tener un ancho como mínimo de 1,5m.

Las puertas abrirán hacia el exterior abatiéndose sobre el muro de fachada Sur. La tornillería, bisagras y cerradura serán de acero inoxidable AISI 316 L y una de las bisagras no permitirá el desmontaje de la puerta.

6.7 Ventilación

Para la evacuación del calor generado por las pérdidas de potencia de los transformadores en el interior de los centros de transformación deberá instalarse rejillas de ventilación para posibilitar una circulación de aire. La ventilación de los centros de transformación será natural y para ello se instalarán las rejillas que a continuación se detallan:

6.7.1 Situación de las rejillas de ventilación

- **CT-HOTEL y CT-CULTURAL**

En cada centro de transformación se instalaran dos rejillas, una superior y una inferior. La rejilla superior irá colocada por la parte superior de la puerta de acceso al centro de transformación a 0,10 m medidos desde su borde superior hasta el techo del C.T., mientras que la rejilla inferior irá situada en la fachada Norte a una altura de 0,3 m desde su borde inferior hasta el suelo del C.T.

- **CT-VIVIENDAS**

En el CT-VIVIENDAS se deberán instalar cuatro rejillas de ventilación, dos por cada transformador. Al igual que con los CT-HOTEL y CT-CULTURAL se instará una rejilla superior y una rejilla inferior a las mismas longitudes verticales mencionadas anteriormente. La disposición horizontal será tal que la rejilla que le corresponde a cada transformador quede lo más centrada a éste posible.

6.7.2 Dimensiones y materiales de las rejillas

- **Dimensiones**

Las rejillas que se deben instalar en todos los centros de transformación deberán tener una sección de 0.998 m^2.Teniendo las rejillas superiores unas dimensiones de 0,5 m de alto y 2 m de ancho, y las rejillas inferiores 0,7 m de alto y 1,5 m ancho.

- **Materiales:**

Las rejillas de ventilación serán de chapa de aluminio anodizado de 18/21 micras y 1,5 mm de espesor, acero inoxidable, poliéster o bien otro material ignífugo que presente un grado de insensibilidad a los agentes atmosféricos igual o superior a los anteriores. Además de los materiales indicados deberán tener dobles lamas enfrentadas, o con dos rejillas independientes enfrentadas.

6.8 Pozo de recogida de aceite

Se instalarán cuatro pozos para recoger el aceite que puedan verter los transformadores, permitiendo así la evacuación y extinción del líquido aceite. Los pozos tendrán capacidad para 600 litros e irán ubicados debajo de cada transformador y en la parte superior se dispondrá de una reja apagallamas sobre la que se colocará un cortafuego formado por un lecho de áridos de machaqueo, con una granulometría de aproximadamente 5 cm.

7 Instalación eléctrica Centros de Transformación

7.1 Aspectos generales

La red que suministra energía eléctrica a los centros de transformación es de 20kV, Media Tensión, a la frecuencia industrial de 50Hz, según los datos suministrados por la empresa distribuidora dicha red tiene una potencia de cortocircuito de 500MVA, una intensidad de cortocircuito nominal de 14,43kA y una intensidad de bucle de 400A, además de los expuesto, también tiene una intensidad máxima de defecto de 500A.

7.2 Aparamenta de Media Tensión

La aparamenta eléctrica de Media Tensión está constituida por el conjunto de dispositivos y elementos que se emplean para la protección, conexión y desconexión de circuitos eléctricos.

A continuación describimos de forma general la aparamenta eléctrica que podemos encontrar en un Centro de Transformación, en la descripción de cada C.T. se detallaran las características y tipos de la aparamenta a instalar.

- **Celdas de Línea:** son utilizadas para la entrada y salida de los conductores. Lleva un interruptor seccionador, seccionador de puesta a tierra, aisladores capacitivos (uno por fase),

pilotos señalizadores de tensión, alojamiento para terminales del conductor y barras de interconexión. El interruptor seccionador tiene apertura y cierre simultáneo en los tres polos, con posición abierta visible, tensión nominal 24 kV e intensidad nominal 400 A. El seccionador de puesta a tierra está situado entre el terminal del conductor y el aparato de protección y maniobra.

- **Celdas de Protección:** utilizada para la maniobra y protección. Lleva un interruptor seccionador, fusibles o interruptor automático y seccionador de puesta a tierra, alojamiento para terminal de conductor, bobina de disparo (accionada por el termostato del trafo) y barras de interconexión.

- **Celdas de Medida:** celda que contiene transformadores de tensión (de relación 22000/110 V), y transformadores de intensidad (de relación x/5A). Primero se conecta los transformadores de intensidad y luego los transformadores de tensión, dichos transformadores adaptan los niveles de tensión e intensidad para que las magnitudes puedan ser medidas por el equipo de medida (contador). Dicho equipo de medida está situado fuera de la Celda de Medida.

Existe mucha más aparamenta para los Centros de Transformación (Celda de remonte, Celda de Seccionamiento, Celda de interruptor pasante, etc.) pero sólo se han descrito las empleadas en los Centros de Transformación de la Urbanización El Tajinaste.

7.2.1 Aparamenta CGMCOSMOS

En todos los Centros de Transformación de la Urbanización El Tajinaste se instalará aparamenta de Media Tensión de la marca Ormazabal, y concretamente sus modelos CGMCOSMOS. A continuación se describen las características generales de la aparamenta y posteriormente encontramos descritas las características eléctricas y físicas de los tipos de Celdas que se instalarán los Centros de Transformación.

7.2.1.1 Características Generales

Las Celdas CGMCOSMOS de Media Tensión, CGMCOSMOS-L, CGMCOSMOS-P, CGMCOSMOS-V son un sistema de celdas modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6

(Hexafluoruro de azufre) de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 ºC según IEC 62271-1, todas las celdas de la gama cuenta con las siguientes características:

- **Constructivas:**
  - Los elementos del circuito principal están en el interior de una cuba de acero inoxidable de presión sellada según IEC 62271-1, inmersos en SF6 sin necesidad de reposición del gas durante 30 años.
  - Cuenta con bridas de sujeción de conductores de Media Tensión diseñadas para sujeción de conductores unipolares de hasta 630 mm2 y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.
  - Tienen una alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253
  - Cuentan con 3 Divisores capacitivos de 24 kV.

- **Seguridad:**
  - Cuentan con enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de conductores hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de conductores retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.
  - Disponen de 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: las celdas están preparadas 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

- **Enclavamientos:** toda la gama CGMCOSMOS incluye enclavamientos y la función de esos es que:
    - No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
    - No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- **Características eléctricas**
    - Tensión nominal: 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
- **Conexión de conductores:** la conexión de conductores se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.
- **Conexión entre las celdas:** la conexión eléctrica entre las celdas se realiza con los conjuntos ORMALINK que podemos encontrar descritos en el Punto 7.2.2 “Conexiones de la Aparamenta”.

7.2.1.2 Celdas de línea, CGMCOSMOS-L

Las celdas CGMCOSMOS-L están constituidas 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 de tres posiciones manual tipo B, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los conductores de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Dispone también de captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los conductores de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

A continuación se detallan las características eléctricas y físicas de la celda CGMCOSMO-L:

Características eléctricas		
Tensión asignada [kV]		24
Frecuencia asignada [Hz]		50
Intensidad asignada [A]		400
Nivel de aislamiento	Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases [kV]	50
	Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta) [kV]	125
Interruptor-seccionador		
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]		400
Poder de corte conductores en vacío [A]		50
Poder de corte bucle cerrado [A]		400
Poder de corte de falta a tierra [A]		300
Poder de corte de conductores y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra [A]		100
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]		40
Seccionador de puesta a tierra		
Poder de cierre del seccionador de puesta a tierra (valor de pico) [kA]		40

Tabla 1: características eléctricas CGMCOSMOS-L

Características físicas	
Ancho [mm]	365
Fondo[mm]	735
Alto [mm]	1740
Peso [Kg]	95

Tabla 2: dimensiones y peso CGMCOSMOS-L

7.2.1.3 Celdas de protección con interruptor automático, CGMCOSMOS-V

La CGMCOSMOS-V de Ormazabal está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas (SF6) que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los conductores de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión del conductor es inferior-frontal mediante bornas enchufables.

La celda CGMCOSMOS-V también presenta captadores capacitivos para la detección de tensión en los conductores de acometida y lleva un sistema de alarma sonora 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 detallan las características eléctricas y físicas de la celda CGMCOSMO-V:

Características eléctricas		
Tensión asignada [kV]		24
Frecuencia asignada [Hz]		50
Intensidad asignada [A]		400
Nivel de aislamiento	Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases [kV]	50
	Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta) [kV]	125
Interruptor Automático		
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]		400
Poder de corte en cortocircuito [kA]		16
Poder de cierre (cresta) [kA]		40
Interruptor-seccionador		
Poder corte asignado de corriente principalmente activa [A]		400
Poder de cierre del interruptor principal [kA]		40
Seccionador de puesta a tierra		
Poder de cierre de interruptor principal [kA]		40

Tabla 3: características eléctricas CGMCOSMOS-V

Características físicas	
Ancho [mm]	480
Fondo[mm]	850
Alto [mm]	1740
Peso [Kg]	218

Tabla 4: dimensiones y peso CGMCOSMOS-V

7.2.1.3.1 Relé de protección

La celda de protección CGMCOSMOS-V con interruptor automático en vacío está controlada por un relé de protección, concretamente el ekorRPG-201A de Ormazabal. Dicho relé accionará el interruptor automático proporcionando protección para el transformador, protección general y de línea. Además para posibles ampliaciones es capaz de proporcionar protección para baterías de condensadores y motores.

- **Celda de Protección General:** en la celda de protección general el ekorRPG-201A se conectará a los captadores de intensidad con los que viene equipado (transformadores toroidales de intensidad) para detectar sobreintensidad de fases y sobreintensidades de fuga a tierra para accionar el interruptor automático.

- **Celda de protección del transformador:** en las celdas de protección del transformador el ekorRPG-201A se conectará de igual forma que para la Celda de Protección General, contando además con una conexión con el termómetro del transformador para protegerlo, desconectado el interruptor automático en caso de aumento de la temperatura del transformador.

Características del ekorRPG-201A		
Funciones		Sobreintensidad de fases, sobreintensidad de fuga a tierra, ultrasensible de fuga a tierra, termómetro (disparo externo).
Alimentación	Corriente alterna [Vac]	24 a 110
	Corriente continua [Vdc]	24 a 125
	Frecuencia [Hz]	50
Entradas de intensidad	Fase primario [A]	5 a 630
	Tierra [A]	0,5 a 50
	I térmica/dinámica [A]	20/50
	Impedancia [Ω]	0,1
Entradas		Cuenta con tres captadores de intensidad de fase, una entrada digital (disparo exterior) y dos salidas digitales

Tabla 5: características relé de protección ekorRPG-201A

7.2.1.4 Celdas de protección con fusibles, CGMCOSMOS-P

La celda CGMCOSMOS-P del fabricante Ormazabal dispone 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 conductores de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. La Celda CGMCOSMOS-P dispone de la misma alarma sonora que la Celda CGMCOSMOS-V, realizando las mismas acciones.

Características eléctricas		
Tensión asignada [kV]		24
Frecuencia asignada [Hz]		50
Intensidad asignada [A]		400
Nivel de aislamiento	Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases [kV]	50
	Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta) [kV]	125
Interruptor-seccionador		
Poder corte asignado de corriente principalmente activa [A]		200
Poder de cierre del interruptor principal [kA]		40
Seccionador de puesta a tierra		
Poder de cierre de interruptor principal [kA]		2,5

Tabla 6: Características eléctricas CGMCOSMOS-P

Características físicas	
Ancho [mm]	470
Fondo[mm]	735
Alto [mm]	1740
Peso [Kg]	140

Tabla 7: dimensiones y peso CGMCOSMOS-V

Tanto la Celda de Protección CGMCOSMOS-V mediante Interruptor Automático como la Celda de protección CGMCOSMOS-P mediante fusibles proporcionan protección frente a sobreintensidades. La sobreintesidad es una intensidad superior a la nominal y puede producir a su tiempo una sobrecarga o un cortocircuito. Se entiende por sobrecarga un aumento de corriente que sobrepasa la corriente nominal sin que haya defecto del aislamiento y por cortocircuito a una conexión de poca impedancia entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial, dando lugar a una intensidad muy elevada.

7.2.1.5 Celdas de Medida, CGMCOSMOS-M

La celda CGMCOSMOS-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

A continuación encontramos las principales características de la Celda de Medida CGMCOSMOS-M y de los transformadores de tensión e intensidad que se instalarán.

Características Eléctricas		
Tensión asignada [kV]		24
Frecuencia [Hz]		50
Intensidad asignada		400/630
Aislamiento	Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min) [kV]	50
	Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo [kV]	125

Tabla 8: características eléctricas CGMCOSMOS-M

Características físicas	
Ancho [mm]	800
Fondo[mm]	1025
Alto [mm]	1740
Peso [Kg]	165

Tabla 9: dimensiones y peso CGMCOSMOS-V

7.2.1.5.1 Transformadores de tensión e intensidad

Se instalarán tres transformadores de tensión (3TT) y tres de intensidad (3TI) de aislamientos secos y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Transformadores de tensión		
Relación de transformación [V]		22000/V3-110/V3
Sobretensión admisible en permanencia		1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas
Medida	Potencia	25 VA
	Clase de precisión	0,5

Tabla 10: parámetros de los transformadores de tensión

Transformadores de intensidad		
Relación de transformación [A]		10 - 20/5
Intensidad térmica		80 In (mín. 5 kA)
Medida	Potencia	15 VA
	Clase de precisión	0,5s

Tabla 11: parámetros de los transformadores de intensidad

7.2.2 Conexiones de la Aparamenta

Entre los embarrados superiores de las Celdas se realizaran conexiones eléctricas mediante los conectores Ormalink de Ormazabal y entre los conductores de Media Tensión y las Celdas se

realizaran las conexiones con bornas enchufables o bornas atornillables de la marca 3M. A continuación encontramos descrito cada caso.

7.2.2.1 Conexiones entre embarrados de las Celdas

Como se ha comentado las conexiones entre las Celdas se realizarán con los conectores Ormalink, estos permiten realizar la conexión eléctrica entre diferentes módulos del sistema CGMCOSMOS. Mantienen los valores nominales de aislamiento, así como las intensidades asignadas y de cortocircuito y controlan el campo eléctrico.

En la Ilustración 1 podemos ver los conectores Ormalink y su disposición en las Celdas.

Ilustración 2: conectores Ormalink

7.2.2.2 Conexiones entre Conductores de M.T. y Celdas de M.T.

- **Conectores enchufables:** se instalarán conectores enchufables en las conexiones entre los puentes del Transformador y la Celda de Protección del mismo. Los conectores a instalar serán de la marca 3M de 250A, modelo 93-EE 8x5-2. Sus características principales las encontramos en la Tabla 12 y en la Ilustración 2 podemos ver la constitución del conector.

Capacidades Eléctricas Nominales	Valores
Tensión máxima de la línea [kV]	24
Impulso [kV]	125
Resistencia AC (5 min.) [kV]	57
Intensidad nominal [A]	250
Sobrecarga (8 hrs max.) [A]	300
Resistencia al cortocircuito [kA/s]	12,5
Tipo de Pasatapas	Tipo A

Tabla 12: características eléctricas conector enchufable

Ilustración 3: conector enchufable 250A marca 3M

- **Conectores atornillables:** se instalaran conectores enchufables en las conexiones de los puentes de las Celdas de Línea de 630A. Los conectores que se instalarán serán de la marca 3M, modelo 93-EE 9x5-6. Sus características principales las encontramos en la Tabla 13 y en la Ilustración 3 podemos ver la constitución del conector.

Capacidades Eléctricas Nominales	Valores
Tensión máxima de la línea [kV]	24
Impulso [kV]	125
Resistencia AC (5 min.) [kV]	57
Intensidad nominal [A]	630
Sobrecarga (8 hrs max.) [A]	900
Resistencia al cortocircuito [kA/s]	35
Tipo de Pasatapas	Tipo C

Tabla 13: características eléctricas conector atornillable

Ilustración 4: conector atornillable 630A marca 3M

Puentes: se empleará el término "Puentes" en la presente Memoria Descriptiva para denominar a los conductores que van desde el Transformador a su respectiva Celda de Protección o a los conductores entre Celdas, dándose diferentes posibilidades de conexión que se indicaran en cada caso. También para los conductores que une el Transformador al cuadro o a los cuadros de baja tensión se empleará el término "Puentes".

7.2.3 Conductores de Media Tensión

Para realizar todos los puentes de Media Tensión de todos los Centros de Transformación se empleara el conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16 de General Cable de tensión asignada 12/20kV, formado por conductores de aluminio, con aislamiento de XLPE (polietileno reticulado) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Todos los puentes se realizarán con una sección de 95 mm^2.

Características Conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16	
Radio [mm]	30,6
Intensidad máxima admisible al aire (40 ^oC) [A]	255
Intensidad máxima admisible enterrado (25 ^oC) [A]	205
Reactancia, X_L [Ω/km]	0,125
Capacidad, C [µF/km]	0,198

Tabla 14: características conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16

7.2.4 Tubos y bandejas

7.2.4.1 Tubos

A continuación se describe el tubo que se empleara en los Centros de Transformación, éstos se instalarán en los puentes de los C.T. de Media Tensión, los cuales se describen detalladamente en el Punto "Puentes" de cada Centro de Transformación.

Los tubos a instalar serán de la marca Tupersa modelo TIPO N 450nw, flexibles, de 200 mm de radio exterior con una resistencia a la compresión de 450N y cumplen la Norma UNE-EN 50086/2-4.

7.2.4.2 Bandejas

En los puentes de Baja Tensión, entre el transformador y el cuadro de baja tensión los conductores se instalarán en bandejas aislantes.

Se instalarán bandejas de la marca Unex, modelo 66, las cuales son no propagadoras de la llama, de color gris RAL 7035, perforadas y cumplen la Norma UNE 50065-1. Las bandejas a instalar en todos los Centros de Transformación serán de 60 mm de ancho y 200mm de largo.

7.2.5 Conductores de Baja Tensión

Los puentes de Baja Tensión, es decir, la conexión eléctrica entre las salidas de Baja Tensión del transformador y el cuadro de Baja Tensión descrito en el punto anterior se realizará con conductores unipolares ENERGY TRI-AL RVZ-AL de la marca General Cable de tensión asignada 0,6/1kV. El conductor es de aluminio semirrígido clase 2, con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) y cubierta exterior de Policloruro de vinilo (PVC). En todos los puentes se instalará una sección de 240 mm^2 para las fases y neutro de 150 mm^2.

Características Conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16	
Radio [mm]	58
Intensidad máxima admisible al aire (40 ^{o}C) [A]	390
Intensidad máxima admisible enterrado (25 ^{o}C) [A]	340

Tabla 15: características ENERGY TRI-AL RVZ-AL

7.2.6 Cuadro de Baja Tensión

En todos los Centros de Transformación de la Urbanización El Tajinaste se instalarán uno o dos cuadros, según corresponda de Baja Tensión para la Red de Distribución.

Cuando se instale un solo cuadro (4 circuitos) se colocará el modelo CBTG 1600A AC4 y cuando se instale dos (8 circuitos) cuadros se instalará el modelo CBGT 1600 4/8. Ambos modelos

disponen de conexión para grupo electrógeno en caso de emergencia y cada cuadro dispone de 4 bases tripolares verticales cerradas aptas para cortacircuitos fusibles de tamaño NH-2 de 400A.

Características Cuadro Baja Tensión		
Tensión asignada [V]		440
Corriente asignada [A]		1600
Intensidad nominal por salida [A]		400
Tensión de ensayo a frecuencia industrial	Entre partes activas [V]	2500
	Entre partes activas y masa [kV]	10
Tensión de ensayo a onda tipo rayo	Entre partes activas y masa [kV]	20

Tabla 16: características cuadro Baja Tensión STUK

7.3 Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL

El CT-HOTEL y el CT-CULTURAL son centros de trasformación Tipo Cliente en los que la medida de energía eléctrica se realizará en Media Tensión. Dada la similitud de ambos centros de transformación los cuales comparten características constructivas y eléctricas así como aparamenta idéntica, a continuación se describen dichos centros de manera conjunta diferenciando aquellos aspectos puntuales en lo que si mantienen diferencias.

7.3.1 Centro de Entrega

Cada Centro de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL tienen asociado un único Centro de Entrega que podemos encontrar en el Plano 03 “Plano de Planta del CT-URBANIZACIÓN” y en el Plano 12 “Esquema M.T. Centro de Transformación” como “CENTRO DE ENTREGA”. Tal y como se ha justificado en el Punto 4 “Solución adoptada” del Capítulo 2 de la Memoria Justificativa de los Centros de Transformación, los C.T. Tipo Cliente deberán disponer del Centro de Entrega estableciendo éste el límite de la propiedad entre la empresa distribuidora y el cliente.

7.3.1.1 Aparamenta CENTRO DE ENTREGA

La edificación para el Centro de Entrega de los CT-HOTEL y CT-CULTURAL será compartida pero cada uno contará con su aparamenta independiente.

Se instalarán tres celdas de Línea CGMCOSMOS-L por cada Centro de Transformación, entrada de la línea de M.T., salida de la línea y seccionamiento del cliente. En el Plano 08 “Plano de

Planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta" y en Plano 12 "Esquema M.T. Centro de Transformación" las encontramos nombradas como:

CT-HOTEL

- CLE1: Celda de Línea de entrada
- CLS1: Celda de Línea de salida.
- CLC1: Celda de Línea de seccionamiento de cliente.

CT-CULTURAL

- CLE3: Celda de Línea de entrada
- CLS2: Celda de Línea de salida.
- CLC2: Celda de Línea de seccionamiento de cliente.

7.3.1.1.1 Situación de la aparamenta del CENTRO DE ENTREGA

Las Celdas correspondientes al CT-HOTEL, es decir, CLE1, CLS1, CLC1 se colocaran a 1,5 m de la fachada Sur del CENTRO DE ENTREGA y junto a la pared de división Oeste pero separadas de ésta 0,12 m.

Las Celdas correspondientes al CT-CULTURAL, es decir, CLE3, CLS2, CLC2 se colocaran a 3,56 m de la fachada Sur del CENTRO DE ENTREGA y junto a la pared de división Oeste pero separadas de ésta 0,12 m.

La colocación de las Celdas la podemos encontrar en el Plano 08 "Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta".

7.3.2 Transformadores

En el Centro de Transformación CT-HOTEL se instalará un transformador con una potencia aparente de 250kVA y en el Centro de Transformación CT-CULTURAL se instalará un transformador con una potencia aparente de 400kVA, ambos de la marca ORMAZABAL. Los transformadores son trifásicos reductores de tensión, construidos según las normas CEI 60076-X y UNE 21428, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío. A continuación se recogen las características eléctricas y dimensiones de ambos transformadores.

Los transformadores los podemos encontrar En el Plano 08 “Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta” y en Plano 12 “Esquema M.T. Centro de Transformación” nombrados como:

- TRAFO-H: transformador correspondiente al CT-HOTEL.
- TRAFO-C: transformador correspondiente al CT-CULTURAL.

7.3.2.1 Transformador de CT-HOTEL, TRAFO-H

Características Eléctricas			
Potencia asignada [kVA]			250
Tensión del primario [kV]			20
Tensión del secundario [V]			420
Grupo de conexión			Dyn11
Pérdidas en vacío [W]			530
Pérdidas en carga [W]			3250
Impedancia de cortocircuito (%) a 75 °C			4
Nivel de potencia acústica [dB]			60
Caída de tensión a plena carga (%)		$\cos\varphi = 1$	1,37
		$\cos\varphi = 0{,}8$	3,33
Rendimiento (%)	Carga 100%	$\cos\varphi = 1$	98,51
		$\cos\varphi = 0{,}8$	98,15
	Carga 75%	$\cos\varphi = 1$	98,76
		$\cos\varphi = 0{,}8$	98,45
Frecuencia [Hz]			50
Regulación de tensión:			+/-5% +/-2,5%
Tensión de cortocircuito (Ecc) (%)			4
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento) [kV]			24
Tensión soportada asignada de Impulso tipo rayo (1.2 / 50 µs) [kV]			50
Protección incorporada del transformador: Termómetro			
Sistema de refrigeración: Aceite, llenado integral			
Normas que cumple: UNE 21428, EN 50464, IEC 60076, IEC 60296.			

Tabla 17: características eléctricas transformador 250kVA

Dimensiones [mm]	
Largo	1376
Ancho	930
Alto a tapa	915
Alto a MT, borna enchufable	1004
Alto a BT, Palas	1149
Distancia entre ruedas	670
Ancho de ruedas	40
Diámetro de ruedas	125
Volumen de aceite [litros]	260
Peso [Kg]	1010

Tabla 18: dimensiones transformador 250kVA

7.3.2.2 Transformador de CT-CULTURAL, TRAFO-H

Características Eléctricas			
Potencia asignada [kVA]			400
Tensión del primario [kV]			20
Tensión del secundario [V]			420
Grupo de conexión			Dyn11
Pérdidas en vacío [W]			750
Pérdidas en carga [W]			4600
Impedancia de cortocircuito (%) a 75 °C			4
Nivel de potencia acústica [dB]			63
Caída de tensión a plena carga (%)		$\cos\varphi = 1$	1,22
		$\cos\varphi = 0{,}8$	3,25
Rendimiento (%)	Carga 100%	$\cos\varphi = 1$	98,68
		$\cos\varphi = 0{,}8$	98,36
	Carga 75%	$\cos\varphi = 1$	98,90
		$\cos\varphi = 0{,}8$	98,63
Frecuencia [Hz]			50
Regulación de tensión:			+/-5% +/-2,5%
Tensión de cortocircuito (Ecc) (%)			4
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento) [kV]			24
Tensión soportada asignada de Impulso tipo rayo (1.2 / 50 µs) [kV]			50
Protección incorporada del transformador: Termómetro			
Sistema de refrigeración: Aceite, llenado integral			
Normas que cumple: UNE 21428, EN 50464, IEC 60076, IEC 60296.			

Tabla 19: características eléctricas transformador 400kVA

Dimensiones [mm]	
Largo	1537
Ancho	941
Alto a tapa	1004
Alto a MT, borna enchufable	1093
Alto a BT, Palas	1238
Distancia entre ruedas	670
Ancho de ruedas	40
Diámetro de ruedas	125
Volumen de aceite [litros]	330
Peso [Kg]	1330

Tabla 20: dimensiones transformador 400kVA

7.3.2.2.1 Situación de los transformadores

El TRAFO-H y el TRAFO-C se encontrarán situados a 3,17 m de la fachada Sur y a 1,5 m de la pared delimitadora Oeste.

La disposición de los trafos se recoge en el Plano 08 "Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta"

7.3.3 Aparamenta Media Tensión

En los centros de transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL se instalarán cuatro celdas de media tensión en cada uno.

7.3.3.1 Celdas de línea

Cada centro de transformación Tipo Cliente llevará una celda modular de línea modelo CGMCOSMOS-L de la marca Ormazabal, utilizadas para el remonte de los conductores que forman el circuito de alimentación y poder interrumpir el suministro aguas abajo de la celda de línea.

Nombradas en el Plano 08 y Plano 12 como:

- CLE2: celda de entrada de Línea de CT-HOTEL
- CLE2: celda de entrada de Línea de CT-CULTURAL

7.3.3.2 Celdas de protección general y protección del transformador

Los centros de transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL dispondrán de dos celdas CGMCOSMOS-V de protección general con interruptor automático accionado por relé. Una para proteger las instalaciones privadas y la otra para proteger el transformador.

Nombradas en el Plano 08 y Plano 12 como:

- CGP1: celda de protección general de CT-HOTEL
- CPT1: celda de protección del transformador de CT-HOTEL

- CGP1: celda de protección general de CT-CULTURAL
- CPT2: celda de protección del transformador de CT-CULTURAL

Los interruptores automáticos serán configurados por la empresa distribuidora.

7.3.3.3 Celdas de Medida

En estos dos centros de transformación Tipo Cliente dado que se medirá la energía consumida en alta tensión se deberá instalar en cada uno una Celda de Medida, concretamente la celda CGMCOSMOS-M de Ormazabal.

Nombradas en el Plano 08 y Plano 12 como:

- CM1: celda de medida del CT-HOTEL.
- CM2: celda de medida del CT-CULTURAL.

7.3.4 Conexiones CENTRO DE ENTREGA, CT-HOTEL y CT-CULTURAL

En los Centros de Transformación se realizarán dos tipos de conexiones, las conexiones entre los embarrados de las Celdas y las conexiones entre los conductores y las Celdas o transformador, los puentes.

7.3.4.1 Conexiones entre barras

Las conexiones entre los embarrados de las Celdas se realizaran con conectores Ormalink, los cuales se han descrito anteriormente. Se deberán colocar tres conectores Ormalink para conectar dos Celdas, un conector por fase.

- Centro de Entrega: 12 conectores Ormalink.
- CT-HOTEL: 6 conectores Ormalink.
- CT-CULTURAL: 6 conectores Ormalink.

7.3.4.2 Puentes

7.3.4.2.1 Media Tensión

Los puentes que a continuación se describen y los cuales podemos ver en el Plano 12 se realizarán con cable HERSATENE RHZ1-OL H-16 de General Cable de 95mm^2 y soterrados bajo tubo a una profundidad de 0,8 m. El tubo que se deberá colocar es de la marca Tupersa modelo TIPO N 450nw que se ha descrito anteriormente.

En la siguiente tabla encontramos los puentes que se deben realizar y la numeración que les corresponde, en el" Esquema M.T. Centro de Transformación" Plano 12 se recoge los puentes y la numeración.

Puentes Media Tensión		
Nº del Puente	Origen	Destino
1	CLS1	CLE3
2	CLC1	CLE2
3	CLS2	CLE5
4	CLC2	CLE4
5	CPG1	CM1
6	CPT1	TRAFO-H
7	CPG2	CM2
8	CPT2	TRAFO-C

Tabla 21: puentes de M.T. de CT-HOTEL y CT-CULTURAL

La conexión de los puentes 7 y 8 tanto a la Celda de Protección como al trafo se realizará con los conectores enchufables de la marca 3M de 250A, modelo 93-EE 8x5-2, uno por cada fase, en total 12 conectores enchufables.

La conexión del resto de puentes se realizará con los conectores atornillables de la marca 3M, modelo 93-EE 9x5-6 de 630A, uno por cada fase, es decir, tres en cada conexión, en total 36 conectores atornillables.

7.3.4.2.2 Baja Tensión

Los puentes entre las salidas de los transformadores y el cuadro de baja tensión se realizaran con el conductores unipolares ENERGY TRI-AL RVZ-AL de la marca General Cable e irán instalados en bandejas, tanto las características de los cables como las bandejas se han descrito anteriormente.

- CT-HOTEL: un conductor por fase de 240mm^2 y neutro de 150mm^2
- CT-CULTURAL: dos conductores por fase de 240mm^2 y neutro de 150mm^2

En la siguiente tabla encontramos los puentes que se deben realizar y la numeración que les corresponde, en el Plano 12 “Esquema de M.T. Centro de Transformación” podemos ver los puentes y la numeración.

Puentes Baja Tensión		
Nº del Puente	Origen	Destino
9	TRAFO-H	CBT-H
10	TRAFO-C	CBT-C

Tabla 22: puentes de B.T. de CT-HOTEL y CT-CULTURAL

7.3.5 Cuadro de Baja Tensión

En cada Centro de Transformación, CT-HOTEL y CT-CULTURAL se deberá instalar un cuadro de baja Tensión desde el que partirá la Red de Distribución, descrita en el Capítulo 5 "Red de Distribución de Baja Tensión" y en el que se alojaran las protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas. El cuadro a instalar es el modelo CBTG 1600A AC4 de la marca STUK descrito anteriormente.

La situación de los cuadros de Baja Tensión se recoge en el Plano 08 y las conexiones eléctricas en el Plano 12, diferenciados como:

- CBT-H: cuadro de Baja Tensión del CT-HOTEL.
- CBT-C: cuadro de Baja Tensión del CT-CULTURAL.

7.3.5.1 Fusibles

Para la protección de sobreintensidades aguas abajo del cuadro de baja tensión de los Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL se usarán fusibles de la marca SIBA de cerámica, tipo gG y de tamaño NH-2 con poder de corte de 120 kA.

En cada cuadro de Baja Tensión se instalarán 6 fusibles de intensidad nominal 315A, cuadros CBT-H y CBT-C.

7.3.6 Puesta a tierra

En los Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL se instalarán dos puestas a tierras, la puesta a tierra de protección y la puesta a tierra de servicio.

En el CENTRO DE ENTREGA sólo se instalará la puesta a tierra de protección.

En los tres Centros se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Instalar un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3m embebido en el suelo de hormigón y conectado a la puesta a tierra de protección por dos puntos.
- Las partes metálicas del interior se conectarán al mallazo.
- Las puertas y rejillas de ventilación del exterior no se conectarán al mallazo.

7.3.6.1 Puesta a tierra de protección

CENTRO DE ENTREGA

Se deberá realizar un rectángulo con conductor de cobre de 50mm2 de 5x2,5 m a una profundidad de 0,8 m, en cada esquina del rectángulo y en las mitades de los lados se deberá conectar una pica, en total 8 picas, y que éstas formen una longitud de 8 metros de profundidad.

CT-HOTEL y CT-CULTURAL

En ambos Centros de Transformación se deberá realizar un rectángulo con un conductor de cobre de 50mm^2 de 5x3m a una profundidad de 0,8 m, en cada esquina del rectángulo y en las mitades de los lados se deberá conectar una pica, en total 8 picas y que éstas formen una longitud de 6 metros de profundidad.

Las picas a instalar en los tres Centros serán de la marca KLK roscadas modelo PR 20 RU de 14mm de diámetro y de acero con cubierta de cobre, con una longitud de 2m.

Teniendo en cuenta la longitud de las picas, en cada esquina y en mitad del rectángulo se instalarán 3 picas en CT-HOTEL y CT-CULTURAL y 4 picas en CENTRO DE ENTREGA.

La disposición de las picas en los Centros de Transformación y en el Centro de Entrega se recoge en el Plano 09 "Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Puesta a Tierra".

7.3.6.2 Puesta a tierra de servicio

La puesta a tierra de servicio se realizará con picas idénticas a las de la puesta a tierra de protección. Se instalarán 6 picas en hilera separadas entre ellas 6 metros y que tengan una longitud total de 4 metros de profundidad, es decir, en cada punto se deberán instalar 2 picas. Las picas deberán quedan enterradas a una profundidad de 0,8m.

Las picas de la tierra de servicio quedarán instaladas a 19 m de separación del CT-URBANIZACIÓN, frente al mismo. La conexión entre las picas de puesta tierra y el neutro del transformador se realizará con cable RV 0,6/1kV de la marca General Cable de 35mm^2 de sección de color verde-amarillo e instalado bajo tubo de PVC de la marca Tupersa de 25 mm de diámetro.

7.4 Centro de Transformación CT-VIVIENDAS

El CT-VIVIENDAS es un Centro de Transformación Tipo Compañía que dará suministro eléctrico a las 107 viviendas unifamiliares de la Urbanización El Tajinaste y al alumbrado público a una tensión de 400V entre fases y 230V entre fase y neutro, a la frecuencia industrial de 50Hz.

7.4.1 Programa de necesidades

El Centro de Transformación CT-VIVIENDAS y los demás Centros de Transformación quedarán conectados en una configuración radial o en antena, es decir, el suministro de energía eléctrica se realiza sólo por una vía de alimentación, la Red de Media Tensión que proviene del Centro de Transformación del barrio colindante. Al quedar conectado en antena si produce un corte del suministro de la red de alimentación, todas las viviendas, hoteles rurales y Parcela Cultural se

quedarán sin suministro eléctrico, esta situación se podría evitar conectando el Centro de Transformación en una configuración en anillo, es decir, que el Centro de Transformación quede interconectado entre dos redes de Media Tensión.

La empresa suministradora, dada la localización de la Urbanización El Tajinaste no tiene previsto realizar una configuración en anillo. Teniendo en cuenta que la Urbanización El Tajinaste se plantea como una Urbanización con viviendas de carácter lujoso se pretende que dichas viviendas tengan los mínimos cortes eléctricos posibles, ya sean por fallo en la Red de Media Tensión o por mantenimientos o averías en el Centro de Transformación.

7.4.2 Solución adoptada

La propuesta técnica que se describe a continuación se plantea como solución a los cortes eléctricos debidos a averías o mantenimientos del C.T. En el Capítulo 4 "Suministro de Reemplazamiento" se da solución a los cortes eléctricos aguas arriba del Centro de Transformación.

Para minimizar los posibles cortes eléctricos en el CT-VIVIENDAS se adopta la medida de instalar dos transformadores de potencia de 400 kVA cada uno. Los transformadores podrán funcionar de forma simultánea o independientemente, la gestión del funcionamiento estará controlada por un sistema de automatización, además también podrán conmutar su funcionamiento de forma manual.

7.4.3 Sistema de Automatización

Como se ha comentado en el CT-VIVIENDAS se deberá instalar un sistema de automatización que controlará la conexión y desconexión de los dos transformadores.

7.4.3.1 Funcionamiento manual

Con el sistema de Automatización que se describe a continuación se podrá conectar y desconectar los transformadores manualmente tanto su lado de Media Tensión como su lado de Baja Tensión para realizar los mantenimientos oportunos.

Para poder desconectar un transformador manualmente se deberá cumplir lo siguiente:

- Sólo se permitirá deslastrar un transformador manualmente entre la 1h y las 12h en invierno y entre las 2h y las 13h en verano.
- Para poder desconectar un transformador se deberá verificar mediante el analizador de Redes Descrito en el Punto X que el potencia demanda en ese instante es inferior a 366,5 kVA.

7.4.3.2 Funcionamiento automático

Conmutación

Los transformadores conmutarán su funcionamiento de forma automática, es decir, cuando el sistema de automatización detecte un incremento de la demanda de potencia superior al 50% del valor máximo de potencia prevista se conectará el transformador que estaba en reposo con lo que se dispondrá del 100% de la potencia.

También el sistema de automatización será capaz de alternar los transformadores, es decir, el transformador que se conecta cuando la potencia se incrementa por encima del 50% será el que continúe activo una vez la potencia descienda de dicho valor y desconectará el otro transformador.

Según los cálculos realizados en el Punto 9.1.3.2 "Funcionamiento Automático" del Capítulo 2 de la Memoria Justificativa, el segundo transformador se conectará automáticamente cuando la potencia demandada sea superior a 366,5 kVA y se desconectará el trafo que estaba activo anteriormente a la conexión cuando la potencia sea inferior a 366,5 kVA durante 30 minutos. El ciclo de conexiones y desconexiones que realizará el sistema de automatización lo encontramos en la siguiente Ilustración.

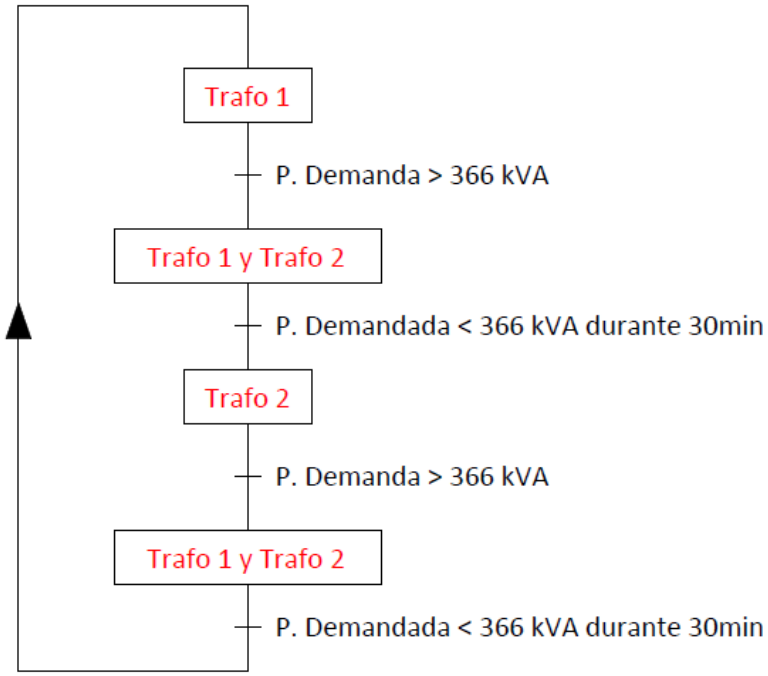


Ilustración 5: ciclo de trabajo de los transformadores automatizados

Desconexión del CT-VIVIENDAS

Otra de las funciones que se implementarán con la Automatización será la desconexión de los transformadores cuando no haya suministro eléctrico. Es decir, si se detecta que la tensión cae por debajo del 70% de su valor se deshabilitará el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS para dar funcionamiento al Suministro de Reemplazamiento, descrito en el Capítulo 4 "Suministro de Reemplazamiento".

Para automatizar las funciones descritas se deberá instalar la aparamenta que se encuentra en los siguientes puntos, programar el sistema y realizar las conexiones. La aparamenta que se deberá instalar así como las conexiones están descritas en la presente Memoria Descriptiva no estando implementada la programación.

7.4.4 Transformadores

En el CT-VIVIENDAS se instalaran dos transformadores de 400kVA de la marca Ormazabal con tensión en el primario de 20kV y 420V en vacío en el secundario. Los transformadores a instalar son iguales que el instalado en el CT-CULTURAL y las características se encuentran descritas en el Punto 7.3.2 "Transformadores" del presente Capítulo.

La situación de los transformadores del CT-VIVIENDAS la podemos encontrar en el Plano 08 "Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta" y deberán quedar a 3,18 m de la fachada Sur. El TRAFO-V1 deberá quedar a 1,15m de la pared delimitante Oeste y el TRAFO-V2 quedara a 0,75m de la fachada Este.

7.4.5 Aparamenta de Media Tensión

En el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS se deberá instalar aparamenta de Media Tensión capaz de realizar maniobras de forma automática.

7.4.5.1 Celdas de Línea

Se instalarán dos Celdas de Línea modulares CGMCOSMOS-L, una para la entrada de la Red de Media Tensión y otra como salida de la Red. Las características de las mismas se encuentran descritas en al Punto X "Celdas de Línea, CGMCOSMOS-L".

En el Plano 08 "Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta") y en Plano 12 "Esquema M.T. Centros de Transformación" las encontramos nombradas como:

- CLE5: Celda de Línea de Entrada
- CLS3: Celda de Línea de Salida

7.4.5.2 Celdas de Protección

Se instalarán dos Celdas de Protección con fusibles en el CT-VIVIENDAS, una por cada transformador. Las Celdas a instalar serán las CGMCOSMOS-P de la marca Ormazabal y que podemos encontrar descritas anteriormente. Además de las características descritas en el Punto X "Celdas de protección con fusibles, CGMCOSMOS-L" las Celdas de Protección del CT-VIVIENDAS contarán con motorización, es decir, se podrá accionar el interruptor-seccionador remotamente activando el motor tipo BM.

Características Eléctricas del Motor BM	
Tensión Nominal [Vac]	230
Tiempo de arranque [s]	4
Consumo Medio [W]	50
Pico de Intensidad de Arranque [A]	8,3
Endurancia mecánica [ciclos]	10000

Tabla 23: características eléctricas motor BM Celda de Protección

Las Celdas de Protección las encontramos en el Plano 12 nombradas como:

- CPT3: Celda de Protección del Transformador TRAFO-V1
- CPT4: Celda de Protección del Transformador TRAFO-V1

En el Plano 08 encontramos la situación de las Celdas.

7.4.5.2.1 Fusibles Celda de Protección

Se instalarán tres fusibles de cartucho por cada Celda de Protección. Serán de la marca SIBA, modelo HHD-B de tensión nominal 20kV e intensidad nominal 32A. Las características del fusible son las mostradas en la Tabla 24.

Características del fusible	
Intensidad nominal [A]	32
Pode de corte [kA]	63
Tensión mínima [kV]	10
Tensión máxima [kV]	24
Pérdidas de Potencia [W]	22

Tabla 24: características fusibles M.T.

7.4.6 Aparamenta Baja Tensión

Para poder realizar la automatización, en el lado de Baja Tensión del Centro de Transformación se debe instalar una serie de equipos que permitan detener el suministro en Media Tensión de los transformadores así como detener el suministro en el lado de Baja Tensión.

7.4.6.1 Interruptor Automático Baja Tensión

Se instalarán dos Interruptores Automáticos aguas abajo de los transformadores, uno por cada transformador que permitirán interrumpir y reponer el suministro tanto manualmente como automáticamente, es decir, son Interruptores Automáticos motorizados.

En el CT-VIVIENDAS se instalarán dos Interruptores Automáticos NSX 630A de la marca Schneider Electric. Cada uno llevará un mando motorizado. Los Interruptores Automáticos proporcionarán protección contra cortocircuitos y sobrecargas. Los parámetros son configurables y deberá configurarlos la empresa distribuidora.

Características Eléctricas Interruptor Automático NSX 630A	
Tensión asignada de empleo [V]	400
Intensidad nominal [A]	630
Número de polos	4
Poder de corte último [kA]	150
Poder de corte en servicio [kA]	150
Endurancia mecánica [ciclos]	15000
Endurancia eléctrica [ciclos]	8000

Tabla 25: característica eléctricas I.A NSX 630ª

Características físicas	
Ancho [mm]	140
Fondo[mm]	110
Alto [mm]	225
Peso [Kg]	6,2

Tabla 26: dimensione pesos del NSX 630ª

7.4.6.1.1 Mando motorizado

El Interruptor Automático contará con mando motorizado, dicho mando motorizado es acoplable al Interruptor Automático NSX 630A. El mando motorizado que se deberá instalar conjuntamente con el I.A. es el MT630 de la marca Schneider Electric, a continuación encontramos sus características.

Características Eléctricas MT630	
Tiempo de respuesta de apertura [ms]	600
Tiempo de respuesta de cierre [ms]	80
Tensión de control [Vca]	24
Consumo [VA]	500

Tabla 27: características eléctricas mando motorizado

7.4.6.2 Relé Programable

Para gestionar el sistema de automatización se instarán dos relés programables por cada transformador. Los relés programables controlaran las maniobras de cierre y apertura tanto en Media Tensión como en Baja Tensión.

Los Relés Programables que se deberán instalar son los Relés inteligentes Zelio Logic-24ES-24Vca equipados con reloj y pantalla de la marca Schneider Electric.

Características Zelio Logic	
Tensión de alimentación [Vac]	24
Corriente de alimentación [mA]	280
Frecuencia [Hz]	50
Consumo [VA]	7,5
Número de entradas digitales	16
Tensión de las entradas digitales [Vac]	24
Corriente de entradas digitales [ma]	4,4
Número de salidas	10
Tensión de salidas [Vac]	24
Tiempo de ciclo [ms]	6…90
Tiempo de respuesta [ms]	5

Tabla 28: Zelio Logic características

El Zelio Logic se programará en lenguaje de diagrama de bloques (FBD) o en lenguaje de contactos (LADDER) mediante el software de la propia marca y de distribución gratuita Zelio Soft 2. Además el Relé programable permite la programación directamente en la pantalla con lenguaje de contactos, que permitirá realizar ajustes o modificaciones de manera rápida y sencilla.

7.4.6.3 Analizador de Red

Se instalará el analizador de red Power Logic PM820MG de la marca Schneider Electric para obtener los valores de potencia demandada en cada instante así como otros parámetros de interés de la red de Baja Tensión.

El analizador de red PM820MG es una central de medida de altas prestaciones capaz de medir valores rms de tensión, intensidad, frecuencia, potencia activa, reactiva y aparente así como el factor de potencia. También es capaz de medir valores de energía y valores de demanda, los valores actuales y realizar registros, así como previsiones en función de los datos almacenados en su memoria.

El Power Logic dispone de una pantalla LCD para poder visualizar todos los parámetros y alarmas. En analizador de red dispone de alarmas programadas desde fábrica y alarmas

programables, es decir, posibilidad de prefijarle un valor de alarma por exceso o por defecto de una variable y dar una señal de salida bien por sus salidas digitales o por la pantalla LCD.

Características Power Logic PM820MG	
Tensión de alimentación [Vac]	115..415
Frecuencia de la Red [Hz]	45...450
Consumo de potencia [VA]	15
Corriente de medición [A]	5
Tensión de medida entre fases[V]	0..600V
Tensión de medida fase-neutro [V]	0…347
Número de salidas digitales	1
Mediciones: factor de potencia, energía, potencia activa, reactiva, aparente, frecuencia, tensión, corriente. Todos los parámetros tanto por fases como por fase-neutro	

Tabla 29: Power Logic PM320MG características

7.4.6.4 Armario automatización

Para albergar toda la Aparamenta correspondiente al sistema de automatización se instalará un armario modelo Prisma Plus Sistema P de la marca Schneider Electric con capacidad para 4000A.

El Armario Prisma Plus está constituido por:

- Una placa soporte dedicada para instalar la aparamenta.
- Una tapa frontal para evitar el acceso directo a las partes en tensión.
- Conexiones prefabricadas al juego de barras.
- Dispositivos para realizar la conexión en destino.

El armario tiene unas dimensiones de 2m de alto, profundidad de 0,5m y un ancho de 0,4m

En el armario de Automatización se instalará:

- El analizador de red
- Los dos relés programables
- Un embarrado
- Transformadores de intensidad en el embarrado
- Transformador de tensión

7.4.6.4.1 Embarrado

El en interior del armario, verticalmente, se instará un embarrado, una barra por fase y una para el neutro con capacidad para 1200A, las barras son de cobre con una longitud de 1675 mm con una sección de 50x10 mm.

7.4.6.4.2 Transformadores

Se instalaran tres transformadores de intensidad en las barras y un transformador de tensión para la alimentación de la automatización a 24Vac.

Transformador de intensidad	
Intensidad por el secundario [A]	5
Intensidad por el primario [A]	1250
Precisión	0,5

Tabla 30: características transformadores de intensidad

Transformador de tensión	
Tensión del primario [Vac]	230
Tensión del secundario [Vac]	24
Potencia [VA]	100

Tabla 31: características trasformador de tensión

La situación del Armario de Automatización se encuentra en el Plano 08 y las conexiones en el Plano 12 “Esquema M.T. Centros de Transformación” en dicho esquema el plano esta nombrado como “AA”.

7.4.6.5 Cuadro de Baja Tensión

En el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS se deberá instalar un cuadro de baja Tensión desde el que partirá la Red de Distribución, descrita en el Capítulo 5 “Red de Distribución de Baja Tensión” y en el que se alojaran las protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas. El cuadro a instalar es el modelo CBGT 1600 4/8 de la marca STUK descrito anteriormente.

Los cuadros se han nombrado como “CBT-V1 y CBT-V2”.

El cuadro CBGT 1600 4/8 lo constituye un cuadro de 4 circuitos y su módulo de ampliación para otros 4 circuitos.

7.4.6.5.1 Fusibles

Para la protección de sobreintensidades aguas abajo del cuadro de baja tensión del CT-VIVIENDAS se usarán fusibles de la marca SIBA de cerámica, tipo gG y de tamaño NH-2 con poder de corte de 120 kA.

En cada cuadro de Baja Tensión se instalarán 15 fusibles, 3 por cada circuito de Baja Tensión (5 circuitos) de intensidad nominal 315A. La salidas libres del cuadro de Baja Tensión quedarán para dar suministro al alumbrado público.

Para los circuitos de alumbrado público no se instarán fusibles dado que el presente Trabajo Fin de Grado no contempla la instalación de alumbrado.

7.4.7 Conexiones CT-VIVIENDAS

En el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS se realizarán varios tipos de conexiones,

- Conexiones entre los embarrados de las Celdas
- Puentes entre las Celdas
- Puentes entre la Celda de Protección y el transformadores,
- Puentes entre los transformadores y los interruptores automáticos de B.T.
- Puentes entre los I.A. y el embarrado
- Puentes entre el embarrado y el Cuadro de Baja Tensión.

7.4.7.1 Conexiones entre barras

Las conexiones entre los embarrados de las Celdas se realizaran con conectores Ormalink, los cuales se han descrito anteriormente. Se deberán colocar tres conectores Ormalink para conectar dos Celdas, un conector por fase, en total se deberán instalar 9 conectores.

7.4.7.2 Puentes

7.4.7.2.1 Media Tensión

Los puentes que a continuación se describen y los cuales podemos ver en el Esquema 12 "Esquema de M.T. Centros de Transformación" se realizarán con cable HERSATENE RHZ1-OL H-16 de General Cable de 95mm^2 y soterrados bajo tubo a una profundidad de 0,8 m. El tubo que se deberá colocar es de la marca Tupersa modelo TIPO N 450nw que se ha descrito anteriormente.

En la siguiente tabla encontramos los puentes que se deben realizar y la numeración que les corresponde, en el Esquema 12 "Esquema de M.T. Centro de Transformación" podemos ver los puentes y la numeración.

Puentes Media Tensión		
Nº del Puente	Origen	Destino
11	CPT3	TRAFO-V1
12	CPT4	TRAFO-V2

Tabla 32: puentes de M.T. de CT-VIVIENDAS

La conexión de los puentes 11 y 12 tanto a la Celda de Protección como al trafo se realizará con los conectores enchufables de la marca 3M de 250A, modelo 93-EE 8x5-2, uno por cada fase, en total 12 conectores enchufables.

7.4.7.2.2 Baja Tensión

Los puentes de Baja Tensión los encontramos en la siguiente Tabla y en el Plano 12 y se realizarán con los conductores descritos en el Punto 7.2.5 “Conductores de Baja Tensión”.

Puentes Media Tensión		
Nº del Puente	**Origen**	**Destino**
13	TRAFO-V1	Interruptor Automático
14	TRAFO-V2	Interruptor Automático
15	Interruptor Automático	Embarrado
16	Interruptor Automático	Embarrado
17	Embarrado	CBT-V1 y CBT-V2

Tabla 33: puentes de Baja Tensión del CT-VIVIENDAS

- Los puentes 13, 14, 15 y 16 se realizarán dos conductores por fase de 240mm^2 y neutro de 150mm^2.
- El puente 17 se realizará con 4 conductores por fase de 240mm^2 y 3 conductores para el neutro de 240mm^2.

7.4.7.3 Conexiones de Automatización

Se realizarán diversas conexiones para llevar a cabo las comunicaciones que permitirán la automatización descrita, las conexiones se recogen en el Plano 11 “Esquema Automatización CT-VIVIENDAS”.

- Se deberá conectar el analizador de red PM820 al suministro eléctrico y a los transformadores de intensidad colocados en las barras del armario de automatización.
- La salida digital del analizador de red se deberá conectar a los relés programables Zelio Logic.
- Cada relé programable tendrá dos salidas, una al interruptor automático de Baja Tensión y otra al motor de la Celda de Protección del Transformador.
- Cada relé programable tendrá una entrada asociada al detector de Tensión de la Celda de Línea.

7.4.8 Puesta a tierra

La puesta a tierra del CT-VIVIENDAS se realizará de la misma forma descrita para los Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL y con las mismas condiciones (mallazo, características/marca de las picas, y conductores) y que podemos encontrar en el Punto 7.3.6 del presente Capítulo.

La puesta a tierra de protección se ejecutará de igual forma pero con la diferencia de las dimensiones y número de picas:

- Rectángulo con conductor de cobre de 50mm2 de 5x4m a una profundidad de 0,8 m, en cada esquina del se deberá conectar una pica, en total 4 picas, y que éstas formen una longitud de 8 metros de profundidad.

La disposición de las picas en el CT-VIVIENDAS se recoge en el Plano 09 “Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Puesta a Tierra”.

La puesta a tierra de servicio seguirá exactamente las condiciones descritas para los Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL.

CAPITULO 4. Suministro de Reemplazamiento

1 Objeto

El objeto del Capítulo 3 es describir la propuesta técnica adoptada para dotar a la Urbanización El Tajinaste de un suministro eléctrico de Reemplazamiento en Baja Tensión a las viviendas unifamiliares.

2 Programa de necesidades

Uno de los objetivos planteados para la instalación eléctrica de la Urbanización El Tajinaste es evitar lo máximo posible los cortes del suministro eléctrico a los clientes. Dicho objetivo viene marcado por el carácter lujoso con el que se platea la Urbanización.

Por un lado en el Capítulo 3 “Centros de Transformación” se ha adoptado una solución para minimizar los cortes debidos a mantenimientos y reparaciones en los Centros de Transformación quedando por adoptar una solución que minimice los cortes del suministro a las viviendas producidos aguas arriba del Centro de Transformación.

3 Solución adoptada

3.1 Viviendas

La solución adoptada para reducir las faltas de suministro a los clientes es instalar un grupo electrógeno que dé suministro eléctrico a las viviendas de la Urbanización. El grupo electrógeno proporcionará un suministro de reemplazamiento de modo auxiliar con el que las viviendas podrán realizar ciertas actividades mínimas.

Se instalará un grupo electrógeno en el CT-URBANIZACIÓN y se realizará una red de distribución paralela a la red de distribución de Baja Tensión. A cada parcela se le instarla una conjunto de distribución y si el usuario lo estima oportuno podrá contratar y acoplarse al suministro de reemplazamiento. Cada usuario podrá consumir una potencia de 1000W cuando no disponga del suministro principal.

3.2 Parcela CT-CULTURAL

Además el Grupo Electrógeno proporcionará una potencia de 122kVA a la parcela Cultural Docente, dicho suministro será instalado como reserva en caso de realizarse una festividad y se demande más potencia de la prevista para dicha parcela y que suministra el CT-CULTURAL.

4 Ubicación

El Suministro de Reemplazamiento estará ubicado en la edificación del CT-URBANIZACIÓN y se encuentra descrito en el Punto 6 “Características constructivas de los Centros de Transformación” del Capítulo 3.

En el Plano 07 “Plano de Planta del CT-URBANIZACIÓN” encontramos la edificación para el Suministro de Reemplazamiento denominada “LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO”.

En el LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO se ubicará el Grupo Electrógeno y quedará a 1m de la fachada Oeste y a 1m de la facha Sur tal y como se recoge en el Plano 08 “Plano de planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta”.

5 Grupo Electrógeno

Se instalará un Grupo Electrógeno que suministre energía eléctrica a las viviendas a una tensión de 400V entre fases y 230V entre fase y neutro a una frecuencia de 50Hz.

El Grupo Electrógeno que se instalará será el modelo DPAS 220 E LS de la marca GESAN, es un Grupo Electrógeno insonorizado con motor de combustión Diesel de la marca PERKINS. El motor proporciona una potencia de 200kVA a través de un alternador marca LEROY SOMER de 4 polos.

Características Motor Diesel Perkins	
Modelo	1306A E87TAG3
R.P.M.	1500
Potencia neta [kWm]	199
Nº de cilindros	6 en línea
Cilindrada [cc]	8700

Tabla 1: características Motor Diesel Perkins

Características Alternador LEROY SOMER	
Modelo	LSA46.2 M5
Potencia del alternador [kVA]	223
Tensión [V]	400/230
Variación de Tensión en %	±0,5
Frecuencia [Hz]	50
Nº de polos	4
Rendimiento al 75% con FP = 0,8	93
Rendimiento al 100% con FP = 0,8	92

Tabla 2: características Alternador LEROY SOMER

Dimensiones Grupo Electrógeno	
Largo [mm]	3675
Ancho [mm]	1400
Alto [mm]	2065
Peso [kg]	3124

Tabla 3: dimensiones Grupo Electrógeno GESAN

5.1 Placa de control

5.1.1 Placa de control

El Grupo Electrógeno tiene arranque automático el cual es controlado por la placa de control DEEP SEA.

La Placa de control DEEP SEA realiza la puesta en marcha del grupo al detectar el fallo del suministro eléctrico de la red. Una vez se ha restablecido el suministro detiene el grupo electrógeno una vez éste se ha refrigerado correctamente. La placa electrónica cuenta con la posibilidad de arrancar y parar el grupo en función de una señal externa. Además la placa de control dispone de los modos ARRANQUE, PARO, AUTOMÁTICO, MANUAL Y PRUEBA y realiza medidas tanto del generador, la red y el motor diesel. Dichas medidas son mostradas en una pantalla LCD.

5.1.1.1 Arranque del Grupo Electrógeno

En la instalación del Suministro de Reemplazamiento se activará y desactivará el Grupo Electrógeno mediante señal externa, dicha señal será envía por el Relé Programable instalado en la automatización del CT-VIVIENDAS. La automatización y descripción del Relé programable la encontramos en el Punto 7.4.6.2 “Relé Programable” del Capítulo 3 y las conexiones se realizarán siguiendo el Plano 11 “Esquema Automatización CT-Viviendas”

6 Puesta a tierra

Se realizará la puesta a tierra mediante picas siguiendo el mismo procedimiento y las mismas características descritas que para la puesta a tierra de servicio de los Centros de Transformación, es decir, siguiendo el Punto 7.3.6.2 “Puesta a Tierra de Servicio” del Capítulo 3. A la puesta a tierra se conectará el borne de puesta a tierra del Grupo Electrógeno.

7 Red de distribución de B.T.

Se realizará una red de distribución en Baja Tensión que suministrará una potencia de 1000W a cada vivienda unifamiliar. La red de distribución del Suministro de Reemplazamiento se realizará de forma idéntica a la Red de distribución descrita en el Capítulo 5 y partirá de un cuadro de distribución de Baja Tensión igual a los instalados en los Centros de Transformación.

CAPÍTULO 5. Red de Distribución de Baja Tensión

1 Objeto

El objeto de este Capítulo de la Memoria Descriptiva es detallar las instalaciones de la Red de Distribución en Baja Tensión de la Urbanización El Tajinaste. Describiendo el trazado y los equipos necesarios a instalar para dar cobertura a todas las parcelas de las viviendas unifamiliares, hoteles rurales y la parcela Cultural teniendo en cuanta realizar una red con las cargas lo más equilibras posibles.

2 Descripción general de las instalaciones

La Red de Distribución de la Urbanización El Tajinaste será subterránea baja tubo y está dividida en tres redes de distribución en función del Centro de Transformación de donde parte. Se realizará las redes indicadas a continuación:

- Red de Distribución para dar suministro a las 107 viviendas unifamiliares.
- Red de Distribución para dar suministro a los dos hoteles rurales.
- Red de Distribución para dar suministro a la Parcela Cultural-Docente.

Las tres redes de distribución tendrán una tensión entre fases de 400V, y entre fase y neutro de 230V a la frecuencia de 50Hz, todas ellas tendrán una forma radial ramificada.

A continuación se describe de forma general todos los equipos que se instalarán en las redes de distribución, y posteriormente en cada Red de Distribución se indicará el número y tipo concreto que se debe instalar.

2.1 Armarios de distribución

En las tres redes de distribución se instalarán Armarios de Distribución para realizar derivaciones de los circuitos que parten de los Centros de Transformación. Los Armarios tienen una entrada de 400A situada a la izquierda del mismo y tres salidas para tres circuitos trifásicos. En su interior alojan 4 Bases Tripolares Verticales Cerradas (en adelante BTVC) de corte en carga de 400A. Los armarios a instalar serán de la marca STUK, el modelo ADU 4/400 que cuenta con las siguientes características:

- **Características Armario Distribución STUK:**
  - Aislante de poliéster termoestable con tejadillo y autoventilado.
  - Cierre triangular de 3 puntos con enclavamiento por candado.
  - Grado de protección IP55

- Protección al impacto IK10 7
- Embarrado para conexiones de Cu de 50x10 mm para fases.
- Embarrado de Cu de 30x10 mm para neutro.
- Señalización de peligro en el exterior de la puerta.
- Dimensiones[mm]:
  - Alto: 1000.
  - Ancho: 500
  - Fondo: 300

El esquema eléctrico de los Armarios de Distribución se recoge en el Plano 13 "Esquema Armarios y Conjuntos de Distribución".

2.1.1 Zócalo

Los Armarios de Distribución deberán quedar instalados en el interior de nicho de obra civil y dispuestos sobre un zócalo prefabricado para empotrar en el suelo. El zócalo dispone de hueco interior por el que accederán los conductores desde la arqueta que se colocará frente a los cuadros. Los zócalos a instalar serán de la marca STUK modelo Z105 de hormigón. Los zócalos tienen una altura de 800mm y deberán sobresalir de su empotramiento en el terreno 200mm.

2.2 Conjuntos de distribución

Los Conjuntos de distribución son los elementos que definen el punto de suministro a las instalaciones de los clientes. Dichos Conjuntos permitirán el suministro a los clientes y la continuación de la Red de Distribución. En función de las necesidades en cada tramo de la red, como puede ser disponer de doble salida de la Red, cambio de sección del conductor o mantener la sección se instalará el tipo de Conjunto adecuado.

En el presente Capítulo de la Memoria Descriptiva, en su correspondiente Capítulo de la Memoria Justificativa así como en el Plano 13 "Esquema de Armarios y Conjuntos de Distribución" y en el Plano 15 " Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas" los encontraremos nombrados como:

- Tipo SP: Conjunto de distribución con salida protegida
- Tipo SS: Conjunto de distribución sin salida protegida
- Tipo SD: Conjunto de distribución doble salida

Los Conjuntos de distribución deberán quedar instalados en el interior de un nicho de obra civil.

2.2.1 TIPO SP, Conjunto de distribución con salida protegida

Este tipo de Conjunto de distribución permite dar suministro al cliente y continuar la Red de Distribución realizando un cambio de sección del conductor. El cambio de sección del conductor se protege mediante fusibles ubicados en las bases unipolares cerradas (BUC). El Conjunto de distribución a instalar será de la marca Cahors modelo CS-250/400E que encontramos descrito a continuación.

- **Características Conjunto de distribución Cahors CS-250/400E, tipo SP**
  - Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo TPD 57-T.
  - Grado de protección IP 55 UNE 20 234 e IK10 UNE EN 50 102.
  - Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
  - Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
  - Pegatina de riesgo eléctrico en la puerta.
  - Dimensiones[mm]:
    - Ancho: 750
    - Alto: 535
    - Fondo: 310

2.2.2 TIPO SS, Conjunto de distribución sin salida protegida

Este tipo de Conjunto de distribución permite dar suministro al cliente y continuar la Red de Distribución sin realizar un cambio de sección del conductor de la misma. El Conjunto de distribución a instalar será de la marca Cahros modelo CPD400 constituido por una envolvente y barras para las conexiones mediante terminales.

- **Características Conjunto de distribución Cahros CPD400, tipo SS**
  - Envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo TPD 57-T.
  - Grado de protección IP 55 UNE 20 234 e IK10 UNE EN 50 102.
  - Barras con capacidad para 400A.
  - Pegatina de riesgo eléctrico en la puerta.
  - Dimensiones[mm]:
    - Ancho: 450

- Alto: 350
- Fondo: 195

2.2.3 TIPO SD, Conjunto de distribución doble salida

Este tipo de Conjunto de distribución permite dar suministro al cliente y continuar la Red de Distribución realizando una división en dos de la misma. En una salida de la Red de Distribución podrá realizarse un cambio de sección del conductor mientras que la otra salida mantendrá la sección anterior. El Conjunto de distribución a instalar será de la marca Cahros modelo DSPD 400 y el cambio de sección del conductor se protege mediante fusibles ubicados en las bases unipolares cerradas (BUC).

- **Características Conjunto de distribución Cahros CPD400, tipo SS**
  - Envolvente de poliéster con fibra de vidrio reforzado, tipo PANINTER.
  - Grado de protección IP 43 e IK10.
  - Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
  - Placa opaca de protección precintable
  - Pegatina de riesgo eléctrico en la puerta.
  - Dimensiones[mm]:
    - Ancho: 516
    - Alto: 227
    - Fondo: 200

2.3 Conductores

En las tres redes de distribución se instalarán conductores de Aluminio unipolares con aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de Policloruro de Vinilo (PVC) de tensión asignada 0,6/1kV. El conductor será el modelo ENERGY TRI-AL AR2VZ de la marca General Cable. Se instalarán las secciones de 25mm^2, 50mm^2, 95mm^2, 150mm^2 y 240mm^2 según corresponda y que encontramos indicadas en el Punto 3.5 “Conductores” y en el Punto 4.4 del presente Capítulo.

Características Conductor ENERGY TRI-AL AR2VZ				
Sección [mm^2]	Ø exterior [mm]	Peso [kg/km]	Intensidad admisible al aire 40ºC [A]	Intensidad admisible enterrado 25ºC [A]
25	12	330	120	82
50	12,5	690	200	115
95	15,8	1345	200	175
150	19,3	2265	290	230
240	24,2	3610	390	340

Tabla 1: características cable ENERGY TRI-AL RVZ-AL

2.4 Canalizaciones

Los conductores de las redes de distribución irán colocados en el interior de tubos de polietileno libre de halógenos de 200mm de diámetro exterior fabricando según la Norma UNE 50086/2-4 de la marca Tupersa Tipo N 450N de color rojo.

Características Tubo Tupersa	
Tipo	tubo corrugado
Diámetro [mm]	200
Longitud	Rollo de 50m
Material	polietileno libre de halógenos
Resistencia a la compresión [N]	450
Resistencia al impacto	normal
Color	rojo
Norma	UNE-EN 50086/2-4

Tabla 2: características tubos Tupersa

2.4.1 Instalación

Los tubos seguirán los trazados que se indican en posteriores puntos del presente Capítulo y se tendrá en cuenta para ello que en las aceras siempre quedará un tubo de reserva. El cruce de las calles se realizará con un mínimo de cuatro tubos, y deberán quedar al menos dos tubos de reserva.

2.4.2 Zanjas

Se realizarán dos tipos de zanja en función de por dónde discurran éstas:

- Zanja por acera: el tubo quedará enterrado a una profundidad mínima de 0,6m del pavimento de la acera hasta la parte superior del tubo. Con un recubrimiento de arena mínimo inferior de 0.03m y un recubrimiento superior de 0.06m. La zanja quedará cubierta con baldosas de acera.

- Zanja cruce de calle: el tubo quedará enterrado a una profundidad mínima de 0,8 m del pavimento de la calle hasta la parte superior del tubo. Recubierto en toda su longitud por hormigón (embebido). La zanja quedara cubierta por asfalto.

Ambas zanjas se deberán realizar con un ancho de 0,6m.

2.5 Arquetas

Las arquetas que se instalarán en las redes de distribución de la Urbanización El Tajinaste serán prefabricadas de hormigón construidas por Prensagra prefabricados, se instalará arquetas Tipo A1 y Tipo A2

Características de las Arquetas	
Empresa constructora	Prensagra prefabricados
Material	arqueta prefabricada de hormigón
Carga de control	400kN
Marcas que debe llevar impresas	▪ Fecha de fabricación (mes y año) o número del lote de fabricación. ▪ Fabricante ▪ Norma Endesa (GE NNH001) ▪ Tipo de arqueta y fuerza de control aplicable

Tabla 3: características arquetas

2.5.1 Arquetas Tipo A1

Las arquetas Tipo A1 tienen capacidad para 2 tubos en cada cara y se deberán instalar en las aceras de las calles cada 40m como mínimo.

2.5.2 Arquetas Tipo A2

Las arquetas Tipo A2 tienen capacidad para 4 tubos por cada cara y se instalarán en los cruces de calles, en la concurrencia de 4 tubos y en las calles peatonales.

2.5.3 Tapas de arquetas

En cada arqueta se colocará una tapa de arqueta según el tipo de arqueta y tendrán las siguientes características:

Características tapas de arqueta	
Marca	Fundición Dúctil Benito
Material	grafito esferoidal
Resistencia mínima a la tracción [daN/mm2]	50
Límite de elasticidad mínimo [daN/mm2]	32
Alargamiento mínimo [%]	7
Dureza Brinell [HBS]	170 a 230
Carga de control [kN]	400

Tabla 4: características generales tapas de arqueta

Dimensiones Tapas de arquetas		
A1	Largo [mm]	650
	Ancho [mm]	750
A2	Largo [mm]	1250
	Ancho [mm]	750

Tabla 5: tapas de arquetas, dimensiones

3 Red de Distribución de las viviendas unifamiliares

3.1 Circuitos

La Red de Distribución que dará suministro eléctrico a las viviendas unifamiliares partirá de los cuadros de distribución de Baja Tensión del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS. Concretamente de los cuadros CBT-V1 y CBT-V2 descritos en el Capítulo 3 de la presente Memoria Descriptiva.

Del cuadro CBT-V1 partirán 4 circuitos, C1, C2, C3 y C4 hasta sus correspondientes armarios de distribución y del CBT-V2 partirá el circuito C5. En el Plano 14 “Esquema Red de Distribución B.T. Vivienda Circuitos Principales” encontramos los circuitos mencionados.

De cada Armario de distribución partirán 3 circuitos, salvo del “Armario de Distribución 3” del cual sólo parten dos circuitos. En el Plano 15 “Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas” encontramos numerados los circuitos que parten de cada Armario de distribución. La numeración sigue el siguiente criterio:

- A3C1: corresponde al circuito 1 del Armario de distribución 3.
- A1C1-1: corresponde al subcircuito 1 del circuito 1 del Armario de distribución 3.

De esta forma encontramos todos los circuitos y subcircuitos que componen la Red de Distribución de las viviendas unifamiliares.

3.2 Armarios de distribución

En la Red de Distribución de las viviendas unifamiliares se deberán instalar 5 Armarios de Distribución del tipo y características que se han descrito anteriormente. Los Armarios de distribución se recogen en el Plano 15 "Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas" nombrados como:

- Armario de Distribución 1, 2, 3, 4 y 5.

La situación de cada Armario de distribución en la Urbanización se recoge en el Plano 10 "Plano Red de Distribución B.T." nombrados como A1, A2, A3, A4, A5.

3.3 Conjuntos de distribución

En la Red de Distribución de las viviendas se instalarán los tres tipos de Conjuntos de Distribución descritos. En total se deben instalar:

- 63 Conjuntos de distribución Tipo SS.
- 27 Conjuntos de distribución Tipo SP.
- 8 Conjuntos de distribución Tipo SD.

El Conjunto de Distribución que se debe colocar en cada parcela se encuentra recogido en el Plano 15 "Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas" y la situación de los mismos en las parcelas en se recoge en el Plano 10 "Plano Red de Distribución B.T."

3.4 Arquetas y canalizaciones

La colocación de las arquetas y las canalizaciones se realizarán como se recoge en el Plano 10. Se indica el trazado de las canalizaciones que corresponden a la Red de Distribución de las viviendas y las arquetas que se deben instalar diferenciando el Tipo, A1 o A2.

3.5 Conductores

En la Red de Distribución de las viviendas se instalarán los conductores ENERGY TRI-AL AR2VZ descritos anteriormente. La sección que se debe instalar en cada circuito se recoge en el Plano 15 "Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas".

- Para cada circuito principal C1, C2 y C3 se instalaran circuitos trifásicos de 240mm^2 para las fases y 150mm^2 para el neutro.
- Para cada circuito principal C4 y C5 se instarán dos circuitos trifásicos de 240mm^2 para las fases y 150mm^2 para el neutro, es decir, dos conductores en paralelo para cada fase.

- Para los circuitos aguas abajo de los Armarios de distribución se instalarán circuitos trifásicos de:
  - 240mm^2 para fases y 150mm^2 para neutro
  - 150mm^2 para fases y 95mm^2 para neutro
  - 95mm^2 para fases y 50mm^2 para neutro
  - 50mm^2 para fases y 25mm^2 para neutro
  - 25mm^2 para fases y neutro.

3.6 Asignación de fases

Las 107 viviendas que componen la Urbanización El Tajinaste se han distribuido en fases (R, S, T). Cada vivienda deberá quedar conectada a la fase que se indica en el Plano 15 "Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas".

Además, en las siguientes tablas encontramos, el circuito que le corresponde a cada manzana de la Urbanización El Tajinaste y las viviendas de cada manzana asignadas a la fase que se deberá conectar.

Armario de Distribución 1				
Manzana	**Circuito**	**Viviendas a fase**		
		R	**S**	**T**
M1	A1C1	8-5-2	7-4-1	6-3
M2	A1C2	14-11	13-10	15-12-9
M3	A1C3	20-18	16	19-17

Tabla 6: distribución en fases Armario 1

Armario de Distribución 2				
Manzana	**Circuito**	**Viviendas a fase**		
		R	**S**	**T**
M4	A2C1	26-23-28	25-22-27	24-21
M5	A2C2	34-29	32-31	30-33
M6	A2C3	39-36	40-35	38-37

Tabla 7: distribución en fases Armario 2

Armario de Distribución 3					
Manzana	**Circuito**	**Subcircuitos**	**Viviendas a fase**		
			R	**S**	**T**
M7	A3C1	A3C1-1	48-57	51-58	52
		A3C1-2	43	45-42	41-44
M7	A3C2	A3C2-1	59-49	55	53
		A3C2-2	60-50	56-47	54-46

Tabla 8: distribución en fases Armario 3

Armario de Distribución 4					
Manzana	Circuito	Subcircuitos	Viviendas a fase		
			R	S	T
M8	A4C1	A4C1-1	62	63	61-64
		A4C1-2	67	65-68	66
M8	A4C2	A4C2-1	69-72	70	71
		A4C2-2	74	75	73-76
M8,M9	A4C3	A4C3-1	77-80-102	78-82-103	79-81

Tabla 9: distribución en fases Armario 4

Armario de Distribución 5					
Manzana	Circuito	Subcircuitos	Viviendas a fase		
			R	S	T
M9	A5C1	A5C1-1	85	84	83
		A5C1-2	88	87	86
		A5C1-3	91	90	89
M9	A5C2	A5C2-1	94	96-93	95-92
		A5C2-2	100-97	99	101-98
M9	A5C3	A5C3-1	106	104	
		A5C3-2	105		107

Tabla 10: distribución en fases Armario 5

3.7 Protección contra sobreintensidades

Para proteger los circuitos de las redes de distribución contra sobreintensidades, es decir, contra sobrecargas o cortocircuitos se instalarán fusibles de propósito general, Tipo gG de cartucho de la marca SIBA con poder de corte de 120kA y tensión nominal de 500Vac.

Armario de distribución

En los Armarios de distribución se instalarán fusibles de tamaño NH2 con calibres de 100A, 160A y 200A. Se instalarán tres fusibles por cada circuito de salida y tres fusibles para el circuito de entrada, tal y como se recoge en el Plano 13 “Esquema Armarios y Conjuntos de Distribución”.

Conjuntos de distribución

En los Conjuntos de distribución Tipo SP y SD, salida protegida y salida doble respectivamente, se instalarán fusibles para proteger los cambios de sección existentes en la red de distribución. Los fusibles a instalar serán de tamaño NH1 con calibres de 63A y 100A. En cada

Conjunto de distribución se instalarán 3 fusibles, tal y como se recoge en el Plano citado para los Armarios de distribución.

La Red de Distribución de las viviendas se ha dividido en tramos, dichos tramos se recogen en el Plano 15 "Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas". En el cual podemos ver la división de tramos y el Conjunto o Armario de distribución que se debe colocar. En las siguientes tablas podemos encontrar los tramos que deben quedar protegidos mediante fusibles. Se ha indicado el Armario o Conjunto de Distribución que esta al inicio del tramo que le corresponde, es decir, el Armario o Conjunto de Distribución que protege a dicho tramo, indicando el calibre de los fusibles que se deben colocar. Se recogen los fusibles divididos en 5 Tablas, cada tabla corresponde con los circuitos aguas abajo del Armario que se indica.

Armario de Distribución 1			
Circuitos	Tramos de circuitos	Armario/ Conjunto de distribución SP o SD	Calibre del fusible [A]
A1C1	B1-C1	Armario 1	160
	C1-D1	SP	100
	E1-F1	SP	63
A1C2	B1-I1	Armario 1	160
	J1-K1	SP	100
A1C3	B1-O1	Armario 1	100
	O1-P1	SP	63
	Q1-R1	SP	63

Tabla 11: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 1

Armario de Distribución 2			
Circuitos	Tramos de circuitos	Armario/ Conjunto de distribución SP o SD	Calibre del fusible [A]
A2C1	B2-C2	Armario 2	160
	F2-G2	SP	63
A2C2	B2-I2	Armario 2	100
	J2-K2	SP	100
	K2-L2	SP	63
A2C3	B2-Ñ2	Armario 2	100
	O2-P2	SP	100
	P2-Q2	SP	63

Tabla 12: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 2

Armario de Distribución 3			
Circuitos	Tramos de circuitos	Armario/ Conjunto de distribución SP o SD	Calibre del fusible [A]
A3C1	B3-C3	Armario 3	200
A3C1-1	C3-D3	SD	100
	D3-E3	SP	63
A3C1-2	F3-G3	SP	100
	I3-J3	SP	63
A3C2	B3-K3	Armario 3	200
A3C2-1	K3-L3	SD	63
	L3-M3	SP	63
A3C2-2	Ñ3-O3	SP	100

Tabla 13: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 3

Armario de Distribución 4			
Circuitos	Tramos de circuitos	Armario/ Conjunto de distribución SP o SD	Calibre del fusible [A]
A4C1	B4-C4	Armario 4	160
A4C1-1	C4-D4	SD	63
A4C1-2	G4-H4	SP	63
A4C2	B4-K4	Armario 4	160
A4C2-1	K4-L4	SD	100
	L4-M4	SP	63
A4C2-2	Ñ4-O4	SP	63
	P4-Q4	SP	63
A4C3	B4-R4	Armario 4	160
	R4-S4	SP	150
	W4-X4	SP	63

Tabla 14: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 4

Armario de Distribución 5			
Circuitos	Tramos de circuitos	Armario/ Conjunto de distribución SP o SD	Calibre del fusible [A]
A5C1	B5-C5	Armario 5	160
A5C1-1	C5-D5	SD	63
A5C1-2	F5-G5	SD	63
A5C1-3	I5-J5	SP	63
	J5-K5	SP	63
A5C2	B5-L5	Armario 5	200
A5C2-1	L5-M5	SD	100
	M5-N5	SP	63
	N5-Ñ5	SP	63
A5C2-2	Q5-R5	SP	63
A5C3	B5-U5	Armario 5	100
A5C3-1	U5-V5	SD	63

Tabla 15: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 5

4 Red de Distribución de los hoteles y parcela cultural

4.1 Circuitos

4.1.1 Hoteles rurales

La Red de Distribución que dará suministro a los hoteles rurales partirá del cuadro de baja tensión del CT-HOTEL, el cuadro lo encontramos descrito en el Capítulo 3 de la Memoria Descriptiva y su designación es CBT-H.

Del cuadro CBT-H partirá 1 circuito, CH1.

4.1.2 Parcela Cultura

La Red de Distribución que dará suministro a la Parcela Cultura partirá del cuadro de baja tensión del CT-CULTURAL, el cuadro lo encontramos descrito en el Capítulo 3 de la Memoria Descriptiva y su designación es CBT-C.

Del cuadro CBT-C partirán 2 circuitos, CC1 y CC2 hasta los armarios de distribución.

Ambas redes de distribución finalizarán en los armarios de distribución, no se colocarán Conjuntos de distribución.

En el Plano 16 "Esquema Red de Distribución B.T. Hotel y Parcela Cultural" encontramos los circuitos y armarios de ambas redes de distribución.

4.2 Armarios de distribución

En la Red de Distribución de los hoteles se instalará un Armario de distribución mientras que en la Red de Distribución de la Parcela Cultural se deberán instalar dos armarios de distribución de las características indicadas anteriormente.

Los Armarios de distribución se recogen en el plano citado anteriormente como:

- Armario de Distribución 6, 7 y 8.

La situación de cada Armario de distribución en la Urbanización se recoge en el Plano 10 "Plano Red de Distribución B.T." nombrados como A6, A7 y A8.

4.3 Arquetas y canalizaciones

La colocación de las arquetas y las canalizaciones se realizarán como se recoge en el Plano 10 Se indica el trazado de las canalizaciones que corresponden a la Red de los hoteles y la Parcela Cultural así como las arquetas que se deben instalar diferenciando el Tipo, A1 o A2.

4.4 Conductores

En la Red de Distribución de los hoteles y la Parcela Cultural se instalará el conductor descrito anteriormente.

- El circuito perteneciente al hotel CH1 deberá realizarse con conductores de 240mm^2 para las fases y 150mm^2 para el neutro.
- Los circuitos pertenecientes a la Parcela Cultural, CC1 y CC2 deberán realizarse con conductores de 240mm^2 para las fases y 150mm^2 para el neutro.

Índice de Tablas

Tablas Capítulo 2

Tabla 1: características generales de las arquetas 9
Tabla 2: características generales tapas de arqueta 10
Tabla 3: tapas de arquetas, dimensiones 10
Tabla 4: características tubos Tupersa 10
Tabla 5: características conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16 11
Tabla 6: características eléctricas conector atornillable....11

Tablas Capítulo 3

Tabla 1: características eléctricas CGMCOSMOS-L....22
Tabla 2: dimensiones y peso CGMCOSMOS-L 22
Tabla 3: características eléctricas CGMCOSMOS-V 23
Tabla 4: dimensiones y peso CGMCOSMOS-V....23
Tabla 5: características relé de protección ekorRPG-201A....24
Tabla 6: Características eléctricas CGMCOSMOS-P 25
Tabla 7: dimensiones y peso CGMCOSMOS-V....25
Tabla 8: características eléctricas CGMCOSMOS-M 26
Tabla 9: dimensiones y peso CGMCOSMOS-V....26
Tabla 10: parámetros de los transformadores de tensión 26
Tabla 11: parámetros de los transformadores de intensidad 26
Tabla 12: características eléctricas conector enchufable 27
Tabla 13: características eléctricas conector atornillable....28
Tabla 14: características conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16....28
Tabla 15: características ENERGY TRI-AL RVZ-AL....29
Tabla 16: características cuadro Baja Tensión STUK 30
Tabla 17: características eléctricas transformador 250kVA 32
Tabla 18: dimensiones transformador 250kVA 33
Tabla 19: características eléctricas transformador 400kVA 33
Tabla 20: dimensiones transformador 400kVA 34
Tabla 21: puentes de M.T. de CT-HOTEL y CT-CULTURAL 36
Tabla 22: puentes de B.T. de CT-HOTEL y CT-CULTURAL....36
Tabla 23: características eléctricas motor BM Celda de Protección....42

Tabla 24: características fusibles M.T. 42
Tabla 25: característica eléctricas I.A NSX 630ª 43
Tabla 26: dimensione pesos del NSX 630ª 43
Tabla 27: características eléctricas mando motorizado 43
Tabla 28: Zelio Logic características 44
Tabla 29: Power Logic PM320MG características 45
Tabla 30: características transformadores de intensidad 46
Tabla 31: características trasformador de tensión 46
Tabla 32: puentes de M.T. de CT-VIVIENDAS 47
Tabla 33: puentes de Baja Tensión del CT-VIVIENDAS 48

Tablas Capítulo 4

Tabla 1: características Motor Diesel Perkins 51
Tabla 2: características Alternador LEROY SOMER 51
Tabla 3: dimensiones Grupo Electrógeno GESAN 52

Tablas Capítulo 5

Tabla 1: características cable ENERGY TRI-AL RVZ-AL 57
Tabla 2: características tubos Tupersa 57
Tabla 3: características arquetas 58
Tabla 4: características generales tapas de arqueta 59
Tabla 5: tapas de arquetas, dimensiones 59
Tabla 6: distribución en fases Armario 1 61
Tabla 7: distribución en fases Armario 2 61
Tabla 8: distribución en fases Armario 3 61
Tabla 9: distribución en fases Armario 4 62
Tabla 10: distribución en fases Armario 5 62
Tabla 11: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 1 63
Tabla 12: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 2 63
Tabla 13: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 3 64
Tabla 14: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 4 64
Tabla 15: fusibles de los circuitos aguas abajo del Armario 5 65

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

3. Memoria Justificativa

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Contenido

CAPÍTULO 1. Red de Media Tensión 1

1 Antecedente 1

2 Objeto 1

3 Trazado de la Línea 1

4 Cruzamientos y paralelismo 1

5 Arquetas 2

6 Conductores 2

6.1 Dimensionamiento 2

6.1.1 Fórmulas empleadas 3

6.1.2 Cálculos 3

6.2 Conexiones 5

7 Canalizaciones 5

CAPÍTULO 2. Centros de Transformación 7

1 Antecedentes 7

2 Objeto 7

3 Previsión de Potencia 7

3.1 Viviendas unifamiliares 7

3.2 Alumbrado Público y Hoteles Rurales 9

3.3 Parcela Cultural 9

4 Solución adoptada 9

4.1 Centros de transformación 9

4.2 Edificio Centro de Transformación 10

5 Ubicación 11

6 Características Constructivas de los Centros de Transformación 11

6.1 Dimensiones 11

6.2 Acceso 12

6.3 Cubierta, forjados, muros y piso 13
6.4 Enrejado de separación 13
6.5 Resistencia al fuego 13
6.6 Puertas 14
6.7 Ventilación 14
6.7.1 Situación de las rejillas 14
6.7.2 Dimensionamiento de las rejillas 14
6.8 Pozo 16
7 Instalación Eléctrica Centros de Transformación 16
7.1 Aparamenta de Media Tensión 16
7.1.1 Fórmulas empleadas 17
7.1.2 Cálculos Aparamenta 18
7.1.3 Conexiones de la Aparamenta 21
7.2 Conductores de Media Tensión 21
7.3 Tubos y bandejas 21
7.3.1 Tubos 21
7.3.2 Bandejas 21
7.4 Conductores de Baja Tensión 22
7.5 Cuadro de Baja Tensión 22
8 Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL 22
8.1 Aparamenta 22
8.2 Transformadores 23
9 Centro de Transformación CT-VIVIENDAS 23
9.1.1 Solución adoptada 23
9.1.2 Análisis justificativo 24
9.1.3 Sistema de Automatización 28
9.1.4 Transformadores 30
9.1.5 Aparamenta de Media Tensión 31

9.1.6 Aparamenta de Baja Tensión 32
10 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra 33
10.1 Tierra de protección 33
10.1.1 Fórmulas empleadas 34
10.1.2 Dimensionamiento de la puesta a tierra 36
10.2 Tierra de servicio 39
CAPÍTULO 3. Suministro de Reemplazamiento 40
1 Objeto 40
2 Solución adoptada 40
3 Grupo Electrógeno 40
3.1 Potencia 40
4 Arranque del Grupo Electrógeno 41
5 Red de distribución 41
CAPÍTULO 4. Red de Distribución de Baja Tensión 42
1 Antecedente 42
2 Objeto 42
3 Armarios y Conjuntos de distribución 42
4 Conductores, canalizaciones, zanjas y arquetas 42
5 Red de Distribución de las viviendas unifamiliares 43
5.1 Armarios de distribución 43
5.2 Circuitos 44
5.3 Asignación de fases 44
5.4 Dimensionamiento 45
5.4.1 Fórmulas empleadas 46
5.4.2 Cálculos 47
5.5 Protección contra sobreintensidades 49
6 Red de Distribución de los hoteles y Parcela Cultural 50

Índice de Tablas.....51

CAPÍTULO 1. Red de Media Tensión

1 Antecedente

En la presente Memoria Justificativa y en el diseño descrito de la línea de Media y para algunos aspectos concretos, dado que no existe Normativa actualizada para las redes de Media Tensión de la empresa distribuidora se ha tomado El Proyecto de Orden por el que se aprueba la Norma Técnica Particular de Redes de Distribución de Baja Tensión, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias. (En adelante "Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa") como guía para realizar algunos diseños. Dicho Proyecto de Orden está publicado por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

2 Objeto

La Memoria Justificativa de la Línea Subterránea de Media Tensión tiene por objeto fundamentar todas las decisiones tomadas para dar solución a las necesidades de la red, justificando y exponiendo mediante cálculos, teorías, y normativas aplicables todas las decisiones adoptadas en el diseño.

3 Trazado de la Línea

El trazado descrito en la Memoria descriptica se ha decidido teniendo en cuenta que es la longitud más corta para comunicar los dos Centros de Transformación de forma rectilínea y por zonas de dominio público tal y como se establece en el Punto 4 "Instalación de cables aislados" de la ITC-LAT-06.

Se ha establecido que entre el P0 y el P1 (recogidos en el Plano 03 "PLANO RED DE MEDIA TENSIÓN") se realice el trazado por la calle debido a que no existe acera construida.

4 Cruzamientos y paralelismo

Se ha determinado la instalación de arquetas Tipo A1 en los cruces de calles siguiendo como guía la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa.

Las distancias de separación entre la red de Media Tensión y las redes de Baja Tensión en el acceso peatonal rodado que se han indicado en la Memoria Descriptiva se han establecido siguiendo el Punto 5 "Cruzamientos, proximidades y paralelismos" de la ITC-LAT-06.

5 Arquetas

La decisión de los tipos de arquetas que se deben instalar en la calle, acera, cruce de calle y calle peatonal-rodado se ha hecho siguiendo las indicaciones del Punto 3.4 “Arquetas y Tapas” de las Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa.

Además también se han tenido en cuenta la Norma GE NNH001 y la Norma GE NNH002 respectivamente de la empresa distribuidora.

El número de arquetas se ha establecido teniendo en cuenta los cruces de calles, aceras y colocando una arqueta cada 40m en los tramos rectos tal y como establece la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa.

6 Conductores

6.1 Dimensionamiento

Para dimensionar el conductor de la línea de Media Tensión hemos usado las fórmulas que se encuentran en la siguiente tabla y seguido el Punto 6 “Intensidades admisibles” de la ITC-LAT-06 el cual a su vez está basado en la Norma UNE 211435:2011 “Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica”.

Para determinar la sección que debe tener el conductor debemos calcularla atendiendo a dos factores:

- Calentamiento del conductor: comprobar que la intensidad circulante por el conductor es inferior a la intensidad máxima admisible del mismo.
- Capacidad del conductor para soportar un cortocircuito: la intensidad de cortocircuito es varias veces superior a la intensidad de corriente en funcionamiento normal. La intensidad de cortocircuito son de corta duración debido a que la actuación de las protecciones es de pocos segundos.

6.1.1 Fórmulas empleadas

Intensidad de la línea	(1)
$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_L}$	I_L: intensidad de la línea [A] S:potencia aparente de la línea [VA] V_L: tensión de la línea [V]
Sección mínima para soportar un cortocircuito (ITC-LAT-06)	(2)
$s = \frac{I_{cc} \cdot t_{cc}}{K}$	s: sección del conductor [mm^2] I_{cc}: intensidad eficaz de cortocircuito [A]. t_{cc}: tiempo de duración del cortocircuito [s]. K: constante que depende del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito
Intensidad de cortocircuito	(3)
$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V_L}$	I_{cc}: intensidad eficaz de cortocircuito [A]. S_{cc}: potencia aparente de cortocircuito [VA] V_L: tensión de la línea [V]
Densidad de corriente	(4)
$\delta = \frac{I}{s}$	δ: densidad de corriente en el conductor [A/mm^2] I:intensidad circulante por el conductor [A] s: sección del conductor [mm^2]

6.1.2 Cálculos

Para realizar los cálculos del conductor partimos de los datos proporcionados por la empresa distribuidora.

- Potencia de cortocircuito: 500MVA
- Tiempo de disparo de las protecciones: 0,12s
- Tensión de la línea: 20kV
- Factor de potencia: 0,9

Además según el trazado que se ha realizado la línea tendrá una longitud de 266m. La temperatura del terreno será de 25ºC y la resistividad del terreno de 1,5Km/W.

Por último la empresa distribuidora establece que el conductor a instalar tenga aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Calentamiento del conductor

Calculamos la intensidad circulante por la línea para determinar la sección que soporta dicha intensidad. Según el Capítulo 2 "Centros de Transformación" la red de Media Tensión dará suministro a tres Centros de Transformación y tomamos la suma de la potencia de éstos como potencia total.

$$S = S_{CT-HOTEL} + S_{CT-CULTURAL} + S_{CT-VIVIENDAS}$$

Siendo:

$S_{CT-HOTEL}$: potencia del Centro de Transformación CT-HOTEL.

$S_{CT-CULTURAL}$: potencia del Centro de Transformación CT-CULTURAL.

$S_{CT-VIVIENDAS}$: potencia del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS.

$$S = 250kVA + 400kVA + 2 \cdot 400kVA = \mathbf{1450}\boldsymbol{kVA}$$

Mediante la Fórmula (1) calculamos la intensidad de la línea dando como resultado 41,86A.

Según se indica en la Tabla 12 del Punto 6.1.2.2.5 "Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares" una sección de 25mm^2 de XLPE tiene una intensidad admisible de 90A pero la sección mínima comercial es de 50mm^2.

Capacidad del conductor para soportar un cortocircuito

Mediante la Fórmula (3) y teniendo en cuenta que la potencia de cortocircuito indicada por la empresa distribuidora es de 500MVA calculamos la intensidad de cortocircuito de la línea.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{500 \cdot 10^6 VA}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3 V} = 14433{,}75A, \rightarrow\ 14{,}43kA$$

En la ITC-LAT-06 podemos encontrar tabuladas las densidades máximas admisibles de corriente en función de la duración del cortocircuito y a partir de éstas podríamos calcular la sección del conductor pero según establece la misma ITC en caso de no estar tabulado el valor del tiempo de la duración del cortocircuito se calcula la sección del conductor mediante la Fórmula (4). El valor de la constate K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para t_{cc} = 1 s, en la Tabla 26 de la ITC y es de K = 94.

$$s = \frac{I_{cc} \cdot t_{cc}}{K} = \frac{14433{,}75A \cdot 0{,}12s}{94} = 53{,}19mm^2$$

Como vemos la sección de 50mm^2 no soportará un cortocircuito, la sección inmediatamente superior es de 70mm^2

La sección de 70mm^2 cumple con las condiciones térmicas, pero teniendo en cuenta que Endesa Distribución instala secciones de 150mm^2 o 240mm^2 para futuras ampliaciones o configuraciones en anillo determinamos instalar un conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16 de General Cable de 150mm^2.

Potencia máxima de transporte

Finalmente hallamos la potencia máxima de transporte que podemos conseguir con una sección de 150mm^2 para tenerla en cuenta en caso de ampliación. La intensidad máxima admisible del conductor es de 260A, aplicando la Fórmula (1) obtenemos una potencia de 9006 KVA, por lo tanto la línea de Media Tensión podrá proporcionar dicha potencia.

6.2 Conexiones

Se establecido la instalación de conectores atornillables de 630A para la red de M.T. del siguiendo lo indicado en el Punto 7.1.1 “Conexiones AT” de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa.

7 Canalizaciones

Para la red de Media Tensión tal y como se ha descrito en la Memoria Descriptica se deberá instalar un tubo de 200mm de diámetro. Según indica el punto 6.1.2.2.5 “Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares” de la ITC-LAT-06 el diámetro interior del tubo deberá ser superior a 1,5 veces el diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

En fabricante del cable establece que para una sección de 150mm^2 el diámetro del conductor es de 33,6mm

$$Ø\ interior\ del\ tubo\ > 1{,}5\ diámetro\ equivalente\ de\ la\ terna\ de\ cables$$

Para calcular el diámetro equivalente de la terna de cable multiplicamos por 3 el diámetro de un cable.

$$Ø\ interior\ del\ tubo\ > 1{,}5 \cdot 3 \cdot 33{,}6mm$$

$$Ø\ interior\ del\ tubo\ > 151{,}2mm$$

Un tubo de 160mm de diámetro exterior tiene un diámetro interior de 135mm por lo que debemos instalar el tubo de 200mm de diámetro exterior pues tiene un diámetro interior de 180mm.

CAPÍTULO 2. Centros de Transformación

1 Antecedentes

Dado que en la actualidad no existe normativa en vigor en referencia a los Centros de Transformación en la Comunidad Autónoma de Canarias actualizada se ha optado por seguir como criterios justificativos el Proyecto de Orden por el que se aprueban Las Normas Particulares para Centros de Transformación, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias. (En adelante "Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa"). Dicho Proyecto de Orden está publicado por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

2 Objeto

La Memoria Justificativa de los Centros de Transformación tiene por objeto fundamentar todas las decisiones tomadas para dar solución a las necesidades de la Urbanización, justificando y exponiendo mediante cálculos, teorías, y normativas aplicables todas las decisiones adoptadas en el diseño de los Centros de Transformación descritos en la Memoria Descriptiva.

3 Previsión de Potencia

3.1 Viviendas unifamiliares

Para la previsión de potencia de las viviendas se ha tenido en cuenta el grado de electrificación de las mismas. En la Tabla 1 "Viviendas Urbanización El Tajinaste " del Anexo 1, la cual ha sido confeccionada con los datos de partida del Plan Parcial de la Urbanización, podemos comprobar que todas las viviendas tendrán una superficie construida superior a 160 m^2 y según estable la ITC-BT-10 "Previsión de cargas para suministros en baja tensión" en su punto 2 "Grado de Electrificación y previsión de la potencia en las viviendas" una vivienda con una superficie superior a 160 m^2 se considera de electrificación elevada y su potencia a prever no será inferior a 9200W.

Teniendo en cuenta la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa en su punto 2.4 "Características Técnicas de la Red de Distribución" se establece que el factor de potencia redes de distribución es de 0,9 y mediante la Fórmula (5) podemos calcular la intensidad prevista de una vivienda dando como resultado 44,44A.

Potencia trifásica	(5)
$P = \sqrt{3} \cdot I_L \cdot V_L \cdot \cos\varphi$	P: potencia en vatios [W]. I_L: intensidad en amperios [A]. V_L: tensión entre fases en voltios [V].

Cargas equilibradas

Con el fin de conseguir un sistema equilibrado, es decir, que la intensidad circulante de cada fase (R, S, T) sea lo más igualada posible entre ellas, teniendo en cuenta que las viviendas tienen intensidades monofásicas, en el punto 5.3 "Asignación de fases del Capítulo 4 "Red de Distribución en Baja Tensión" de la Memoria Justificativa se han distribuido las viviendas en las tres fases consiguiendo el mayor equilibro posible.

Factor de simultaneidad

Para el cálculo de la potencia prevista se ha aplicado un factor de simultaneidad siguiendo lo establecido en el punto 3.1 "Carga correspondiente a un conjunto de viviendas" de la ITC-BT- 10, dado que el número de viviendas es superior al tabulado en dicha ITC se aplica la fórmula que especifica el reglamento para un número de viviendas superior a 21.

Factor de simultaneidad	(6)
$15{,}3 + (n - 21) \cdot 0{,}5$	n: número de viviendas

El factor de simultaneidad se aplica ya que el reglamento considera que no estarán todas las casas al mismo tiempo consumiendo una potencia de 9.200W, aplicando el factor de simultaneidad y con la distribución de cargas mencionada el resultado de la previsión de potencia es el mostrado en la Tabla 1.

Previsión de potencia de las viviendas			
Fases	R	S	T
Nº de casas	37	35	35
Factor de simultaneidad	23,3	22,3	22,3
Intensidad [A]	1035,45	991,01	991,01
Potencia[kW]	645,64	617,93	617,93
Potencia[kVA]	717,38	686,59	686,59

Tabla 1: previsión de potencia de las viviendas, factor de simultaneidad e intensidad

3.2 Alumbrado Público y Hoteles Rurales

El valor de la potencia prevista (15,48 kW) del alumbrado público se ha obtenido del proyecto de iluminación de la Urbanización El Tajinaste.

Del mismo modo la potencia prevista de los hoteles rurales se ha obtenido de la previsión de potencia del proyecto de baja tensión de dichos hoteles.

3.3 Parcela Cultural

La previsión de potencia de la parcela destinada a un uso cultural-docente o una plaza para festejos dado que no está exactamente definido su final se ha tomado como criterio la previsión de potencia que realiza el REBT para edificios comerciales en su ITC-BT- 10, punto 4 "Carga total correspondiente a edificios comerciales, de oficinas o destinados a una o varias industrias" en el cual se establece un mínimo de 100W por metro cuadrado.

Teniendo en cuenta que en el Plan Parcial se ha realizado el cálculo de la superficie ocupada por cada vivienda aplicando un factor de 0,5 a la superficie total de la parcela se ha tomado el mismo criterio para calcular la posible superficie de la Parcela Cultural, quedando los resultados que se muestran en la Tabla 2.

Parcela Cultural					
Superficie parcela [m^2]	Coeficiente	Edificabilidad [m^2]	Previsión de potencia [W]	Intensidad [A]	Potencia [kW]
5.382	0,5	2.691,065	26.9106,5	431,57	269,1

Tabla 2: potencia prevista de la Parcela Cultural

4 Solución adoptada

4.1 Centros de transformación

Teniendo en cuenta la previsión de potencia de cada una de las partes que componen la Urbanización (Viviendas, Alumbrado Público, Hoteles Rurales y Parcela Cultural) se ha tomado la decisión de realizar tres centros de transformación en base a lo establecido en el punto 5 del Artículo 47 "Cuotas de extensión y de acceso" del 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, y en el que se indica que "Cuando se trate de suministros en suelo urbano con la condición de solar, incluidos los suministros de alumbrado público, y la potencia solicitada para un local, edificio o agrupación de éstos sea superior a 100 kW, o cuando la potencia solicitada de un nuevo suministro o ampliación de uno existente sea superior a esa cifra, el solicitante deberá reservar un local, para su posterior uso por la empresa distribuidora".

Dado que la potencia de cada parte que compone la Urbanización es superior a 100 kW se ha optado por la separación en tres centros de transformación.

Además del cumplimiento del REAL DECRETO 1992/2000, se ha tenido en cuenta que el consumo de energía eléctrica de los hoteles y la Parcela Cultural es alto, y el pago de dicho consumo será por un único cliente en cada caso, considerando que la facturación de la energía eléctrica en Alta Tensión es más económica que en Baja Tensión a dichos clientes les estará justificado la instalación de centros de transformación Tipo Cliente y realizar la medida en Alta Tensión.

4.2 Edificio Centro de Transformación

La determinación de construir una única edificación que albergue a los tres Centros de Transformación (CT-VIVIENDAS, CT-HOTEL y CT-CULTURAL), el CENTRO DE ENTREGA y las dependencias para el SUMINISTRO DE REMPLAZAMIENTO se ha hecho teniendo en cuenta dos puntos:

Condiciones estéticas con el entorno: teniendo en cuenta que la Urbanización se proyecta con un carácter lujoso se ha tomado la determinación de construir una única edificación con la intención de que todos los equipamientos eléctricos necesarios queden reunidos en un único punto y evitar así tener repartidos por la Urbanización diferentes Centros de Transformación que lleven a deslucir las condiciones estéticas de la misma.

Centro de Entrega: la Urbanización tendrá dos Centros de Transformación Tipo Cliente, CT-HOTEL y CT-CULTURAL, siguiendo lo indicado por las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en su punto 8.1 “Centros de Entrega y medida” en el cual se establece que “Los Centros de transformación con medida en alta tensión estarán constituidos por las dos partes fundamentales siguientes: Centro de Entrega y Centro de Medida […] El Centro de Entrega y el Centro de Medida estarán siempre en dos recintos totalmente independientes”, teniendo en cuenta esto cada centro de transformación debería tener un Centro de Entrega pero adoptando la medida proyecta de realizar una única edificación que albergue los Centros de Transformación se podrá disponer de un único Centro de Entrega para ambos Centros de Transformación, que tal y como indica la Norma citada anteriormente será propiedad de la empresa distribuidora y albergará los elementos de maniobra que establecen el límite de propiedad punto frontera.

5 Ubicación

La determinación de ubicar el CT-URBANIZACIÓN en la Zona Verde 1 Plano 02 "Plano de Emplazamiento" se adoptado teniendo en cuenta dos criterios, aspectos visuales y consideraciones eléctricas:

Consideraciones visuales: considerando que el Centro de Transformación CT-URBANIZACIÓN quede lo más oculto posible y con ello no afecte a la estética de la urbanización en gran medida, consideramos que su colocación, centrado en la Zona Verde 1, será beneficiosa en este aspecto ya que su impacto visual podrá ser mitigado con la plantación de árboles que alcancen una considerable altura a ambos lados y al frente del Centro de Transformación, o también con setos a modo de barrera visual, consiguiendo que desde las calles colindantes se desprecie la existencia del Centro de Transformación.

Consideraciones eléctricas: teniendo en cuenta que la Zona Verde 1 está relativamente centrada en la Urbanización y cerca del punto de conexión de la Red de Media Tensión hemos considerado apropiada esta localización con lo que se realizarán menos obras civiles para el soterramiento de los cables de Media Tensión y los de Baja tensión quedarán distribuidos de una forma radial uniforme.

Otro de los parámetros que se ha tenido en cuenta para ubicar el CT-URBANIZACIÓN en una zona verde es el hecho de que ese terreno se mantendrá húmedo por el riego de los árboles o jardines, así como la humedad que éstos mantienen, disminuyendo la resistividad del terreno, siendo éste un parámetro muy importante a tener en cuenta para la puesta a tierra de los centros de transformación.

6 Características Constructivas de los Centros de Transformación

6.1 Dimensiones

Para determinar las dimensiones que debe tener el CT-URBANIZACIÓN se han tenido en cuenta diferentes aspectos los cuales encontramos a continuación y determinan las longitudes expuestas en la Memoria Descriptiva.

SUMINISTRO DE REEPLAZAMIENTO:

Para dimensionar el CT-URBANIZACIÓN se ha tenido en cuenta las dimensiones mínimas de las dependencias del LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO, las cuales han sido determinadas en función de las dimensiones del grupo electrógeno y las recomendaciones del fabricante. El fabricante indica que en caso de que el grupo electrógeno permanezca en un recinto cerrado, las paredes delimitantes se

encontraran a una distancia como mínimo de un metro del grupo. Las distancias finales para las dependencias del LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO se muestran en la Tabla 3.

	Dimensiones Grupo Electrógeno [m]	Dimensiones Local de Reemplazamiento [m]
Ancho	3,6	6
Largo	1,4	3,35

Tabla 3: dimensiones (m) del SUMINISTRO DE REEMPLAZAMIENTO

Puesta a tierra de protección y aparamenta eléctrica

Las dimensiones del LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO condicionaran el ancho de todo el edificio CT-URBANIZACIÓN, siendo este de 6 m. Para dimensionar los Centros de Transformación CT-HOTEL, CT-CULTURAL, y CT-VIVIENDAS así como el CENTRO DE ENTREGA se ha tenido en cuenta la colocación de la aparamenta eléctrica en cada uno de ellos, la cual esta descrita en la Memoria Descriptiva Punto 7.2 “Aparamenta de Media Tensión”.

Con la aparamenta eléctrica dispuesta en las posiciones necesarias se ha considerado para las dimensiones finales de cada Centro de Transformación la configuración escogida para la puesta a tierra de protección (configuraciones según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” publicado por UNESA (Asociación Española de la Industria Eléctrica)) que según el Método de Cálculo de UNESA ésta debe ser inferior a las dimensiones del Centro de Transformación, es decir, la configuración de la puesta a tierra elegida debe quedar por el interior de los cerramientos del centro de transformación. Con las dimensiones de las configuraciones que encontramos en el punto X “nombre del punto” de la Memoria Descriptiva hemos establecido las dimensiones finales de los centros de transformación.

6.2 Acceso

La determinación de construir un acceso al Centro de Transformación CT-URBANIZACIÓN con las dimensiones indicadas en la Memoria Descriptiva se ha realizado teniendo en cuenta lo establecido por el punto 6.3 de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en la que se indica que “Los Accesos serán siempre directos desde la vía pública, estarán situados en una zona en la que con el CT abierto, dejen libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro”. Teniendo en cuenta la citada Norma y que el ancho de un camión de gran tonelaje esta entorno a los 2,5 m hemos establecido en ancho del acceso en 3,5 m.

6.3 Cubierta, forjados, muros y piso

Las condiciones establecidas en la Memoria Descriptiva para la cubierta, los forjados, muros y piso del CT-URBANIZACIÓN están realizadas siguiendo el punto 6.7 "Resistencia Mecánica" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa, en el cual se indican las condiciones mínimas que deben tener los aspectos mencionados.

Tabique separador: la determinación de construir un tabique separador se ha realizado teniendo en cuenta el punto 6.10 de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en el cual se establece que se deben independizar los transformadores. Además, en el punto 3.2 "Celdas" de la MIE-RAT-14 del "Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación" se establece que "Cuando en la instalación de alta tensión se utilicen aparatos, transformadores o centros de transformación integrados, que contengan aceite u otro dieléctrico inflamable con capacidad superior a 50 litros se establecerán tabiques de separación entre ellos, a fin de cortar en lo posible los efectos de la propagación de una explosión y del derrame del líquido", como los transformadores a instalar tienen una capacidad de aceite como mínimo (trago de 250kVA) de 260 litros se deberá construir el tabique separador.

6.4 Enrejado de separación

La determinación de instalar una enrejado metálico en los Centros de Transformación para aislar el trafo ha sido teniendo en cuenta el punto 5.2 "5.2 Zonas de protección contra contactos accidentales" de la MIE-RAT-14 en la cual se establece que la distancia de separación entre los elementos en tensión y el enrejado debe ser de:

$$C = d + 10$$

Donde "d" viene dado por el valor de la tensión de la instalación y en nuestro caso d = 20, por lo tanto el enrejado deberá quedar separado como mínimo 30 cm del transformador.

6.5 Resistencia al fuego

La decisión de que los elementos delimitadores tengan una resistencia al fuego RF-240 está tomada en base a los indicado en la punto 6.9 "Resistencia al fuego" en las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa.

En la Memoria Descriptiva se establece también que los materiales de revestimiento interior deberán ser de clase M0 establecido según la Norma UNE-23727 "Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción"

6.6 Puertas

La determinación de colocar las puertas en la fachada Sur se ha realizado teniendo en cuenta la ubicación del acceso al CT-URBANIZACIÓN así como la mejor disposición para la maniobrabilidad al instalar o extraer los transformadores de los Centros de Transformación.

Las dimensiones de las puertas y materiales se han establecido según establece el punto 6.11 “Puertas” de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa, verificando que el ancho de los transformadores a instalar en nuestro Centro es inferior al de las puertas.

6.7 Ventilación

En todos los centros de transformación se ha optado por instalar ventilación natural ya que así lo obliga las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en su punto 6.12 “Ventilación”

6.7.1 Situación de las rejillas

Se ha situado la rejilla inferior al lado del transformador y rejilla superior en la pared frontal al transformador teniendo en cuenta que se garantice una circulación del aire, haciendo un barrido por el transformador y evacuando el aire caliente por la rejilla superior.

Además de lo comentado, las longitudes establecidas en la Memoria Descriptiva para la colocación de las rejillas en los centros de transformación, 0,10 m desde el techo hacía abajo y 0,3 m medidos desde el suelo, se ha determinado teniendo en cuenta que el centro de la rejilla inferior coincida con el centro del transformador.

6.7.2 Dimensionamiento de las rejillas

Para el dimensionamiento de las rejillas de ventilación se ha tenido en cuenta que según las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa se deben realizar los cálculos de las mismas considerando como mínimo las pérdidas de potencia de un transformador de 630 kVA. Dado que nuestro mayor transformador es de 400 kVA obtenemos los datos de las pérdidas de potencia del mismo fabricante y modelo que los instalados pero para la potencia mínima de cálculo.

6.7.2.1 Formulas empleadas

Caudal de aire	(7)
$Q = \frac{P_p}{1{,}16 \cdot \Delta\theta_a}$	Q: caudal de aire [m^3/s]. P_p: pérdida de potencia del transformador a plena carga, pérdidas en vacío o en el hierro más pérdidas en el cobre o en cortocircuito [kW]. $\Delta\theta_a$: incremento de temperatura del aire [ºC]
Velocidad de salida del aire	(8)
$V_s = 4{,}6 \cdot \frac{\sqrt{H}}{\Delta\theta_a}$	V_s: velocidad de salida del aire [m/s] H: distancia vertical entre los centros de las rejillas [m]. $\Delta\theta_a$: incremento de temperatura del aire [ºC]
Sección mínima de la rejilla	(9)
$S_r = \frac{Q}{V_s}$	S_r: sección de la rejilla en función del caudal y de la velocidad de salida del aire [m^2]. Q: caudal de aire [m^3/s]. V_s: velocidad de salida del aire [m/s]
Distancia vertical entre los centros de las rejillas	(10)
$H = h_1 - (h_2 + h_3 + h_4 + h_5)$	H: distancia vertical entre los centros de las rejillas [m]. h_1: altura interior del C.T. h_2: mitad de la altura de la rejilla inferior [m] h_3: distancia entre suelo y borde inferior de la rejilla inferior [m]. h_4: mitad de la altura de la rejilla superior [m] h_5: distancia entre el techo y borde superior de la rejilla superior [m]

Para los cálculos de las longitudes de las rejillas hemos considerado que la rejilla inferior tenga una altura de longitud superior a su base para que el aire llegue de forma homogénea a todo el transformador mientras que la rejilla superior tenga una altura inferior a su base.

- Altura rejilla inferior: 0,7 m
- Altura rejilla superior: 0,5 m

Considerando la situación mencionada anteriormente y las alturas de las rejillas, la distancia vertical entre los centros de las rejillas (*H*) es de 2 m. En la Tabla 4 entramos los resultados del dimensionamiento de las rejillas.

$$H = 3m - (0{,}25\ m + 0{,}3\ m + 0{,}10\ m + 0{,}25\ m) = 2\ m$$

Potencia del Trafo [kVA]	Pérdidas en vacío del Trafo [kW]	Pérdidas en carga del Trafo [kW]	Pérdida de potencia del transformador [kW]	Caudal de aire necesario [m³/s]	Velocidad del aire [m/s]	Sección rejilla [m²]	Base de la rejilla superior [m]	Base de la rejilla inferior [m]
630	1,03	6,5	7,53	0,433	0,434	0,998	1,996	1,425

Tabla 4: dimensionamiento ventilación

6.8 Pozo

Tal y como se ha establecido en la Memoria Descriptiva se deberán instalar cuatro pozos para la recogida del aceite, la determinación de instalar dichos pozos ha sido siguiendo lo indicado en el punto 6.13 “Pozo de recogida de aceite” de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa así como también lo establece el punto 4 “Otras prescripciones” de la MIE-RAT-14, indicando ésta que se debe colocar un pozo cuando el transformador tenga más de 50 litros de aceite.

Se ha señalado que el pozo debe tener capacidad para 600 litros de aceite dado que se indica en las citadas normas, además se ha tenido en cuenta que el trafo de mayores dimensiones alberga en su interior una menor cantidad de aceite, 510 litros según el fabricante.

7 Instalación Eléctrica Centros de Transformación

7.1 Aparamenta de Media Tensión

La decisión de instalar aparamenta de Media Tensión de la marca Ormazabal ha sido tomada teniendo en cuenta por una parte el cumplimiento del punto 7.1.4. de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa, en el cual se establece que la aparamenta deberá ser con aislamiento y corte en SF6, además las Celdas de Media Tensión CGMCOSMOS cumplen con las Normas UNE 20099, 20100, 20104, 20324, 21116, 21120 y 21339, tal y como establece las Normas citadas anteriormente.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la mayoría de los Centros de Transformación pertenecientes a Endesa en Tenerife montan celdas de la marca Ormazabal consideramos oportuna la instalación de dichas celdas dado que el personal de mantenimiento ya cuenta con experiencia en la marca lo que facilitará trabajos de reparaciones y mantenimientos.

Como último aspecto considerado en la elección de las Celdas CGMCOSMOS, se ha tenido en cuenta y estudiado las características de las que disponen para automatizar los centros. Dichas características se han tenido muy en cuenta para el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS.

7.1.1 Fórmulas empleadas

Para dimensionar los equipos, elementos y materiales de los centros de transformación se han realizado diferentes cálculos los cuales se encuentran descritos en los siguientes apartados. Para realizarlos se han empleado diversas fórmulas matemáticas, las cuales podemos encontrar detalladas a continuación.

Intensidad nominal en el primario, intensidad de alta tensión	(11)
$I_{N1} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot V_{L1}}$	S_N: potencia aparente nominal del transformador [VA]. V_{L1}: tensión en el primario [V]
Intensidad de cortocircuito permanente en el primario	(12)
$I_{CC1} = \frac{S_{CC1}}{\sqrt{3} \cdot V_{L1}}$	S_{CC1}: potencia de cortociruito en el punto de entronque con la red de M.T. [VA]. V_{L1}: tensión de línea en el primario, M.T. [V]
Intensidad de cortocircuito de choque en el primario	(13)
$I_{S1} = 1{,}8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{CC1}$	I_{CC1}: intensidad de cortocircuito permanente en el primario
Intensidad nominal en el secundario, intensidad de baja tensión	(14)
$I_{N2} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot V_{L2}}$	S_N: potencia aparente nominal del transformador [VA]. V_{L2}: tensión de línea en el secundario B.T.

Intensidad de cortocircuito permanente en el secundario	(15)
$I_{CC2} = \frac{I_{2N}}{U_{CC}}$	I_{2N}: intensidad nominal en el secundario, intensidad de baja tensión
Intensidad de cortocircuito de choque en el secundario	(16)
$I_{S2} = 1{,}8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{CC2}$	I_{CC2}: intensidad de cortocircuito permanente en el secundario

7.1.2 Cálculos Aparamenta

En cada Centro de Transformación que forma el CT-URBANIZACIÓN se instalará diferente Aparamenta de Media Tensión en función de si se trata de un Centro Tipo Cliente o Tipo Compañía.

A continuación se muestran los cálculos necesarios que han llevado a la determinación de instalar la Aparamenta descrita. Se exponen los cálculos de todos los Centros de Transformación de manera conjunta y posteriormente se justificará la validez de las características de la Aparamenta frente a los valores de intensidad que deberán soportar en cada caso concreto. Los cálculos se han realizado con las fórmulas anteriores y se muestran la Tabla 5.

Para calcular la intensidad de cortocircuito en el primario hemos partido de que la empresa suministradora nos ha indicado que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA.

Centro de Transformación	**Potencia del Trafo [kVA]**	**I_{N1} [A]**	**I_{CC1} [kA]**	**I_{S1} [kA]**	**I_{N2} [A]**	**I_{CC2} [kA]**	**I_{S2} [kA]**
CT-HOTEL	250	7,217	14,43	36,79	360,84	9,02	23
CT-CULTURAL	400	11,547	14,43	36,79	577,35	14,43	36,8
CT-VIVIENDAS	400	11,547	14,43	36,79	577,35	14,43	36,8
	400	11,547	14,43	36,79	577,35	14,43	36,8

Tabla 5: cálculos Aparamenta M.T.

Para calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario I_{CC2} se ha tenido en cuenta la tensión de cortocircuito del transformador que es en todos los casos de un 4%. También los cálculos

se han realizado para el peor caso con una tensión en el secundario de 400V, aunque el Transformador en su secundario tiene 420V.

7.1.2.1 CENTRO DE ENTREGA

En el CENTRO DE ENTREGA se instalarán 6 Celdas de Línea CGMCOSMOS-L, tres celdas por cada Centro de Transformación Tipo Cliente, CT-HOTEL y CT-CULTURAL.

Poder de corte

Dichas Celdas de Línea deberán ser capaces de abrir el circuito aguas abajo de ellas circulando la intensidad nominal por el primario, es decir, el poder de corte de las mismas debe ser mayor que la intensidad del primario de los Centros de Transformación Tipo Cliente según corresponda.

Teniendo en cuenta que la Celda de Línea de Entrada (CLE1) deberá ser capaz de abrir la intensidad del primario de los tres Centros de Transformación realizamos el cálculo para dicho caso debido a que es la peor situación.

Poder de corte de la Celda CGMCOSMOS-L > I_{NT}

Donde I_{NT} es la suma de las intensidades del primario de cada Centro de Transformación.

$$I_{NT} = \quad 41{,}858ª$$

El poder de corte de la Celda CGMCOSMOS-L es de 400A por lo que con dicha celda se podrá interrumpir el suministro aguas abajo de la misma.

Poder de cierre

El poder de cierre es el valor máximo o de pico de intensidad que es capaz de soportar la Celda en el cierre del circuito. El poder de cierre de las Celdas deberá ser mayor que la intensidad de coche en el primario, I_{S1}

Poder de cierre de la Celda CGMCOSMOS-L > I_{S1}

40 kA > 36,79 kA

7.1.2.2 CT-HOTEL y CT-CULTURAL

En los Centros de Transformación CT-CULTURAL CT-HOTEL encontramos Celdas de Línea CGMCOSMOS-L y Celdas de Protección CGMCOSMOS-V. Dado que el caso calculado para el CENTRO DE ENTREGA en cuanto a la Celda de Línea es el peor caso, queda justificado que las del CT-CULTURAL y CT-HOTEL soportarán las condiciones.

Las Celdas de Protección CGMCOSMOS-V cuentan con interruptor automático por lo que debemos comprobar el poder de corte y de cierre del mismo.

Poder de corte

El poder corte del interruptor automático CGMCOSMOS-V deberá ser mayor que la intensidad de cortocircuito en el primario del CT-CULTURAL.

Poder de corte de la Celda CGMCOSMOS-L > I_{CC1}

16 kA > 14,43 kA

El interruptor automático de la CGMCOMOS-V tiene un poder de corte de 16kA como vemos es superior a la intensidad de cortocircuito en el primario.

Poder de cierre

El poder de cierre del interruptor automático deberá ser mayor que la intensidad de coche en el primario, I_{S1}

Poder de cierre de la Celda CGMCOSMOS-L > I_{S1}

40 kA > 36,79 kA

Como vemos se cumple la condición ya que el poder de cierre del interruptor automático es de 40 kA.

7.1.2.3 CT-VIVIENDAS

En el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS se instalarán dos Celdas de Protección con fusibles para la protección del transformador. Se ha determinado la instalación de los fusibles SIBA modelo HHD-B de tensión nominal 20kV e intensidad nominal 32A teniendo en cuenta la tabla “Protección de los transformadores con fusibles” del Punto 7.3.1.1 “Protección contra sobrecargas” de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa.

Dicho fusible tiene una intensidad nominal de 32A, la cual es superior a la intensidad nominal calculada de 11,54A y un poder de corte de 63kA que es superior a la intensidad de cortocircuito en el primario 14,43kA.

7.1.3 Conexiones de la Aparamenta

7.1.3.1 Conexiones entre embarrados de las Celdas

La determinación de la conexión entre los embarrados de las Celdas con conectores Ormalink viene impuesta por el fabricante de las mismas, Ormazabal.

7.1.3.2 Conexiones entre Conductores de M.T. y Celdas de M.T.

Se establecido la instalación de conectores enchufables de 250A para los puentes de M.T. del transformador y conectores atornillables de 630A para el de los puentes siguiendo lo indicado en el Punto 7.1.1 "Conexiones AT" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa.

7.2 Conductores de Media Tensión

La decisión de instalar el cable unipolar de Aluminio de 95mm^2 ha sido tomada teniendo en cuenta el Punto 7.1.1 "Conexiones AT" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa, en el cual se establece que "Los conductores de AT para conexión entre celdas y transformadores estarán constituidos por cables unipolares de aluminio de 95 mm², 12/20kV, o de cobre de 35 mm², 12/20 kV, con aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado químicamente (XLPE) o de etileno propileno (EPR)", el conductor HERSATENE RHZ1-OL H-16 de General Cable cumple las citadas condiciones.

7.3 Tubos y bandejas

7.3.1 Tubos

Tal y como se ha indicado en la Memoria Descriptiva en los Centros de Transformación los conductores de Media Tensión irán soterrados bajo tubo de 200 mm de diámetro y resistencia a la compresión de 450N. El diámetro del tubo esta impuesto por el punto 6.3.2 "Accesos de canalizaciones" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en el que se establece que los conductores de M.T. deberán ir en tubo de esa sección, por otro lado la determinación de instalarlos de resistencia a la compresión de 450N está determinada considerando lo indicado por la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa que establece esta resistencia en todos los tubos.

7.3.2 Bandejas

Siguiendo el Punto 6.15 "Bandejas" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa, en el cual se indica que para los puentes de Baja Tensión se deben instalar bandejas de

como mínimo 0,4 m de ancho se ha determinado colar las bandejas Unex modelo 66 descritas en la Memoria Descriptiva.

7.4 Conductores de Baja Tensión

Hemos optado por instalar los conductores de Aluminio ENERGY TRI-AL RVZ-AL de la marca General Cable siguiendo lo indicado por el punto 7.1.2 “Conexiones B.T.” de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en la cual se estable las condiciones que cumple dicho cable, es decir, unipolar, de Al y con aislamiento de XLPE.

7.5 Cuadro de Baja Tensión

Se ha determinado la instalación del cuadro de Baja Tensión marca STUK modelo CBTG 1600A AC4 o CBGT 1600 4/8 según el número de salidas, teniendo en cuenta que las normas citadas anteriormente de Centros de Transformación establecen que los cuadros deben cumplir la Norma Endesa FNL002 y actualmente hemos encontrado en el mercado que sólo la cumple los modelos indicados. El cuadro de la marca STUK cumple con el nuevo requisito impuesto por Endesa de que disponga de conexión para grupo electrógeno en caso de emergencia.

8 Centros de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL

8.1 Aparamenta

La determinación de instalar la Aparamenta descrita en la Memoria Descriptiva en el CENTRO DE ENTREGA, CT-HOTEL y CT-CULTURAL así como el esquema eléctrico que se deberá de configurar, ha sido siguiendo las recomendaciones que constan en el Punto 8.1 “Centros de entrega y medida” de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en las que como carácter orientativo proponen el esquema de la Ilustración 1.

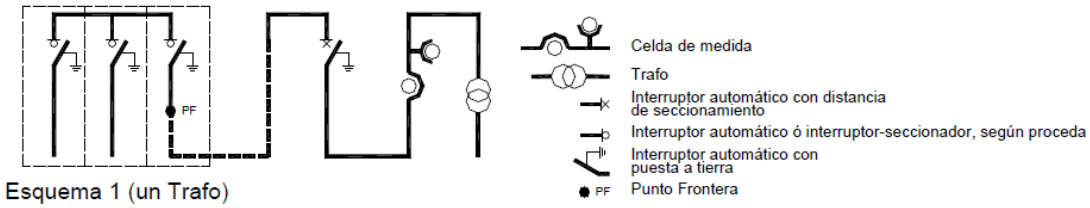


Ilustración 1: esquema propuesto por la empresa distribuidora para C.T. Tipo Cliente

8.2 Transformadores

Se ha determinado instalar transformadores de la marca Ormazabal dado que es la única marca que monta pasatapas enchufables en el lado de Media Tensión y dicho requisito es obligatorio por las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa.

La potencia de los Trafos de los Centro de Transformación CT-HOTEL y CT-CULTURAL ha sido determinada en función de las potencias previstas que podemos encontrar en el Punto X "Previsión de Potencia". Para calcular la potencia aparente de los transformadores se ha aplicado un factor de potencia de 0,9 dado que es el establecido por la empresa distribuidora en la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa para las redes de distribución. En la Tabla 6 encontramos la potencia aparente de los Transformadores y la potencia que queda de reserva.

Centro de Transformación	Potencia Prevista [kW]	Potencia Prevista [kVA]	Potencia del Trafo [kVA]	Reserva de Potencia [kVA]
CT-HOTEL	167,63	186,25	250,00	63,75
CT-CULTURAL	269,11	299,01	400,00	100,99

Tabla 6: potencia de los transformadores de CT-HOTEL y CT-CULTURAL

9 Centro de Transformación CT-VIVIENDAS

Teniendo en cuenta las necesidades que se pretenden satisfacer con el CT-VIVIENDAS, es decir, mantener el suministro eléctrico con los menores cortes posibles, se ha estudiado diferentes aspectos que han dado lugar a la solución adoptada y descrita en la Memoria Descriptiva.

El corte del suministro eléctrico en una red puede ser provocado por diversos factores. En la presente Memoria Justificativa tratamos de abordar los posibles fallos o cortes de la red eléctrica producidos en un Centro de Transformación. En el Capítulo 3 "Suministro de Reemplazamiento" del presente Trabajo Fin de Grado se da una solución para los cortes eléctricos producidos aguas arriba del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS.

Los cortes eléctricos en los Centros de Transformación pueden ser debidos a fallos en el transformador o maniobras para realizar mantenimientos del mismo.

9.1.1 Solución adoptada

La determinación de la solución descrita en la Memoria Descriptiva, es decir, automatizar dos transformadores en paralelo, se ha llevado a cabo tras realizar diferentes estudios como las curvas de demanda del sector residencial, viabilidad técnica de la automatización y económica.

En base a los estudios realizados se ha seleccionado la Aparamenta de Media Tensión, de Baja Tensión y los equipos necesarios que cumplen los requisitos que consideramos oportunos para llevar a cabo la propuesta técnica.

9.1.2 Análisis justificativo

9.1.2.1 Curva de demanda eléctrica

Se ha determinado instalar dos transformadores en paralelo tras realizar un estudio de la demanda de potencia eléctrica en el sector residencial en la Isla de Tenerife y comprobar ciertos aspectos.

Al analizar la curva de demanda, hemos de destacar que la demanda en el sector residencial difiere de la demanda de potencia total de los consumidores. En las Ilustraciones 2 y 3 podemos comprobar las diferencias entre la demanda total y la demanda residencial así como las diferencias entre las curvas de invierno y verano, en dichas ilustraciones entramos la potencia demandada en MW a lo largo del día.

Ambas curvas pertenecen a la "Guía de consumo inteligente" publicada por Red Eléctrica de España en Noviembre de 2010.

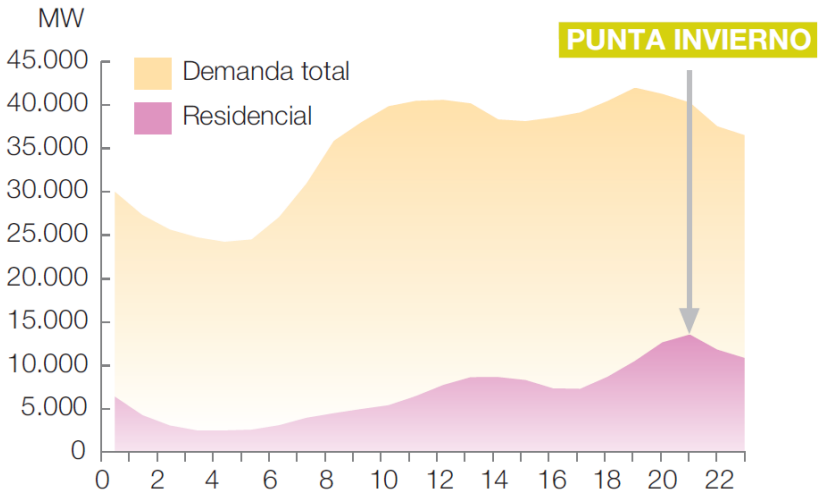


Ilustración 2: curva demanda total y residencial invierno

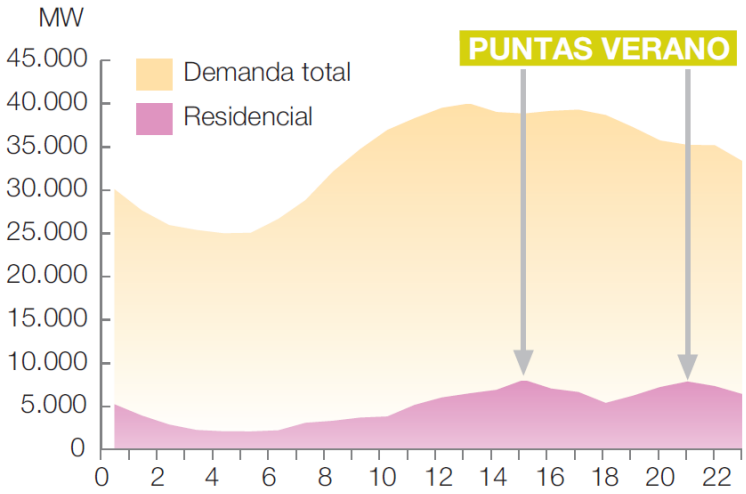


Ilustración 3: curva demanda total y residencial verano

Como podemos comprobar en ambas ilustraciones la curva de la demanda residencial a partir de las 5 de la mañana tiene una pendiente muy inferior a la curva de la demanda total. Si tenemos en cuenta que la curva de la demanda total recoge industrias, hospitales y demás centros de trabajo es normal que presente una pendiente mayor que el sector residencial a partir de las 5 h.

Tendiendo esta consideración presente razonamos que en el sector residencial podría trabajar un solo transformador en ciertos periodos horarios de menor demanda de potencia y trabajar dos transformadores en paralelo cuando la demanda de potencia supere un cierto valor.

Para analizar la situación que nos aborda, es decir, la potencia consumida por el sector residencial en Tenerife, disponemos de datos actualizados de los consumidores con potencia contratada inferior a 15 kW en la isla, dichos datos han sido facilitados por El Sistema de Información de Medidas Eléctricas (SIMEL) de Red Eléctrica de España.

Los datos facilitados corresponden a un mes de invierno, enero, y en mes de verano, julio, con lo que podemos realizar un análisis considerando las dos situaciones. En las Ilustraciones 4 y 5 encontramos la curva de demanda para un día laboral de ambos meses. Hemos considerado oportuno graficar los datos referentes a un día laboral dado que la potencia demandada en un día festivo es inferior.

En la Tabla 2 “datos demanda de potencia residencial” del Anexo 1 podemos encontrar tabulados los datos exactos correspondientes a las gráficas mostradas.

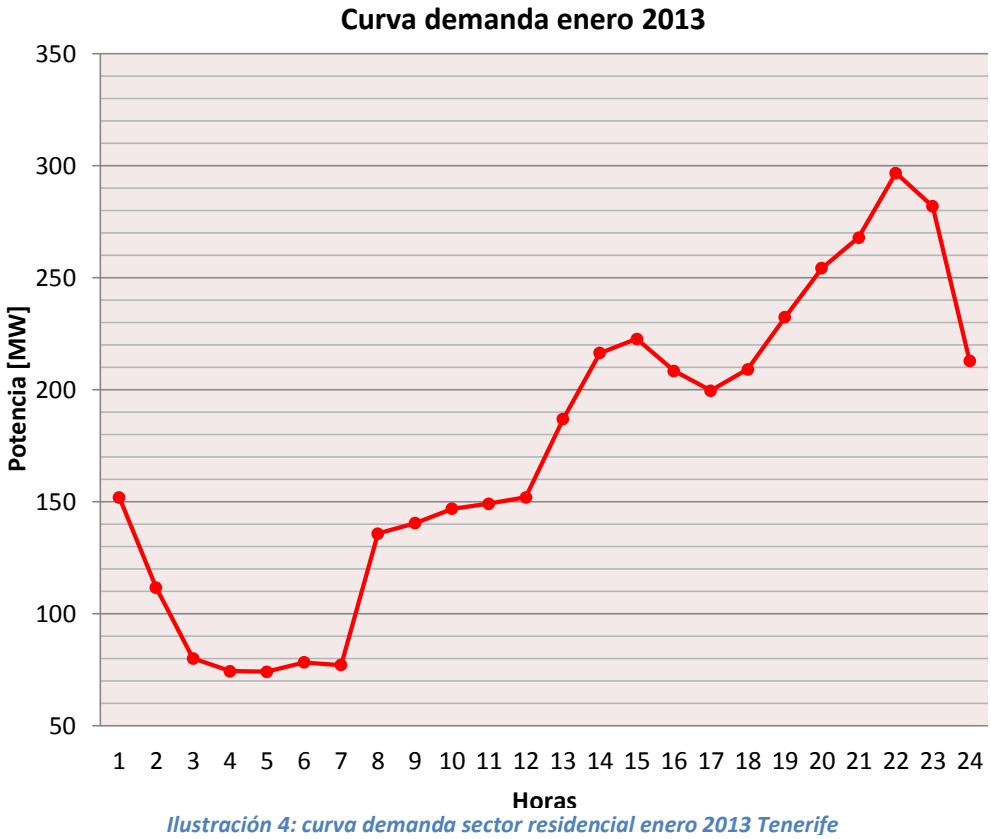


Ilustración 4: curva demanda sector residencial enero 2013 Tenerife

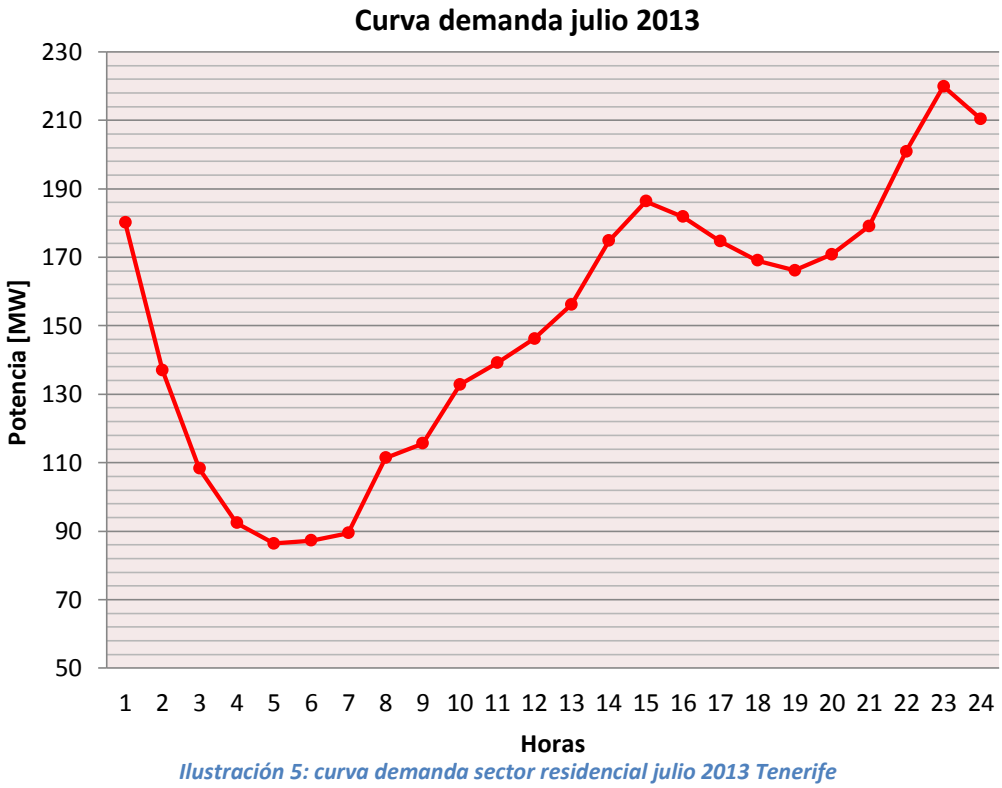


Ilustración 5: curva demanda sector residencial julio 2013 Tenerife

9.1.2.1.1 Periodo horario y potencia demandada

Tal y como podemos comprobar en el Punto 3 “Previsión de Potencia” del presente Capítulo, dada la potencia prevista para las viviendas y el alumbrado público en el caso de instalar un solo transformador se debería instalar uno con una potencia de 1000 kVA. Considerando la instalación de transformadores en paralelo deberemos instalar dos transformadores de 400 kVA por lo que nuestra potencia total es de 800 kVA.

Teniendo en cuenta el razonamiento anterior de que la demanda de potencia total sea atendida por los dos trasformadores y en el periodo de menor consumo sólo sea atendida por un transformador establecemos el periodo horario extrapolando los datos de demanda de Tenerife a nuestra zona residencial, la Urbanización El Tajinaste.

Según la Ilustración 6 podemos comprobar que la demanda de potencia máxima en un día de invierno es de aproximadamente 300 MW y corresponde a las 23h.

El total de la potencia que podrá suministra nuestro Centro de Transformación CT-VIVIENDAS es de 800kVA, dado que los dos transformadores son de 400kVA si deslastramos uno de ellos obtendremos el 50% de la potencia total. Teniendo en cuenta que un transformador proporcionará el 50% de la potencia total, calculamos el 50% de la potencia total demandada en Tenerife y establecemos el periodo aproximado que podrá funcionar un solo transformador.

Potencia demandada total en Tenerife = 300 MW

50% de la potencia total demandada en Tenerife = 150 MW

El periodo horario en el que podrá trabajar un solo transformador es aquel en el que la potencia demandada es inferior a 150 MW.

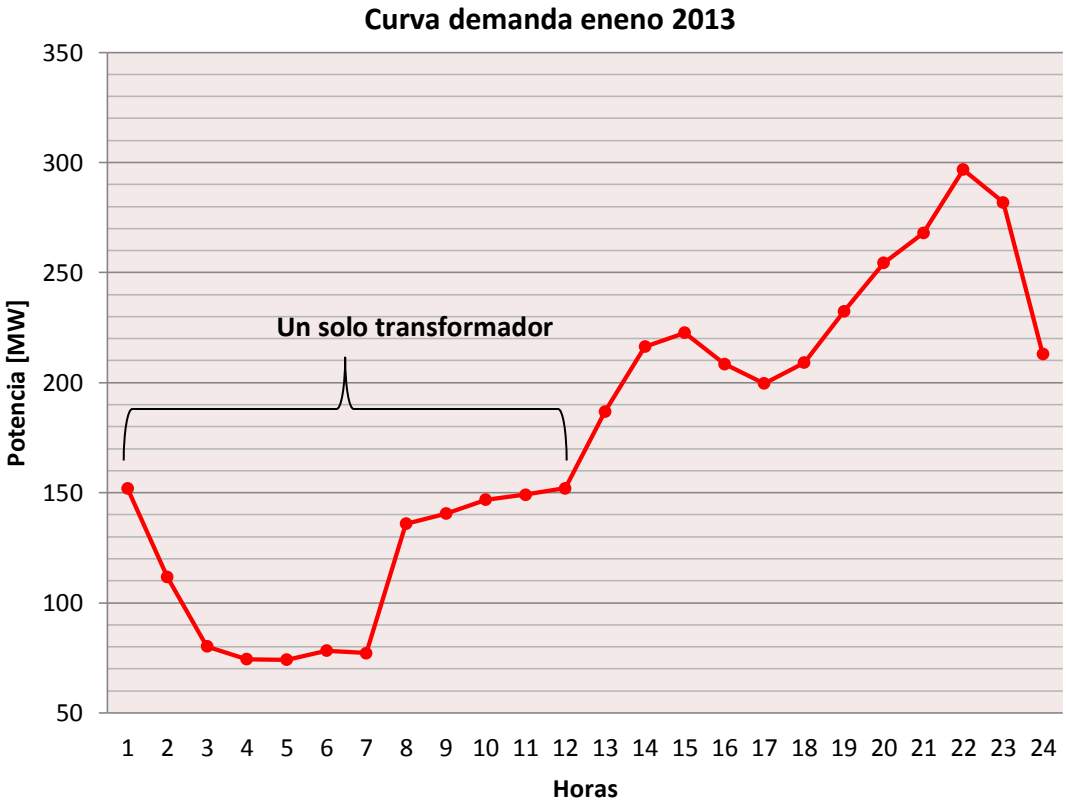


Ilustración 6: curva demanda sector residencial enero 2013 Tenerife con el periodo horario

En la Ilustración anterior hemos indicado el periodo horario el que podrá trabajar un solo transformador y como vemos es de 11 horas, es decir:

Desde la 1h hasta las 12h ⟶ Un solo transformador

Desde la 12h hasta la 1h ⟶ Dos transformadores

De igual forma hemos calculado el periodo horario para verano y aunque la potencia máxima es menor que en invierno también obtenemos un periodo de 11h, la única diferencia es que el periodo comienza y finaliza una hora más tarde.

9.1.3 Sistema de Automatización

Teniendo en cuenta el análisis justificativo hemos determinado la instalación del sistema de automatización para dos transformadores en paralelo.

9.1.3.1 Funcionamiento manual

Partiendo del "Programa de Necesidades" en el que se contempla que se requiere limitar los posibles cortes del suministro debido a mantenimientos en el Centro de Transformación y teniendo en cuenta que se dispone de aproximadamente un periodo de 11h en el que puede funcionar un solo transformador se podrá desconectar manualmente una transformador y realizarle los mantenimientos o reparaciones en dicho periodo horario para posteriormente dejarlo en servicio. Para poder realizar las operaciones con seguridad se deberá poder aislar el transformador tanto en el lado de Media Tensión como en el lado de Baja Tensión para lo que es imprescindible la instalación de las Celdas de Protección con Interruptor-Seccionador CGMCOSMOS-P y los Interruptores Automáticos de Baja Tensión NSX 630A.

9.1.3.2 Funcionamiento automático

Dada la posibilidad de conmutar el funcionamiento de dos transformadores según se ha estudiado en el "Análisis justificativo" se ha proyectado la instalación de un sistema de automatización que realice la conmutación de forma automática teniendo en cuenta el valor de potencia demandada para ahorra pérdidas de potencia y aumentar la vida útil de los transformadores.

Un transformador por el simple hecho de estar conectado en su lado de Media Tensión tiene unas pérdidas de potencia fijas, pérdidas en el hierro, como hemos comentado podemos deslastrar un transformador durante 11h cada día por lo que ahorraríamos las pérdidas de potencia producidas, tendríamos un transformador fijo durante 24h y el segundo transformador acoplado 13h.

En el caso de no instalar dos transformadores de 400kVA en paralelo se debería instalar un transformador de 1000kVA dado que la empresa distribuidora no admite la instalación de otras potencias disponibles. En la tabla 7 encontramos la comparación y el ahorro de potencia que conseguimos.

Solución adoptada	Un solo transformador	Dos Trafos	
Pérdidas Fe [kWh]	1,4	0,75	0,75
Horas de funcionamiento [h]	24	24	13
Energía perdida en un día [kWh]	33,6	18	9,75
Total energía perdida [kWh]	33,6	27,75	
Energía perdida en un año [kWh]	12.264	10.128,75	

Tabla 7: comparación de potencia perdida

Con la instalación de dos transformadores en paralelo ahorramos 2135,25kWh en un año.

Como se ha comentado el segundo transformador debe conectarse a partir del 50% de la potencia total demanda, que según se estable en el Punto 9.1.4 “Transformadores” es de 733kVA, por lo tango el segundo transformador debe entrar en funcionamiento a partir de 366,5kVA.

Conmutando los dos transformadores conseguimos ahorrar energía pero también se ha determinado que la automatización alterne el funcionamiento de los mismos por lo que el trasformador que trabaje 24h continuadas posteriormente pasará a estar parado durante 11h, este hecho favorecerá la duración de los transformadores y alargará la vida útil de los mismos.

La instalación de una gestión automática de los transformadores tendrá un sobrecoste respecto a instalar un único transformador. Y las pérdidas de potencia ahorradas no suponen un gran ahorro económico directo, pero por otro lado se ha tenido en cuenta para determinar la instalación del sistema el aumento de la vida útil que podrá llegar a tener los transformadores y el carácter educativo del Trabajo de Fin de Grado justifican la implementación de dicho sistema.

9.1.3.2.1 Programación

La programación del sistema que se deberá realizar en los Relés Programables Zelio Logic no está desarrollada en el presenta Trabajo Fin de Grado dado que no formaba parte de los objetivos del trabajo y se considera que para la programación se deberá realizar un proyecto de programación siguiendo las indicaciones y requisitos descritos.

9.1.4 Transformadores

En el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS se ha determinado instalar dos transformadores en paralelo de 400kVA siguiendo la solución adoptara de automatizar el Centro de Transformación. La potencia de los transformadores se ha calculado en base a la potencia prevista para las viviendas y el alumbrado público.

Como se comentó en el Punto 3 “Previsión de Potencia” la Red de Distribución de Baja Tensión se han distribuido las viviendas en fases para conseguir que la carga del transformador esté equilibrada. En el proyecto de Baja Tensión del alumbrado público nos determinan que el alumbrado se compone 5 circuitos monofásicos y nos indican la potencia instalada y prevista de cada uno. Para calcular la potencia del transformador hemos distribuido la intensidad de cada como se muestra en la siguiente tabla.

Alumbrado público				Fases		
Circuito	$P_{instalada}$[W]	$P_{prevista}$[W]	**Intensidad [A]**	**R**	**S**	**T**
Circuito I	2720	4896	23,65		23,65	
Circuito II	1120	2016	9,74	9,74		
Circuito III	2860	5148	24,87			24,87
Circuito IV	1470	2646	12,78	12,78		
			Intensidad por fase	22,522	23,65	24,870

Tabla 8: circuitos alumbrado público

Teniendo la intensidad de los circuitos del alumbrado público distribuidas en fases sumamos la intensidad de cada fase del alumbrado público a la intensidad de cada fase de las viviendas y obtenemos la potencia prevista del CT-VIVIENDAS. La intensidad de las viviendas la encontramos en la Tabla 1 del Punto 3 del presente Capítulo.

	R	**S**	**T**
Intensidad Viviendas [A]	1035,45	991,01	991,01
Intensidad Alumbrado [A]	22,52	23,65	24,87
Intensidad Total [A]	1057,97	1014,66	1015,88
Potencia [kW]	659,69	632,68	633,44
Potencia Aparente [kVA]	732,99	702,98	703,82

Tabla 9: potencia prevista del CT-VIVIENDAS

Como vemos la potencia prevista trifásica del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS es de **733 kVA** y tenemos de reserva 67 kVA tal y como se muestra en la Tabla 10.

Centro de Transformación	**Potencia Prevista [kW]**	**Potencia Prevista [kVA]**	**Potencia del Trafo [kVA]**	**Reserva de Potencia [kVA]**
CT-VIVIENDAS	659,69	732,99	800	67,01

Tabla 10: potencia de reserva del CT-VIVIENDAS

9.1.5 Aparamenta de Media Tensión

9.1.5.1 Celdas de Protección

En el Centro de Transformación CT-VIVIENDAS se ha determinado instalar las Celdas de Protección mediante fusibles CGMCOSMOS-P dado que así lo establecen las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa no siendo posible la instalación de Celdas con Interruptores Automáticos.

9.1.6 Aparamenta de Baja Tensión

9.1.6.1 Interruptor Automático Baja Tensión

Se ha determino la instalación de dos Interruptores Automáticos NSX 630A dado que son necesarios para la solución adoptada de automatizar el C.T. La elección de los NSX 630A viene dada por que cumplen los requisititos eléctricos y cuentan con motorización. Además la motorización puede abrir y cerrar el circuito mediante una señal, requisito necesario para completar el sistema de automatización.

La intensidad nominal de los interruptores automáticos es de 630A, la cual es superior a la intensidad por el secundario de cada transformador, 577,35A.

El poder de corte del I.A. es de 150kA el cual es superior a la intensidad de cortocircuito en el secundario, 14,43 kA

9.1.6.2 Relé Programable

Nos hemos decantado por la instalación del Relé programable Zelio Logic dado que cumple los requisitos de automatización y no llegando a ser un dispositivo complejo de automatización. Cuenta con 16 entradas s y 10 salidas que funcionan a la tensión de 24Vac.

Otro de los aspectos por lo que nos hemos decantado por el Zelio Logic es los lenguajes de programación en los que se puede programar (diagrama de bloques y esquema de contactos) y que el fabricante distribuye gratuitamente el software de programación. Además la posibilidad de poder programar o realizar cambios a través de la pantalla LCD nos parece una ventaja para realizar modificaciones o ajustes en el Centro de Transformación sin necesidad de cargar todo el programa o disponer de un ordenador.

9.1.6.3 Analizador de Red

De todos los modelos de analizadores de red que hay disponibles en el mercado nos hemos decantado por el modelo PM320 de la marca Schneider Electric por la posibilidad de programar alarmas y que éstas activen la salida del analizador de red. Mediante la programación en el analizador de red del 50% de la potencia demandada podemos enviar la señal al Relé programable y que conmute los transformadores.

En todos los equipos que componen la automatización, motor de la Celda de Protección, interruptor automático de Baja Tensión, Relé programable y analizador de Red se ha tenido en cuenta que la tensión de las señales sea la misma, es decir, todos los equipos permiten una comunicación a 24Vac. Por tal motivo se ha instalado un transformador de intensidad en el Armario de Automatización.

9.1.6.4 Armario automatización

Se ha determinado la instalación del Armario Prisma Plus Sistema P descrito en la Memoria Descriptiva para albergar todos los equipos de la automatización, dicho armario ha sido dimensionado mediante el Software Rapsody 1.6 del fabricante Schneider Electric.

9.1.6.4.1 Embarrado

El embarrado que se instalará en el Armario de automatización tiene una intensidad nominal de 1200A, siendo esta superior a la intensidad nominal del secundario de los dos transformadores, 1154,7A.

9.1.6.5 Cuadro de Baja tensión

La red de distribución que parte del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS quedará protegida por los Interruptores Automáticos NSX 630A pero se ha determinado la instalación de un cuadro de Baja Tensión con fusibles para cumplir con los requisitos de la empresa distribuidora.

10 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

En los Centros de Transformación se deben instalar dos puestas a tierra, la tierra de protección y la tierra de servicio para conectar el neutro del secundario del transformador a tierra.

La tierra de protección se debe colocar dado que cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de alta tensión, se provoca una elevación del potencial del electrodo de puesta a tierra a través del cual circula la corriente de defecto. Así mismo, al disiparse dicha corriente a tierra, aparecerán en el terreno gradientes de potencial que pueden provocar sobretensiones peligrosas para las instalaciones y para las personas.

10.1 Tierra de protección

Para el cálculo de la puesta a tierra de protección de los Centros de Transformación debemos tener en cuenta diferentes factores y parámetros de la Red de Media Tensión así como del terreno donde se encuentran nuestros Centros.

- **Intensidad de defecto (I_d):** es la intensidad que en caso de un defecto de la instalación en un punto circula a tierra o las partes conectadas a tierra desde ese punto.
- **Resistividad del terreno (ρ):** la resistividad del terreno es la resistencia que presenta al paso de la corriente un cubo de terreno de 1m de arista. Se mide en Ωm.
- **Tensión de paso (V_p):** diferencia de potencial entre dos puntos de la superficie del terreno separados una distancia de un metro. También se le puede ver como la

diferencia de potencial que puede ser puenteada por un ser humano entre los dos pies.

- **Tensión de contacto:** diferencia de potencial entre una estructura metálica o envolvente puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro, es decir, la diferencia de potencial entre la mano de un ser humano tocando un elemento en tensión y sus pies o entre ambas manos.
- **Tensión de paso en el acceso al Centro de Transformación:** es la diferencia de potencial a la que queda expuesta una persona cuando tiene un pie en el terreno de resistividad ρ y otro sobre el pavimento del C.T de resistividad ρ' (generalmente hormigón).

Tal y como establece el Punto 7.2.1 "Instalaciones de Puesta a Tierra" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa, se han diseñado las puestas a tierra siguiendo el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría", publicado por UNESA, así como también la MIE-RAT-13 "Instalaciones de Puesta a tierra".

10.1.1 Fórmulas empleadas

Resistencia de puesta a tierra	(17)
$R_T = \rho \cdot K_r$	R_T: resistencia de puesta a tierra [Ω] ρ: resistividad del terreno [Ωm] K_r: resistencia de puesta a tierra según tablas UNESA. [Ω/Ωm]
Tensión máxima aplicable al cuerpo humano	(18)
$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$	V_{ca}: tensión aplicable al cuerpo humano entre manos y pies [V] $K\ y\ n$: constantes en función del tiempo

Tensión de paso admisible	(19)
$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n}\left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right)$	V_p: tensión de paso admisible [V] $K\ y\ n$: constantes en función del tiempo t: duración de la falta [s]
Tensión de paso máxima	(20)
$V_{pmax} = K_p \cdot I_d \cdot \rho$	V_{pmax}: tensión de paso máxima [V] K_p: tensión de paso según tablas UNESA [V/ΩAm] I_d: intensidad de defecto a tierra [A] ρ: resistividad del terreno [Ωm]
Tensión de contacto admisible	(21)
$V_c = \frac{K}{t^n}\left(1 + \frac{1{,}5 \cdot \rho}{1000}\right)$	V_c: tensión de contacto admisible [V]. $K\ y\ n$: constantes en función del tiempo t: duración de la falta [s]
Tensión de contacto máxima	(22)
$V_{cmax} = K_c \cdot I_d \cdot \rho$	V_{cmax}: tensión de contacto máxima [V] K_c: tensión de contacto según tablas UNESA [V/ΩAm] I_d: intensidad de defecto a tierra [A] ρ: resistividad del terreno [Ωm]
Tensión de paso admisible en el acceso al Centro de Transformación	(23)
$V_{p(acc)} = \frac{10K}{t^n}\left(1 + \frac{3\rho + 3\rho'}{1000}\right)$	$V_{p(acc)}$: tensión de paso admisible en el acceso al C.T. [V]. $K\ y\ n$: constantes en función del tiempo ρ: resistividad del terreno [Ωm]. ρ': resistividad del pavimento del C.T. [Ωm].

Tensión de defecto	(24)
$V_d = R_T \cdot I_d$	V_d: tensión de defecto [V] R_T: resistencia de puesta a tierra [Ω] I_d: intensidad de defecto [A].
Separación entre las tomas de tierra	(25)
$D \geq \frac{I_d \cdot \rho}{2\pi \cdot U}$	D: distancia entre electrodos en metros U: 1200V para sistemas de distribución TT si el tiempo de eliminación del defecto de la instalación de M.T. sea menor o igual a 5s, en caso contrario U = 250V.

10.1.2 Dimensionamiento de la puesta a tierra

Mediante las fórmulas expuestas y teniendo en cuenta los parámetros característicos de la Red de Media Tensión proporcionados por la empresa distribuidora procedemos a mostrar los cálculos justificativos necesarios para la puesta a tierra de todos los centros de transformación.

10.1.2.1 Parámetros característicos

La Red de Media Tensión tiene una $\boldsymbol{I_d = 500A}$ y el tiempo de actuación de las protecciones es de **0,12 segundos.** Según se establece en el Punto 1 de la MIE-RAT-13 para un tiempo inferior a 0,9 segundo las constantes K y n valen **72** y **1** respectivamente.

Siguiendo las Normas citadas anteriormente para los Centros de Transformación en la Comunidad Autónoma de Canarias y concretamente el apartado específico de puesta a tierra, se establece que la resistencia de puesta a tierra deberá tener un valor inferior a **14,4Ω**

$$R_T < 14{,}4\Omega$$

Además de los datos comentados, la resistividad del terreno según el apartado 4.1 de la MIE-RAT-13 para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16kA se admite la estimación de la resistividad. Teniendo en cuenta la situación de la Urbanización El Tajinaste se estima una resistividad del terreno de 275Ωm, arena arcillosa.

10.1.2.2 Condiciones que debe satisfacer la puesta a tierra

Para garantizar la seguridad de las personas ante la elevación del potencial de la tierra se establecen una serie de condiciones que debe satisfacer el sistema de puesta a tierra elegido y con ello no sobrepasar la tensión máxima aplicable al cuerpo humano, Formula (18).

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{72}{0{,}12} = 600V$$

Para no sobrepasar los 600V se debe cumplir:

1) Tensión de paso máxima menor que la tensión de paso admisible

$$V_{pmax} < V_p$$

2) Tensión de contacto máxima menor que la tensión de contacto admisible

$$V_{cmax} < V_c$$

3) Tensión de contacto máxima menor que la tensión de paso de acceso.

$$V_{cmax} < V_{p(acc)}$$

En cuanto a proteger la Aparamenta de B.T. se debe cumplir:

4) Tensión de defecto debe ser menor que el nivel de aislamiento del material, generalmente 10kV

$$V_d < Nivel\ de\ aislamieto$$

10.1.2.3 Cálculos de puesta a tierra

Teniendo en cuenta los parámetros característicos descritos y las condiciones que debe satisfacer la puesta a tierra, en la Tabla 11 se muestran los cálculos realizados.

Según establece las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa se debe:

- Instalar un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3m embebido en el suelo de hormigón y conectado a la puesta a tierra de protección por dos puntos.
- Las partes metálicas del interior se conectarán al mallazo.
- Las puertas y rejillas del exterior no se conectarán al mallazo.

Al instalar este mallazo y las condiciones citadas se obtiene una superficie equipotencial entre todas las masas metálicas, por lo que no podrán aparecer tensiones de paso y contacto en el interior, sólo debemos considerar la tensión de paso en el exterior y la de acceso al C.T. puesto que al dejar las puertas y ventanas que dan al exterior sin conexión a la puesta a tierra el valor de la tensión de contacto exterior es prácticamente cero.

C.T.	Código de UNESA	Lp [m]	Nº picas	Largo x ancho [m]	Kr [Ω/Ωm]	Kp [V/ΩAm]	Kc [V/ΩAm]	R_t [Ω]
CT-HOTEL	50-30/8/86	6	8	5 x 3	0,051	0,0075	0,0169	14,025
CT-CULTURAL	50-30/8/86	6	8	5 x 3	0,051	0,0075	0,0169	14,025
CENTRO DE ENTREGA	50-25/8/88	8	8	5 x 2,5	0,045	0,0063	0,0135	12,375
CT-VIVIENDAS	50-40/8/48	8	4	5 x 4	0,052	0,0075	0,0192	14,3

Tabla 11: configuraciones de puesta a tierra a instalar

Para escoger la configuración de las picas hemos considerado las dimensiones de los Centros de Transformación y siguiendo lo indicado por UNESA el rectángulo debe quedar en el interior de los cerramientos del Centro de transformación, lo que ha dado lugar a las configuraciones expuestas. Por otro lado, el número de picas y la longitud que deben tener estas se ha seleccionado para obtener un valor de resistencia de puesta a tierra R_t inferior al exigido por la empresa distribuidora de 14,4Ω.

C.T.	V_p [V]	V_{pmax} [V]	$V_{p(acc)}$ [V]	V_{cmax} [V]	V_d [V]
CT-HOTEL	15.900	1.031,25	64.950	2.323,75	7.012,5
CT-CULTURAL	15.900	1.031,25	64.950	2.323,75	7.012,5
CENTRO DE ENTREGA	15.900	866,25	64.950	1.856,25	6.187,5
CT-VIVIENDAS	15.900	1.031,25	64.950	2640	7.150

Tabla 12: cálculos de los parámetros de P.A.T.

Con la configuración seleccionada se han realizado los cálculos para comprobar que las condiciones de seguridad necesarias comentadas en el Punto 10.1.2.2 "Condiciones que debe satisfacer la puesta a tierra" se verifican, por lo tanto se deben instalar:

- CT-HOTEL y CT-CULTURAL: 8 picas en cada Centro de Transformación de 14mm de diámetro, a una profundidad de 0,8 m, en rectángulo de 5 x 3m con conductor de cobre de 50mm^2 de sección, formando una longitud total por pica de 6m.
- CENTRO DE ENTREGA: 8 picas de 14mm de diámetro, a una profundidad de 0,8 m, en rectángulo de 5 x 2,5m con conductor de cobre de 50mm^2 de sección, formando una longitud total por pica de 8m.
- CT-VIVIENDAS: 4 picas de 14mm de diámetro, a una profundidad de 0,8 m, en rectángulo de 5 x 4m con conductor de cobre de 50mm^2 de sección, formando una longitud total por pica de 8m

Separación entre las tierras

Siguiendo lo indicado por el Punto 11 "Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de trasformación de la ITC-BT-18 "Instalaciones de puesta a tierra" cuando el terreno tenga una resistividad superior a 100Ωm se deberá calcular la distancia de separación con la fórmula (21) quedando:

$$D \geq \frac{500A \cdot 275\Omega m}{2\pi \cdot 1200} = 18{,}23m$$

Por lo que la tierra de protección y la tierra de servicio (tierra del neutro) deberán quedar separadas como mínimo 18,23 m.

10.2 Tierra de servicio

Se ha establecido que las picas de la puesta a tierra de servicio queden unidas con el neutro del transformador mediante el cable descrito en la Memoria Descriptiva siguiendo el punto 7.2.1.2 "Ejecución de la puesta a tierra" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa en el que se indica que "La línea de tierra de la p. a t. del neutro partirá del borne de BT de neutro del transformador y se realizará con cable de Cu aislado 0,6/1kV tipos RV o DV, de 35 mm2 de sección y de colores reglamentarios, protegido en su instalación exterior con tubo PVC de 25 mm de diámetro".

Para la tierra de servicio, las Normas citadas anteriormente también establecen como valor máximo de resistencia de puesta a tierra 14,4Ω. Teniendo en cuenta este valor hemos seleccionado de las tablas de UNESA la configuración de picas en hilera que nos da una resistencia inferior a la fijada.

CAPÍTULO 3. Suministro de Reemplazamiento

1 Objeto

El objeto de la Memoria Justificativa del Suministro de Reemplazamiento es justificar las medidas adoptadas que han llevado a la determinación de las instalaciones del Suministro de Reemplazamiento descritas en la Memoria Descriptiva aportando teorías, razonamientos y cálculos.

2 Solución adoptada

Teniendo en cuenta el programa de necesidades, es decir, minimizar los cortes del suministro eléctrico debidos a fallos de la red que no sean debidos a mantenimientos o maniobras en los Centros de Transformación se ha adoptado la medida de instalar un Grupo Electrógeno Diesel que proporcione energía eléctrica en Baja Tensión a las viviendas.

Teniendo en cuenta el número de viviendas (107) se ha establecido una potencia por vivienda de 1000W para no realizar la instalación de un Grupo Electrógeno de grandes dimensiones y coste, pero que sea capaz de mantener una potencia suficiente para la iluminación de las viviendas

Por otro lado se ha tenido en cuenta que habitualmente en la realización de actos festivos en los centros urbanos se instalan grupos auxiliares para los días de festividad dado que la demanda de potencia aumenta. Se ha considerado beneficioso el disponer de una potencia extra de la prevista para la parcela Cultural-Docente para dichos días y así evitar la instalación de un grupo electrógeno en caso de que la potencia demandada llegara a superar la potencia prevista para el CT-CULTURAL.

3 Grupo Electrógeno

La decisión de instalar un Grupo Electrógeno de la marca GESAN ha sido porque dicho grupo cumple con las características necesarias y es el fabricante que mayor información nos proporciona, planos, características y esquemas de conexiones.

3.1 Potencia

Para determinar la potencia necesaria del Grupo Electrógeno hemos considerado el valor de 1000W por vivienda y distribuido las 107 viviendas por fases consiguiendo que las cargas queden equilibradas. Para calcular la potencia prevista del Grupo Electrógeno se ha calculado un factor de simultaneidad siguiendo las indicaciones de la ITC-BT-10.

La intensidad de las viviendas se ha calculado considerando un factor de simultaneidad de 0,9, el establecido por la empresa distribuidora en las Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa.

Previsión de Potencia Grupo Electrógeno	R	S	T
Distribución de viviendas	37	35	35
Factor de simultaneidad	23,3	22,3	22,3
Intensidad [A]	112,56	107,73	107,73
Potencia [kW]	70,19	67,17	67,17
Potencia [kVA]	77,98	74,64	74,64

Tabla 13: previsión de potencia grupo Electrógeno

La potencia trifásica mínima que debería tener el grupo electrógeno es de 77,98kVA pero se ha sobredimensionado a 200kVA teniendo en cuenta el suministro extra a la Parcela Cultural-Docente, teniendo 122kVA disponibles para las festividades.

4 Arranque del Grupo Electrógeno

Se ha establecido que el arranque del Grupo Electrógeno sea controlado por el sistema de Automatización instalado en el CT-VIVIENDAS para que no se pueda producir un funcionamiento mutuo de ambos sistemas que den lugar a un posible cortocircuito o realimentaciones.

5 Red de distribución

Teniendo en cuenta que la instalación y cálculos de la red de distribución en Baja Tensión se realizan de igual forma que se ha hecho para la red de distribución convencional y que podemos encontrar en el Capítulo 4, y además considerando que el objetivo del Trabajo de Fin de Grado es educativo se ha estimado oportuno realizar otros diseños y cálculos que aporten nuevos conocimientos.

CAPÍTULO 4. Red de Distribución de Baja Tensión

1 Antecedente

De igual forma que sucede con los Centros de Transformación, para las Redes de Distribución de Baja Tensión no se dispone de normativa actualizada de la empresa distribuidora por lo que se seguirá El Proyecto de Orden por el que se aprueba la Norma Técnica Particular de Redes de Distribución de Baja Tensión, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias. (En adelante "Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa"). Dicho Proyecto de Orden está publicado por la Consejería de Empleo, Industria y Comercio de la Comunidad Autónoma de Canarias.

2 Objeto

El objeto del Capítulo 4, Red de Distribución en Baja Tensión, es fundamentar todas las decisiones tomadas para dar solución a las necesidades de las redes de distribución que componen la instalación eléctrica de la Urbanización El Tajinaste justificando y exponiendo mediante cálculos, teorías, y normativas aplicables todas las decisiones adoptadas en el diseño.

3 Armarios y Conjuntos de distribución

La determinación de instalar los armarios y conjuntos de distribución indicados en la Memoria Descriptiva se ha realizado teniendo en cuenta el Punto 3.2 "Estructura de la Red" de la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa en el que se establece que la red de distribución deberá ser radial y contar con unos armarios y conjuntos de 400A, teniendo los armarios bases BTVC y los conjuntos de distribución en caso de tener salida protegida base de fusible tipo BUC.

4 Conductores, canalizaciones, zanjas y arquetas

En la Memoria Descriptiva se ha indicado que se deben instalar conductores unipolares de Al aislados con XLPE tal y como se establece en el Punto 3.1.2 "Características Técnicas del diseño de las redes subterráneas de BT" en que se indica que deberán ser de Al, de tensión asignada 0,6/1kV, tipo RV o XZ1 con aislamiento de XLPE.

Por otro lado, la terminación de instalar tubos de polietileno libre de halógenos de 200mm de diámetro exterior y las arquetas y tapas de arquetas Tipo A1 y A2 ha sido también siguiendo lo establecido por la citada Norma anterior así como las condiciones de las zanjas para soterrar las canalizaciones.

5 Red de Distribución de las viviendas unifamiliares

5.1 Armarios de distribución

En la Memoria Descriptiva se ha determinado instalar un número de Armarios de distribución teniendo en cuenta la intensidad prevista y la situación de los armarios en la Urbanización.

Intensidad

En la entrada de los Armarios de distribución encontramos bases para fusibles BTVC de 400A de tamaño 2 (NH2) y dado que existen fusibles con calibre de 400A podríamos considerar que un Armario de distribución podría suministrar 400A como máximo a los circuitos aguas abajo de éste pero según se establece en el Punto 7.3.2.1 "Protección contra sobrecargas" de las Normas Particulares de Centros de Transformación de Endesa el calibre máximo que se podrá colocar en los cuadros de distribución de baja tensión de los Centros de Transformación es de 315A y será la intensidad máxima que podrá llegar a los Armarios de Distribución.

Para calcular el número de Armarios necesarios hemos considerado calcular la intensidad prevista para un Armario aplicando los coeficientes de simultaneidad que establece el REBT para calcular la potencia prevista en el Punto 3.1 "Carga correspondiente a un conjunto de viviendas" de la ITC-BT-10 y aplicarlos a la intensidad. Siguiendo esto, la intensidad prevista se calcularía como:

$$I_{prevista} = I_{vivienda} \cdot coeficiente\ simultaneidad$$

Como sabemos la intensidad máxima que podrá suministrar un Armario de distribución es de 315A por fase, por lo que partiendo de dicha afirmación podemos calcular el número máximo de viviendas.

$$I_{prevista} \leq 315A$$

$$I_{vivienda} \cdot coeficiente\ simultaneidad \leq 315A$$

La potencia prevista para las viviendas es de 9200W, que aplicando el factor de potencia indicado por la empresa distribuidora de 0,9 son 44,44A por vivienda. Conociendo la intensidad de una vivienda podemos calcular el valor del coeficiente máximo que podemos aplicar.

$$coeficiente\ simultaneidad \leq \frac{315A}{44{,}44A}$$

$$coeficiente\ simultaneidad \leq 7{,}08$$

Considerando el valor del coeficiente de simultaneidad máximo que hemos hallado, el coeficiente inmediatamente menor que indica la ITC-BT-10 es de 7 que equivale a 8 viviendas. Por lo tanto en cada fase de un Armario de distribución se podrán asignar como máximo 8 viviendas, lo que estable un máximo de 24 viviendas por Armario.

Conociendo el número máximo de viviendas por Armario podemos calcular el nº de Armarios mínimos.

$$\frac{107\ viviendas}{24\ viviendas/armario} = 4{,}45\ armarios$$

Teniendo en cuenta este último resultado se ha establecido el número de armarios a instalar en 5.

Situación de los Armarios

Contemplando que el número de Armarios mínimos es de 5 se ha verificado sobre el Plano de la Urbanización si es posible físicamente la colocación de 5 Armarios que dé lugar a un reparto de 24 viviendas por Armario y que queden las Manzanas alimentadas cada una por un sólo circuito del Armario o a lo sumo por el circuito de la manzana colindante con el objetivo de que la distribución en Baja Tensión de la Urbanización sea lo más ordenada posible.

Teniendo en cuenta

Finalmente considerando los valores de intensidad y la situación de los Armarios se ha determinado la instalación de los 5 Armarios de distribución descritos y la situación de los mismos en la Urbanización indicada en el Plano 10 "Plano Red de Distribución B.T.".

5.2 Circuitos

En el Plano 15 "Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas" se recogen los circuitos y subcircuitos de los que se compone la Red de Distribución de la Urbanización El Tajinaste. Dichos circuitos se han determinado considerando que cada Armario de distribución posee salida para tres circuitos trifásicos protegidos mediante fusibles. Como se comentó en la situación de los Armarios de distribución se ha realizado la distribución de los circuitos y subcircuitos considerando que cada circuito dé suministro eléctrico a una manzana o a lo sumo a la manzana colindante.

Se ha determinado oportuno en ciertos lugares de la Urbanización realizar derivaciones de los circuitos con Conjuntos de Distribución Tipo SD para para que un circuito puede alimentar a dos calles paralelas de una misma manzana o para alimentar a viviendas de la manzana colindante.

5.3 Asignación de fases

Uno de los objetivos de la Red de Distribución y del Trabajo de Fin de Grado es realizar una red lo más eficiente posible, para ello se ha distribuido las 107 viviendas que forman la Urbanización en fases.

Las viviendas tienen un consumo de potencia monofásico y los circuitos de alimentación a las viviendas son trifásicos por lo que podemos asignar las viviendas a las fases (R, S, T) y tener un sistema equilibrado.

Tener un sistema con las cargas equilibradas conlleva a un mejor funcionamiento de los transformadores del CT-VIVIENDAS y podemos dimensionar los conductores de cada circuito para una sección menor que si consideráramos todas las viviendas conectadas a la misma fase.

En las Tablas 1, 2, 3, 4 y 5 del Anexo 2 encontramos el equilibro de cargas realizado para cada Armario de distribución.

Para confeccionar dichas tablas se ha seguido el siguiente procedimiento trabajando de forma conjunta con las tablas y el Plano 15 "Esquema de Distribución de B.T. Viviendas".

- Asignar a cada circuito de los Armarios una manzana de la Urbanización y posteriormente asignar el número de viviendas de dicha manzana al circuito.
- Distribuir el número de viviendas en fases con el objetivo de que cada fase contenga el mismo número de viviendas.
- Asignar las viviendas de un circuito a las fases siguiendo la secuencia R, S, T, R, S, T teniendo en cuenta los tres casos posibles:
    - Una fase más cargada que las otras dos: a la primera vivienda a la que llega el circuito se asignara la fase más cargada de las tres y se continúa la asignación a la siguiente vivienda que suministra el circuito siguiendo la secuencia R, S, T, R, S, T.
    - Dos fases cargadas por igual: de las dos fases cargadas por igual se comenzará la asignación a la primera vivienda por la fase que permita que la segunda vivienda quede asignada a la otra fase más cargada siguiendo la secuencia.
    - Las tres fases cargadas por igual: se asignará la fase R a la primera vivienda y se continuará la secuencia.

En las Tablas del anexo podemos ver sombreado de color rojo la fase por la que se ha comenzado a asignar las viviendas en cada caso.

El procedimiento descrito permitirá que la fase más cargada de las tres se deslastre lo más cerca posible al Armario de distribución (la menor longitud posible) lo que permitirá reducir la sección de los conductores a partir de la vivienda deslastrada.

En las Tablas también encontramos como resultado justificativo la intensidad total por fase del Armario correspondiente, y la intensidad aplicando el coeficiente de simultaneidad de la ITC-BT-10 a cada fase según el número de viviendas de la fase.

5.4 Dimensionamiento

En el Plano 15 "Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas" se han indicado las secciones de los conductores que se deben instalar, siendo éstas de 240mm^2, 150mm^2, 95mm^2, 50mm^2 y 25mm^2.

A continuación encontramos las fórmulas y cálculos que han llevado a la determinación de las secciones indicadas en el plano.

5.4.1 Fórmulas empleadas

Caída de tensión trifásica	(26)
$u = \frac{\sqrt{3} \cdot I_L \cdot l \cdot \cos\varphi}{c \cdot s}$	u: caída de tensión [V] I_L:intensidad de línea [A] l: longitud del conductor [m] $\cos\varphi$: factor de potencia c: conductividad del conductor [m/Ωmm^2] s: sección del conductor [mm^2]
Porcentaje caída de tensión	(27)
$u\% = \frac{u \cdot 100}{V_L}$	$u\%$: caída de tensión en porcentaje u: caída de tensión [V] V_L: tensión de línea [V]
Temperatura estimada del conductor	(28)
$T = T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$	T: temperatura real estimada del conductor [ºC] T_0: temperatura ambiente del conductor. Soterrados 25ºC, al aire 40ºC. T_{max}: temperatura máxima admisible del conductor según su aislamiento [ºC]. I: intensidad prevista para el conductor I_{max}: intensidad máxima admisible del conductor

5.4.2 Cálculos

Para dimensionar los conductores de la Red de Distribución se han tenido en cuenta dos criterios, térmico y de caída de tensión.

Criterio térmico

Cuando circula corriente por un conductor se produce un calentamiento del mismo debido al efecto Joule y aumenta su temperatura. En los conductores aislados el calor puede deteriorar los aislamientos y las máximas temperaturas admisibles dependen del material aislante. Los cables que se instalarán en la Urbanización tienen aislamiento de Policloruro de vinilo (XLPE) el cual tiene una temperatura máxima de 90^{o}C.

La intensidad máxima admisible de los conductores se ha determinado según la Tabla A.1 "Cables de distribución tipo RV o Al XZ1 (S) de 0,6/1kV (cables soterrados y cables en galerías subterráneas)" de la Norma UNE 21435.

Caída de tensión

La caída de tensión máxima que hemos considerado para dimensionar los conductores es de un 5% desde el Centro de Transformación siguiendo las indicaciones de la empresa distribuidora en la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa.

5.4.2.1 Resultados del dimensionamiento

En el Anexo 2 encontramos los resultados obtenidos del dimensionamiento de los conductores, Tablas 6, 7, 8, 9 y 10. En cada tabla encontramos el dimensionamiento de los circuitos aguas abajo de cada Armario de distribución y el circuito principal que llega a cada Armario de distribución.

Teniendo en cuenta que para confeccionar las 5 tablas se ha seguido el mismo procedimiento a continuación justificaremos los resultados de la tabla 9 "Armario de distribución 4" teniendo en cuenta que ésta contiene todos los casos de circuitos y derivaciones que se dan en la Red de Distribución. Para facilitar la justificación de los resultados las columnas de las tablas están nombradas desde la A hasta la O.

Circuitos, tramos de circuitos, y Nº de casas totales

En la columna A de la Tabla 9 encontramos el circuito que se encuentra aguas arriba del Armario (C4) y los circuitos que están aguas abajo A4C1, A4C2 y A4C3 con sus respectivos subcircuitos. Dichos circuitos los hemos dividido en tramos (columna B) para dimensionarlos, tanto los circuitos como los tramos los podemos encontrar indicados en el Plano 15 "Esquema Red de Distribución Viviendas". La división entramos se ha realizado teniendo en cuenta que en cada parcela se instalará un Conjunto de distribución.

En la columna C encontramos el número de casas totales a las que se alimenta cada circuito.

Fase más cargada y de deslastre

Con el objetivo de instalar la mínima sección posible del conductor, en el dimensionamiento hemos tenido en cuenta la distribución en fases que se ha realizado en el Punto 5.3 "Asignación de fases" y hemos definido "Fase más cargada y de deslastre" (columna D).

- Fase más cargada y de deslastre: teniendo en cuenta la tabla de equilibrio de fases del Armario (en el caso que nos ocupa, Tabla 4 del Anexo 2) definimos que la fase más cargada y de deslastre es la fase que perteneciente a las más cargadas de un circuito se deslastra más lejos. Se pueden dar tres casos:
  - Una fase más cargada que las otras dos: la fase deslastre será la más cargada.
  - Dos fases cargadas por igual: la fase de deslastre será la segunda fase más cargada siguiendo la secuencia R, S, T, R, S, T.
  - Tres fases cargadas por igual: la fase de deslastre será la fase T.

Teniendo en cuenta lo descrito, en la columna D hemos indicado la fase más cargada y de deslastre de cada circuito y subcircuito.

La justificación de realizar este procedimiento radica en que la fase más cargada será la que determine la intensidad máxima circulante por el circuito y por lo tanto la sección.

En la columna E "Viviendas de fase de deslastre" lo que encontramos son las viviendas correspondientes a cada tramo del circuito según la fase más cargada y de deslastre.

Intensidad prevista

La intensidad circulante por cada fase (columna G) se ha calculado multiplicando el número de viviendas por la intensidad de una vivienda, 44,44A. Según la ITC-BT-10 a partir de 3 viviendas podemos aplicar un factor de simultaneidad para determinar la potencia prevista, se han aplicado dichos factores a las intensidades de cada tramo cuando el tramo suministra a más de 3 viviendas, dichos resultados son la intensidad prevista (columna I).

Sección de conductor

Para determinar las secciones de los conductores se han tenido en cuenta los criterios comentados anteriormente, criterio térmico y caída de tensión.

Hemos seleccionado la sección del conductor que tiene una intensidad máxima admisible superior a la intensidad prevista según las intensidades indicadas por la Tabla A.1 "Cables de distribución tipo RV o Al XZ1 (S) de 0,6/1kV (cables soterrados y cables en galerías subterráneas)" de la Norma UNE 21435.

Para determinar si la sección escogida cumple con la caída de tensión máxima establecida por la empresa distribuidora de un 5% hemos calculado la caída de tensión de cada tramo del circuito mediante la Fórmula (26). La conductividad de los conductores es función de la temperatura del mismo, hemos calculado la temperatura real estimada del conductor mediante la Fórmula (23) que establece la Guía Técnica de Aplicación del REBT en el Anexo 2, teniendo en cuenta que la temperatura máxima de nuestros conductores es de 90ºC. Tal y como podemos comprobar en la columna L la temperatura de los mismos siempre es inferior a 70ºC por lo que hemos seleccionado para los cálculos la conductividad del Aluminio para 70ºC, 30 m/Ωmm^2.

Finalmente hemos sumando las caídas de tensión en porcentaje hasta el final de cada circuito para y comprobado que la caída de tensión sea menor del 5%.

Circuitos paralelos

En la Tabla 9 podemos comprobar que el circuito principal C4 se ha dimensionado con dos conductores por fase en paralelo de 240mm2 para cumplir la caída de tensión. El circuito C5 deberá realizarse también con dos conductores por fase mientras que el C1, C2 y C3 sólo se realizarán con un conductor por fase.

5.5 Protección contra sobreintensidades

En la Memoria Descriptiva se ha indicado que se protegerán los circuitos mediante fusibles tipos gG de tamaño 1 (NH1) para los Conjuntos de distribución y tamaño 2 (NH2) para los Armarios de distribución dado que son los que soportan las bases BUC y BTVC de los Conjuntos y Armarios respectivamente.

Para la determinación de los calibres que se deben instalar en cada caso se han realizado los cálculos que se recogen en las Tablas 12, 13, 14, 15 y 16 del Anexo 2.

En función de los cambios de sección que se realicen en los tramos se ha determinado la instalación de un tipo u otro de Conjunto de distribución.

- Hay cambio de sección: Conjunto de distribución Tipo SP.
- Hay cabio de sección y se precisa doble salida para subcircuito: Conjunto de distribución Tipo SD.
- No hay cambio de sección: Conjunto de distribución Tipo SS.

Destacar que el conjunto de distribución Tipo SD permite el cambio de sección sólo en una de las salida, por lo que la salida al subcircuito se ha realizado con la misma sección tal y como se puede

comprobar en las tablas de dimensionamiento y el Plano 15 “Esquema Red de Distribución Viviendas”.

Condiciones

Con los Conjuntos y Armarios de distribución establecidos calculamos el calibre de los fusibles teniendo en cuenta la siguiente condición:

$$I_p \leq I_N \leq I_A$$

Donde I_p es la intensidad prevista del tramo correspondiente, I_N es el calibre del fusible e I_A es la intensidad máxima admisible del conductor aguas abajo del fusible.

La segunda condición que hemos verificado que se cumpla es que la intensidad de fusión del fusible I_F sea menor que 1,45 veces la intensidad admisible por el conductor teniendo en cuenta que el fusible se funde en un tiempo determinado y que el conductor es capaz de soportar una sobrecarga transitoria de un 145% de I_A.

$$I_F \leq 1{,}45 * I_A$$

La intensidad de fusión de los fusibles la hemos obtenido de la Norma Particular de Redes de Distribución en B.T. de Endesa y es de 1,6 veces la intensidad nominal.

Con las condiciones comentadas se han determinado las intensidades nominales (calibre) de los fusibles y que se recogen en las Tablas 12, 13, 14, 15 y 16 del Anexo 2.

El calibre de los fusibles que protegen los circuitos C1, C2, C3, C4 y C5 están calculados en el Capítulo 3 “Centros de Transformación”.

El poder de corte de los fusibles, es decir, la intensidad eficaz máxima que es capaz de interrumpir en caso de cortocircuito no se ha calculado pues la intensidad de cortocircuito máxima que podemos obtener es en la salida de Baja Tensión de los Transformadores y ésta es de 14,43kA, inferior al poder de corte de los fusibles que es de 120kA.

6 Red de Distribución de los hoteles y Parcela Cultural

El dimensionamiento de los circuitos de la Red de Distribución de los hoteles y la Parcela Cultural lo podemos encontrar en la Tabla 11 del Anexo 2, para realizarlo se ha tenido en cuenta la potencia prevista para ambas instalaciones y se ha procedido con los mismos criterios que para la Red de Distribución de las viviendas unifamiliares.

Índice de Tablas

Tabla 1: previsión de potencia de las viviendas, factor de simultaneidad e intensidad 8
Tabla 2: potencia prevista de la Parcela Cultural 9
Tabla 3: dimensiones (m) del SUMINISTRO DE REEMPLAZAMIENTO.....12
Tabla 4: dimensionamiento ventilación 16
Tabla 5: cálculos Aparamenta M.T. 18
Tabla 6: potencia de los transformadores de CT-HOTEL y CT-CULTURAL.....23
Tabla 7: comparación de potencia perdida 29
Tabla 8: circuitos alumbrado público 31
Tabla 9: potencia prevista del CT-VIVIENDAS.....31
Tabla 10: potencia de reserva del CT-VIVIENDAS.....31
Tabla 11: configuraciones de puesta a tierra a instalar.....38
Tabla 12: cálculos de los parámetros de P.A.T. 38
Tabla 13: previsión de potencia grupo Electrógeno 41

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

4. Anexos

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Contenido

ANEXO 1. Datos de viviendas y demanda de potencia 1
Tabla 1: Viviendas Urbanización El Tajinaste 1
Tabla 2: demanda de potencia residencial 4
ANEXO 2. Equilibrio de fases, dimensionamientos y protecciones 5
Equilibrio de fases Red de Distribución de las viviendas 5
Tabla 1: Equilibrio de fases Armario 1 5
Tabla 2: Equilibrio de fases Armario 2 5
Tabla 3: Equilibrio de fases Armario 3 6
Tabla 4: Equilibrio de fases Armario 4 6
Tabla 5: Equilibrio de fases Armario 5 7
Dimensionamiento de circuitos Red de Distribución de las viviendas 8
Tabla 6: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 1 y circuito principal C1 8
Tabla 7: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 2 y circuito principal C2 9
Tabla 8: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 3 y circuito principal C3 10
Tabla 9: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 4 y circuito principal C4 11
Tabla 10: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 5 y circuito principal C3 12
Dimensionamiento de circuitos Red de Distribución de los hoteles y Parcela Cultural 13
Tabla 11: dimensionamiento circuitos CH1, CC1 y CC2 13
Protecciones contra sobreintensidades Red de Distribución de viviendas 14
Tabla 12: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 14
Tabla 13: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 2 15
Tabla 14: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 3 16
Tabla 15: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 4 17
Tabla 16: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 5 18
ANEXO 3. Estudio Básico Seguridad y Salud 19
1 Objeto 19
2 Datos generales de la obra 19
2.1 Situación 19
2.2 Descripción de la obra 19
3 Identificación de riesgos 19
3.1 Redes de distribución 20
Centros de transformación 20
4 Medidas preventivas 21
4.1 Principios generales en la ejecución de la obra 21
4.1.1 Estabilidad y solidez 21

4.1.2 Instalaciones de suministro y reparto de energía 21
4.1.3 Vías de salidas de emergencia 21
4.1.4 Detección y lucha contra incendios 21
4.1.5 Exposición a riesgos particulares 22
4.1.6 Temperatura 22
4.1.7 Espacio de trabajo 22
4.1.8 Disposiciones varias 22
5 Medios de Protección para trabajadores 22
5.1 Medios de protección personal 22
5.2 Medios de protección en general 23
6 Obligaciones del contratista 25

ANEXO 1. Datos de viviendas y demanda de potencia

Tabla 1: Viviendas Urbanización El Tajinaste

SUPERFICIE PARCELA	COEFICIENTE m2/m2	SUPERFICIE DE VIVIENDA	MANZANA	Nº VIVIENDA
565,08	0,5	282,54	M1	1
571,26	0,5	285,63	M1	2
656,43	0,5	328,215	M1	3
572,62	0,5	286,31	M1	4
463,81	0,5	231,905	M1	5
463,81	0,5	231,905	M1	6
817,72	0,5	408,86	M1	7
817,72	0,5	408,86	M1	8
745,93	0,5	372,965	M2	9
663,22	0,5	331,61	M2	10
666,39	0,5	333,195	M2	11
672,18	0,5	336,09	M2	12
567,43	0,5	283,715	M2	13
537,53	0,5	268,765	M2	14
630,51	0,5	315,255	M2	15
676,99	0,5	338,495	M3	16
700,38	0,5	350,19	M3	17
650,12	0,5	325,06	M3	18
767,17	0,5	383,585	M3	19
636,49	0,5	318,245	M3	20
675,77	0,5	337,885	M4	21
1080,89	0,5	540,445	M4	22
1080,89	0,5	540,445	M4	23
817,42	0,5	408,71	M4	24
817,42	0,5	408,71	M4	25
667,62	0,5	333,81	M4	26
766,61	0,5	383,305	M4	27
772,7	0,5	386,35	M4	28
584,08	0,5	292,04	M5	29
614,39	0,5	307,195	M5	30
585,05	0,5	292,525	M5	31
593,16	0,5	296,58	M5	32
516,63	0,5	258,315	M5	33
528,43	0,5	264,215	M5	34
824,9	0,5	412,45	M6	35
824,9	0,5	412,45	M6	36

563,41	0,5	281,705	M6	37
559,4	0,5	279,7	M6	38
566,9	0,5	283,45	M6	39
502,07	0,5	251,035	M6	40
576,99	0,5	288,495	M7	41
591,63	0,5	295,815	M7	42
607,4	0,5	303,7	M7	43
626,11	0,5	313,055	M7	44
696,09	0,5	348,045	M7	45
661,88	0,5	330,94	M7	46
679,66	0,5	339,83	M7	47
755,69	0,5	377,845	M7	48
601,52	0,5	300,76	M7	49
537,23	0,5	268,615	M7	50
546,42	0,5	273,21	M7	51
630,91	0,5	315,455	M7	52
576,13	0,5	288,065	M7	53
535,13	0,5	267,565	M7	54
582,26	0,5	291,13	M7	55
750,74	0,5	375,37	M7	56
726,58	0,5	363,29	M7	57
749,98	0,5	374,99	M7	58
895,78	0,5	447,89	M7	59
895,78	0,5	447,89	M7	60
652,42	0,5	326,21	M8	61
635,94	0,5	317,97	M8	62
634,2	0,5	317,1	M8	63
712,23	0,5	356,115	M8	64
630,8	0,5	315,4	M8	65
686,21	0,5	343,105	M8	66
630,8	0,5	315,4	M8	67
844,37	0,5	422,185	M8	68
844,37	0,5	422,185	M8	69
522,42	0,5	261,21	M8	70
547,23	0,5	273,615	M8	71
547,41	0,5	273,705	M8	72
547,23	0,5	273,615	M8	73
547,41	0,5	273,705	M8	74
838	0,5	419	M8	75
838	0,5	419	M8	76
547,23	0,5	273,615	M8	77
547,41	0,5	273,705	M8	78
994,36	0,5	497,18	M8	79

994,36	0,5	497,18	M8	80
678,03	0,5	339,015	M8	81
659,24	0,5	329,62	M8	82
718,25	0,5	359,125	M9	83
745,85	0,5	372,925	M9	84
559,88	0,5	279,94	M9	85
873,52	0,5	436,76	M9	86
873,52	0,5	436,76	M9	87
761,68	0,5	380,84	M9	88
718,7	0,5	359,35	M9	89
691,92	0,5	345,96	M9	90
650,17	0,5	325,085	M9	91
823,89	0,5	411,945	M9	92
823,89	0,5	411,945	M9	93
541	0,5	270,5	M9	94
510,16	0,5	255,08	M9	95
530,68	0,5	265,34	M9	96
461,74	0,5	230,87	M9	97
461,34	0,5	230,67	M9	98
570,89	0,5	285,445	M9	99
576,25	0,5	288,125	M9	100
553,79	0,5	276,895	M9	101
558,65	0,5	279,325	M9	102
516,33	0,5	258,165	M9	103
608,25	0,5	304,125	M9	104
775,23	0,5	387,615	M9	105
682,7	0,5	341,35	M9	106
695,55	0,5	347,775	M9	107

Tabla 2: demanda de potencia residencial

Invierno			Verano		
Fecha	**Hora**	**Potencia [MW]**	**Fecha**	**Hora**	**Potencia [MW]**
16/01/2013	1	156,877	03/07/2013	1	180,188
16/01/2013	2	111,753	03/07/2013	2	137,015
16/01/2013	3	80,186	03/07/2013	3	108,263
16/01/2013	4	74,433	03/07/2013	4	92,408
16/01/2013	5	74,148	03/07/2013	5	86,421
16/01/2013	6	78,344	03/07/2013	6	87,214
16/01/2013	7	77,192	03/07/2013	7	89,461
16/01/2013	8	135,876	03/07/2013	8	111,386
16/01/2013	9	140,5	03/07/2013	9	115,563
16/01/2013	10	146,878	03/07/2013	10	132,82
16/01/2013	11	149,158	03/07/2013	11	139,143
16/01/2013	12	154,969	03/07/2013	12	146,171
16/01/2013	13	186,846	03/07/2013	13	156,206
16/01/2013	14	216,411	03/07/2013	14	174,789
16/01/2013	15	222,684	03/07/2013	15	186,326
16/01/2013	16	208,458	03/07/2013	16	181,825
16/01/2013	17	199,649	03/07/2013	17	174,673
16/01/2013	18	209,105	03/07/2013	18	169,034
16/01/2013	19	232,325	03/07/2013	19	166,179
16/01/2013	20	254,331	03/07/2013	20	170,858
16/01/2013	21	267,931	03/07/2013	21	179,077
16/01/2013	22	296,749	03/07/2013	22	200,906
16/01/2013	23	281,914	03/07/2013	23	219,895
16/01/2013	24	212,975	03/07/2013	24	210,353

ANEXO 2. Equilibrio de fases, dimensionamientos y protecciones

Equilibrio de fases Red de Distribución de las viviendas

Tabla 1: Equilibrio de fases Armario 1

			Armario Distribución 1								
			Fase R			Fase S			Fase T		
Manzana	Circuito	Nº de viviendas de circuito	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]
M1	A1C1	8	3	8-5-2	133,32	3	7-4-1	133,32	2	6-3	88,88
M2	A1C2	7	2	14-11	88,88	2	13-10	88,88	3	15-12-9	133,32
M3	A1C3	5	2	20-18	88,88	1	16	44,44	2	19-17	88,88
Intensidad total por fase [A]					311,08			266,64			311,08
Número de casas por fase			7			6			7		
Intensidad con factor [A]					275,528			275,528			239,976

Tabla 2: Equilibrio de fases Armario 2

			Armario Distribución 2								
			Fase R			Fase S			Fase T		
Manzana	Circuito	Nº de viviendas de circuito	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]
M4	A2C1	8	3	26-23-28	133,32	3	25-22-27	133,32	2	24-21	88,88
M5	A2C2	6	2	34-29	88,88	2	32-31	88,88	2	30-33	88,88
M6	A2C3	6	2	39-36	88,88	2	40-35	88,88	2	38-37	88,88
Intensidad total por fase [A]					311,08			311,08			266,64
Número de casas por fase			7			7			6		
Intensidad con factor [A]					275,528			275,528			239,976

Tabla 3: Equilibrio de fases Armario 3

				Armario Distribución 3								
				Fase R			Fase S			Fase T		
Manzana	Circuito	Subcircuitos	Nº de viviendas de circuito	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]
M7	A3C1	A3C1-1	5	2	48-57	88,88	2	51-58	88,88	1	52	44,44
		A3C1-2	5	1	43	44,44	2	45-42	88,88	2	41-44	88,88
M7	A3C2	A3C2-1	4	2	59-49	88,88	1	55	44,44	1	53	44,44
		A3C2-2	6	2	60-50	88,88	2	56-47	88,88	2	54-46	88,88
Intensidad total por fase [A]						311,08			311,08			266,64
Número de casas por fase				7			7			6		
Intensidad con factor [A]						275,528			275,528			239,976

Tabla 4: Equilibrio de fases Armario 4

				Armario Distribución 4								
				Fase R			Fase S			Fase T		
Manzana	Circuito	Subcircuitos	Nº de viviendas	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]
M8	A4C1	A4C1-1	4	1	62	44,44	1	63	44,44	2	61-64	88,88
		A4C1-2	4	1	67	44,44	2	65-68	88,88	1	66	44,44
M8	A4C2	A4C2-1	4	2	69-72	88,88	1	70	44,44	1	71	44,44
		A4C2-2	4	1	74	44,44	1	75	44,44	2	73-76	88,88
M8,M9	A4C3	A4C3-1	8	3	77-80-102	133,32	3	78-82-103	133,32	2	79-81	88,88
Intensidad total por fase [A]						355,52			355,52			355,52
Número de casas por fase				8			8			8		
Intensidad con factor [A]						311,08			311,08			311,08

Tabla 5: Equilibrio de fases Armario 5

				Armario Distribución 5								
				Fase R			Fase S			Fase T		
Manzana	Circuito	Subcircuitos	Nº de viviendas	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]	Nº de viviendas	Viviendas asignadas	Intensidad [A]
M9	A5C1	A5C1-1	3	1	85	44,44	1	84	44,44	1	83	44,44
		A5C1-2	3	1	88	44,44	1	87	44,44	1	86	44,44
		A5C1-3	3	1	91	44,44	1	90	44,44	1	89	44,44
M9	A5C2	A5C2-1	5	1	94	44,44	2	96-93	88,88	2	95-92	88,88
		A5C2-2	5	2	100-97	88,88	1	99	44,44	2	101-98	88,88
M9	A5C3	A5C3-1	2	1	106	44,44	1	104	44,44			
		A5C3-2	2	1	105	44,44				1	107	44,44
Intensidad total por fase [A]						355,52			311,08			355,52
Número de casas por fase				8			7			8		
Intensidad con factor [A]						275,528			275,528			311,08

Dimensionamiento de circuitos Red de Distribución de las viviendas

Tabla 6: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 1 y circuito principal C1

Dimensionamiento Circuitos del Armario de Distribución 1 y circuito principal desde C.T.															
Circuitos	Tramos de circuitos	Nº de casas totales	Fase más cargada y de deslastre	Viviendas de fase de deslastre	Nº de casas según equilibrio	Intensidad [A]	Factor de simultaneidad	Intensidad prevista [A]	Sección del conductor [mm²] UNE 211435	la Intensidad admisible por el conductor [A]	Tª conductor [ºC]	Longitud [m]	C.T. [V]	u% [%]	∑u% [%]
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O
CUADRO DISTRIBUCIÓN B.T. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN															
C1	A1-B1	20	T		7	311,08	6,2	137,764	240	340	35,67	172	5,124	1,28103	
Armario de Distribución 1															
A1C1	B1-C1	8	S	7-4-1	3	133,32	3	133,32	150	230	46,84	118	5,443	1,361	
	C1-D1		S	4-1	2	88,88	2	88,88	95	175	41,77	47	2,282	0,571	
	D1-E1		S	4-1	2	88,88	2	88,88	95	175	41,77	28	1,360	0,340	
	E1-F1		S	1	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	28	1,292	0,323	
	F1-G1		S	1	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	32	1,476	0,369	
	G1-H1		S	1	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	31	1,430	0,357	4,602
A1C2	B1-I1	7	T	15-12-9	3	133,32	3	133,32	150	230	46,84	127	5,858	1,465	
	I1-J1		T	12-9	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	21	0,646	0,161	
	J1-K1		T	12-9	2	88,88	2	88,88	50	115	63,83	24	2,214	0,554	
	K1-L1		T	12-9	2	88,88	2	88,88	50	115	63,83	25	2,306	0,577	
	L1-M1		T	9	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	23	1,061	0,265	
	M1-N1		T	9	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	23	1,061	0,265	
	N1-Ñ1		T	9	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	23	1,061	0,265	4,833
A1C3	B1-O1	5	T	19-17	2	88,88	2	88,88	95	175	41,77	4	0,194	0,049	
	O1-P1		T	17	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	15	0,692	0,173	
	P1-Q1		T	17	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	40	1,845	0,461	
	Q1-R1		T	17	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	72	6,643	1,661	
	R1-S1		T	17	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	36	3,321	0,830	4,455

Tabla 7: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 2 y circuito principal C2

Dimensionamiento Circuitos del Armario de Distribución 2 y circuito principal desde C.T.																
Circuitos	**Tramos de circuitos**	**Nº de casas totales**	**Fase más cargada y de deslastre**	**Viviendas de fase de deslastre**	**Nº de casas según equilibrio**	**Intensidad [A]**	**Factor de simultaneidad**	**Intensidad prevista [A]**	**Sección del conductor [mm²] UNE 211435**	**Ia Intensidad admisible por el conductor [A]**	**Temperatura del conductor [ºC]**	**Longitud [m]**	**C.T. [V]**	**e% [%]**	**∑e% [%]**
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**Ñ**	**O**
CUADRO DISTRIBUCIÓN B.T. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN															
C2	A2-B2	20	S		7	311,08	6,2	275,528	240	340	67,69	178	10,606	2,651	
Armario de Distribución 2															
A2C1	B2-C2	8	S	25-22-27	3	133,32	3	133,32	150	230	46,84	45	2,076	0,519	
	C2-D2		S	25-22-27	3	133,32	3	133,32	150	230	46,84	40	1,845	0,461	
	D2-E2		S	22-27	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	60	1,845	0,461	
	E2-F2		S	27	1	44,44	1	44,44	150	230	27,43	34	0,523	0,131	
	F2-G2		S	27	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	56	1,360	0,340	
	G2-H2		S	27	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	43	1,044	0,261	4,825
A2C2	B2-I2	6	T	30-33	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	5	0,154	0,038	
	I2-J2		T	30-33	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	33	1,015	0,254	
	J2-K2		T	30-33	2	88,88	2	88,88	95	175	41,77	27	1,311	0,328	
	K2-L2		T	33	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	50	2,306	0,577	
	L2-M2		T	33	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	47	2,168	0,542	
	M2-N2		T	33	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	28	1,292	0,323	4,713
A2C3	B2-Ñ2	6	T	38-37	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	33	1,015	0,254	
	Ñ2-O2		T	38-37	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	24	0,738	0,185	
	O2-P2		T	38-37	2	88,88	2	88,88	95	175	41,77	34	1,651	0,413	
	P2-Q2		T	37	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	72	3,321	0,830	
	Q2-R2		T	37	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	32	1,476	0,369	4,702

Tabla 8: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 3 y circuito principal C3

Dimensionamiento Circuitos del Armario de Distribución 3 y circuito principal desde C.T.															
Circuitos	Tramos de circuitos	Nº de casas totales	Fase más cargada y de deslastre	Viviendas de fase de deslastre	Nº de casas según equibrio	Intensidad [A]	Factor de simultaneidad	Intensidad prevista [A]	Sección del conductor [mm²] UNE 211435	la Intensidad admisible por el conductor [A]	Temperatura del conductor [ºC]	Longitud [m]	C.T. [V]	e% [%]	∑e% [%]
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O
CUADRO DISTRIBUCIÓN B.T. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN															
C3	A3-B3	20	S		7	311,08	6,2	275,528	240	340	67,686	48,32	2,879	0,720	
Armario de Distribución 3															
A3C1	B3-C3	10	S	51-58-45-42	4	177,76	3,8	168,872	150	230	60,04	2	0,117	0,029	
A3C1-1	C3-D3		S	51-58	2	88,88	2	88,88	50	115	63,83	38,9	3,589	0,897	
	D3-E3		S	58	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	64,93	5,990	1,498	3,144
A3C1-2	C3-F3		T	41-44	2	88,88	2	88,88	150	175	41,77	18,37	0,565	0,141	
	F3-G3		T	41-44	2	88,88	2	88,88	50	115	63,83	23,7	2,187	0,547	
	G3-H3		T	41-44	2	88,88	2	88,88	50	115	63,83	23,55	2,173	0,543	
	H3-I3		T	44	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	121,44	5,602	1,400	
	I3-J3		T	44	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	21,89	2,020	0,505	3,885
A3C2	B3-K3	10	R	59-49-60-50	4	177,76	3,8	168,872	150	230	60,04	132	7,713	1,928	
A3C2-1	K3-L3		R	49	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	29	1,338	0,334	
	L3-M3		R	49	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	23	2,122	0,530	
	M3-Ñ3		R	49	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	23	2,122	0,530	4,043
A3C2-2	K3-Ñ3		T	54-46	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	36	1,107	0,277	
	Ñ3-O3		T	54-46	2	88,88	2	88,88	50	115	63,83	26	2,399	0,600	
	O3-P3		T	54-46	2	88,88	2	88,88	50	115	63,83	24	2,214	0,554	
	P3-Q3		T	46	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	24	1,107	0,277	
	Q3-R3		T	46	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	24	1,107	0,277	4,631

Tabla 9: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 4 y circuito principal C4

Dimensionamiento Circuitos del Armario de Distribución 4 y circuito principal desde C.T.															
Circuitos	Tramos de circuitos	Nº de casas totales	Fase más cargada y de deslastre	Viviendas de fase de deslastre	Nº de casas según equilibrio	Intensidad [A]	Factor de simultaneidad	Intensidad prevista [A]	Sección del conductor [mm²] UNE 211435	la Intensidad admisible por el conductor [A]	Temperatura del conductor [ºC]	Longitud [m]	C.T. [V]	e% [%]	∑e% [%]
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O
CUADRO DISTRIBUCIÓN B.T. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN															
C4	A4-B4	24	T		8	355,52	7	155,54	240	340	38,60	248	8,34	2,09	
								155,54	240	340	38,60	248	8,34	2,09	
Armario de Distribución 4															
A4C1	B4-C4	8	T	61-64-66	3	133,32	3	133,32	150	175	62,72	36	1,661	0,415	
A4C1-1	C4-D4		T	64	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	22	2,030	0,507	
	D4-E4		T	64	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	22	2,030	0,507	
	E4-F4		T	64	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	22	2,030	0,507	4,023
A4C1-2	C4-G4		S	65-68	2	88,88	2	88,88	95	175	41,77	43	2,088	0,522	
	G4-H4		S	68	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	22	2,030	0,507	
	H4-I4		S	68	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	22	2,030	0,507	
	I4-J4		S	68	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	22	2,030	0,507	4,545
A4C2	B4-K4	8	T	71-73-76	3	133,32	3	133,32	150	230	46,84	106	4,890	1,222	
A4C2-1	K4-L4		R	69-72	2	88,88	2	88,88	95	175	41,77	24	1,165	0,291	
	L4-M4		R	72	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	24	2,214	0,554	
	M4-N4		R	72	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	24	2,214	0,554	4,706
A4C2-2	K4-Ñ4		T	73-76	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	33	1,015	0,254	
	Ñ4-O4		T	76	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	24	1,107	0,277	
	O4-P4		T	76	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	24	1,107	0,277	
	P4-Q4		T	76	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	24	2,214	0,554	4,669
A4C3	B4-R4	8	S	78-82-103	3	133,32	3	133,32	240	340	34,99	157	4,526	1,132	
	R4-S4		S	78-82-103	3	133,32	3	133,32	150	230	46,84	22	1,015	0,254	
	S4-T4		S	82-103	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	22	0,677	0,169	
	T4-U4		S	82-103	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	23	0,707	0,177	
	U4-V4		S	103	1	44,44	1	44,44	150	230	27,43	50	0,769	0,192	
	V4-W4		S	103	1	44,44	1	44,44	150	230	27,43	23	0,354	0,088	
	W4-X4		S	103	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	20	0,923	0,231	4,328

Tabla 10: dimensionamiento circuitos Armario de distribución 5 y circuito principal C3

Dimensionamiento Circuitos del Armario de Distribución 5 y circuito principal desde C.T.															
Circuitos	Tramos de circuitos	Nº de casas totales	Fase más cargada y de deslastre	Viviendas de fase de deslastre	Nº de casas según equilibrio	Intensidad [A]	Factor de simultaneidad	Intensidad prevista [A]	Sección del conductor [mm²] UNE 211435	la Intensidad admisible por el conductor [A]	Temperatura del conductor [ºC]	Longitud [m]	C.T. [V]	e% [%]	∑e% [%]
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O
CUADRO DISTRIBUCIÓN B.T. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN															
C5	A5-B5	23	T		8	355,52	7	155,54	240	340	38,60	301	10,124	2,531	
								155,54	240	340	38,60	301	10,124	2,531	
Armario de Distribución 4															
A5C1	B5-C5	9	T	83-86-89	3	133,32	3	133,32	150	175	62,72	28	1,292	0,323	
A5C1-1	C5-D5		T	83	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	28	2,583	0,646	
	D5-E5		T	83	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	28	2,583	0,646	4,146
A5C1-2	C5-F5		T	86	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	33	0,801	0,200	
	F5-G5		T	86	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	35	3,229	0,807	
	G5-H5		T	86	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	28	2,583	0,646	4,507
A5C1-3	F5-I5		T	89	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	34	0,825	0,206	
	I5-J5		T	89	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	43	1,984	0,496	
	J5-K5		T	89	1	44,44	1	44,44	25	82	44,09	28	2,583	0,646	4,402
A5C2	B5-L5	10	T	95-92-101-98	4	177,76	3,8	168,872	150	230	60,04	103	6,018	1,505	
A5C2-1	L5-M5		T	95-92	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	25	0,769	0,192	
	M5-N5		T	92	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	21	0,510	0,127	
	N5-Ñ5		T	92	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	23	1,061	0,265	
	Ñ5-O5		T	92	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	20	0,923	0,231	4,851
A5C2-2	L5-P5		R	100-97	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	38	1,169	0,292	
	P5-Q5		R	100-97	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	23	0,707	0,177	
	Q5-R5		R	97	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	22	0,534	0,134	
	R5-S5		R	97	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	22	0,534	0,134	
	S5-T5		R	97	1	44,44	1	44,44	95	175	29,19	24	0,583	0,146	4,917
A5C3	B5-U5	4	R	106-105	2	88,88	2	88,88	150	230	34,71	163	5,013	1,253	
A5C3-1	U5-V5		S	104	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	43	1,984	0,496	4,280
A5C3-2	U5-W5		R	105	1	44,44	1	44,44	150	230	27,43	89	1,368	0,342	
	W5-X5		R	105	1	44,44	1	44,44	50	115	34,71	32	1,476	0,369	4,495

Dimensionamiento de circuitos Red de Distribución de los hoteles y Parcela Cultural

Tabla 11: dimensionamiento circuitos CH1, CC1 y CC2

Circuitos	Potencia prevista [W]	Intensidad prevista [A]	Sección del conductor [mm²] UNE 211435	Ia Intensidad admisible [A]	Ia con factor de corrección [A]	Temperatura del conductor [ºC]	Longitud [m]	C.T. [V]	e% [%]
CH1	167.625	269,147	240	340	340	65,732	105	6,111	1,527
CC1	134.553	216,045	240	340	295,8	59,674	165	7,709	1,927
CC2	134.553	216,045	240	340	295,8	59,674	165	7,709	1,927

Protecciones contra sobreintensidades Red de Distribución de viviendas

Tabla 12: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución

Protecciones contra sobreintensidades Armarios distribución 1								
Circuitos	**Tramos de circuitos**	**Intensidad prevista [A]**	**Sección del conductor [mm²] UNE 211435**	**Ia Intensidad admisible [A]**	**Armario/ Conjunto de distribución (SP,SS,SD)**	**In Calibre del fusible [A]**	**If Intensidad de fusión [A]**	**Condición 1,45·Ia [A]**
A1C1	B1-C1	133,32	150	230	Armario 1	160	256	333,5
	C1-D1	88,88	95	175	SP	100	160	253,75
	D1-E1	88,88	95	175	SS			
	E1-F1	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75
	F1-G1	44,44	50	115	SS			
	G1-H1	44,44	50	115	SS			
A1C2	B1-I1	133,32	150	230	Armario 1	160	256	333,5
	I1-J1	88,88	150	230	SS			
	J1-K1	88,88	50	115	SP	100	160	166,75
	K1-L1	88,88	50	115	SS			
	L1-M1	44,44	50	115	SS			
	M1-N1	44,44	50	115	SS			
	N1-Ñ1	44,44	50	115	SS			
A1C3	B1-O1	88,88	95	175	Armario 1	100	160	253,75
	O1-P1	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75
	P1-Q1	44,44	50	115	SS			
	Q1-R1	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
	R1-S1	44,44	25	82	SS			

Tabla 13: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 2

Protecciones contra sobreintensidades Armarios distribución 2								
Circuitos	**Tramos de circuitos**	**Intensidad prevista [A]**	**Sección del conductor [mm²] UNE 211435**	**Ia Intensidad admisible [A]**	**Armario/ Conjunto de distribución (SP,SS,SD)**	**In Calibre del fusible [A]**	**If Intensidad de fusión [A]**	**Condición 1,45·Ia [A]**
A2C1	B2-C2	133,32	150	230	Armario 2	160	256	333,5
	C2-D2	133,32	150	230	SS			
	D2-E2	88,88	150	230	SS			
	E2-F2	44,44	150	230	SS			
	F2-G2	44,44	95	175	SP	63	100,8	253,75
	G2-H2	44,44	95	175	SS			
A2C2	B2-I2	88,88	150	230	Armario 2	100	160	333,5
	I2-J2	88,88	150	230	SS			
	J2-K2	88,88	95	175	SP	100	160	253,75
	K2-L2	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75
	L2-M2	44,44	50	115	SS			
	M2-N2	44,44	50	115	SS			
A2C3	B2-Ñ2	88,88	150	230	Armario 2	100	160	333,5
	Ñ2-O2	88,88	150	230	SS			
	O2-P2	88,88	95	175	SP	100	160	253,75
	P2-Q2	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75
	Q2-R2	44,44	50	115	SS			

Tabla 14: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 3

Protecciones contra sobreintensidades Armarios distribución 3								
Circuitos	**Tramos de circuitos**	**Intensidad prevista [A]**	**Sección del conductor [mm²] UNE 211435**	**Ia Intensidad admisible [A]**	**Armario/ Conjunto de distribución (SP,SS,SD)**	**In Calibre del fusible [A]**	**If Intensidad de fusión [A]**	**Condición 1,45·Ia [A]**
A3C1	B3-C3	168,872	150	230	Armario 3	200	320	333,5
A3C1-1	C3-D3	88,88	50	115	SD	100	160	166,75
	D3-E3	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
A3C1-2	C3-F3	88,88	150	175	Armario 3			
	F3-G3	88,88	50	115	SP	100	160	166,75
	G3-H3	88,88	50	115	SS			
	H3-I3	44,44	50	115	SS			
	I3-J3	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
A3C2	B3-K3	168,872	150	230	Armario 3	200	320	333,5
A3C2-1	K3-L3	44,44	50	115	SD	63	100,8	166,75
	L3-M3	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
	M3-Ñ3	44,44	25	82	SS			
A3C2-2	K3-Ñ3	88,88	150	230	Armario 3			
	Ñ3-O3	88,88	50	115	SP	100	160	166,75
	O3-P3	88,88	50	115	SS			
	P3-Q3	44,44	50	115	SS			
	Q3-R3	44,44	50	115	SS			

Tabla 15: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 4

Protecciones contra sobreintensidades Armarios distribución 4								
Circuitos	**Tramos de circuitos**	**Intensidad prevista [A]**	**Sección del conductor [mm²] UNE 211435**	**Ia Intensidad admisible [A]**	**Armario/ Conjunto de distribución (SP,SS,SD)**	**In Calibre del fusible [A]**	**If Intensidad de fusión [A]**	**Condición 1,45·Ia [A]**
A4C1	B4-C4	133,32	150	230	Armario 4	160	256	333,5
A4C1-1	C4-D4	44,44	25	82	SD	63	100,8	118,9
	D4-E4	44,44	25	82	SS			
	E4-F4	44,44	25	82	SS			
A4C1-2	C4-G4	88,88	95	175	Armario 4			
	G4-H4	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
	H4-I4	44,44	25	82	SS			
	I4-J4	44,44	25	82	SS			
A4C2	B4-K4	133,32	150	230	Armario 4	160	256	333,5
A4C2-1	K4-L4	88,88	95	175	SD	100	160	253,75
	L4-M4	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
	M4-N4	44,44	25	82	SS			
A4C2-2	K4-Ñ4	88,88	150	230	Armario 4			
	Ñ4-O4	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75
	O4-P4	44,44	50	115	SS			
	P4-Q4	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
A4C3	B4-R4	133,32	240	340	Armario 4	160	256	493
	R4-S4	133,32	150	230	SP	150	240	333,5
	S4-T4	88,88	150	230	SS			
	T4-U4	88,88	150	230	SS			
	U4-V4	44,44	150	230	SS			
	V4-W4	44,44	150	230	SS			
	W4-X4	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75

Tabla 16: Protecciones contra sobreintensidades Armario distribución 5

Protecciones contra sobreintensidades Armarios distribución 5								
Circuitos	**Tramos de circuitos**	**Intensidad prevista [A]**	**Sección del conductor [mm²] UNE 211435**	**Ia Intensidad admisible [A]**	**Armario/ Conjunto de distribución (SP,SS,SD)**	**In Calibre del fusible [A]**	**If Intensidad de fusión [A]**	**Condición 1,45·Ia [A]**
A5C1	B5-C5	133,32	150	230	Armario 5	160	256	333,5
A5C1-1	C5-D5	44,44	25	82	SD	63	100,8	118,9
	D5-E5	44,44	25	82	SS			
A5C1-2	C5-F5	44,44	95	175	Armario 5			
	F5-G5	44,44	25	82	SD	63	100,8	118,9
	G5-H5	44,44	25	82	SS			
A5C1-3	F5-I5	44,44	95	175	Armario 5			
	I5-J5	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75
	J5-K5	44,44	25	82	SP	63	100,8	118,9
A5C2	B5-L5	168,872	150	230	Armario 5	200	320	333,5
A5C2-1	L5-M5	88,88	150	230	SD	100	160	333,5
	M5-N5	44,44	95	175	SP	63	100,8	253,75
	N5-Ñ5	44,44	50	115	SP	63	100,8	166,75
	Ñ5-O5	44,44	50	115	SS			
A5C2-2	L5-P5	88,88	150	230	Armario 5			
	P5-Q5	88,88	150	230	SS			
	Q5-R5	44,44	95	175	SP	63	100,8	253,75
	R5-S5	44,44	95	175	SS			
	S5-T5	44,44	95	175	SS			
A5C3	B5-U5	88,88	150	230	Armario 5	100	160	333,5
A5C3-1	U5-V5	44,44	50	115	SD	63	100,8	166,75
A5C3-2	U5-W5	44,44	150	230	Armario 5			
	W5-X5	44,44	50	115	SP			

ANEXO 3. Estudio Básico Seguridad y Salud

1 Objeto

El objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando 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.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud. Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborables 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 las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2 Datos generales de la obra

2.1 Situación

La obra se realizará en el Término Municipal de Tacoronte, en la zona denominada “Juan Fernández”.

2.2 Descripción de la obra

La obra que contempla el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud consta de la instalación eléctrica que dará suministro a la Urbanización. Se realizará la instalación eléctrica y obra civil de la Red de Media y Baja Tensión y la instalación eléctrica de los Centros de Transformación que componen la Urbanización.

3 Identificación de riesgos

A continuación se recogen los riesgos laborales que pueden surgir en la obra, diferenciando los posibles riesgos en la instalación eléctrica de los Centros de Transformación de los riesgos en las redes de distribución.

Aquellos riesgos laborales que no puedan eliminarse, deberán disponer de medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia.

3.1 Redes de distribución

En la red de distribución de Baja y Media Tensión se realizarán los trabajos en ausencia de tensión por lo que se no se darán riesgos eléctricos, dándose riesgos debidos principalmente a la obra civil. A continuación encontramos la identificación de riesgos para las redes de distribución

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Choques o golpes contra objetos
- Condiciones ambientales desfavorables, vientos, humedad, calos excesivo.
- Ambientes pulvígenos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas

Centros de transformación

En los Centros de transformación se podrán dar dos tipos de riesgos, riesgos debidos a la instalación de la aparamenta y transformador y riesgos eléctricos una vez instalada la aparamenta para poner en servicio el Centro de Transformación.

En la instalación de la aparamenta se podrán dar:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Choques o golpes contra objetos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Caídas de materiales transportados
- Atrapamientos

- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas

En la puesta en servicio del Centro de Transformación se podrán dar los siguientes riesgos:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.

- Arco eléctrico en A.T. y B.T.

- Elementos candentes y quemaduras.

4 Medidas preventivas

De conformidad con la ley de Prevención de Riesgos Laborales, y los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstos en su artículo 15 se aplicarán las medidas que integran el deber general de prevención.

Se tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendarles las tareas.

4.1 Principios generales en la ejecución de la obra

4.1.1 Estabilidad y solidez

Se deberá asegurar la estabilidad de los materiales y equipos y, en general de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan un resistencia suficiente solo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que le trabajo se realice de forma segura.

4.1.2 Instalaciones de suministro y reparto de energía

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa vigente.

Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

4.1.3 Vías de salidas de emergencia

Las vías y salidas de emergencia deberá permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

4.1.4 Detección y lucha contra incendios

Se deberá disponer de extintores de polvo polivalente para la lucha contra incendios.

Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

4.1.5 Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo, etc.).

4.1.6 Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

4.1.7 Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

4.1.8 Disposiciones varias

El perímetro y los accesos de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

5 Medios de Protección para trabajadores

5.1 Medios de protección personal

- Ropa de trabajo: como norma general deberá permitir la realización del trabajo sin molestias innecesarias para quien lo efectúe.

La ropa de trabajo será incombustible.

No puede usar pulseras, cadenas, collares, anillos debido al riesgo de contacto accidental.

- Protección de cabeza: los cascos de seguridad con barboquejo que deberán proteger al trabajador frente a las descargas eléctricas. Estar homologados clase E-AT con marca CE. Deberán ser de "clase -N", además de proteger contra el riesgo eléctrico a tensión superior a 1000 Voltios, en corriente alterna, 50 Hz.

Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

- Protección de la vista: las gafas protectoras deberán reducir lo mínimo posible el campo visual y serán de uso individual. Se usarán gafas para soldadores según la norma y la marca CE, con grado de protección 1,2 que absorben las radiaciones ultravioleta e infrarroja del arco eléctrico accidental.

  Gafas anti impacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, ópticamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.

  Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil.

- Protección de los pies: para trabajos en tensión: utilizarán siempre un calzado de seguridad aislante y con ningún elemento metálico, disponiendo de:
  - En caso de que existiera riesgo de caída de objetos al pie, llevará una puntera de material aislante adecuada a la tensión de trabajo.
  - Para trabajos de montaje: utilizarán siempre un calzado de seguridad con puntera metálica y suela antideslizante. Marcado CE.
- Protección de las manos mediante guantes aislantes, se deberán usar siempre que se tenga que realizar maniobras con tensión y se tendrá en cuenta la tensión asignada de la red en la que se va a realizar el trabajo. Para manipulación de objetos sin tensión, guantes de lona, marcado CE
- Cinturón de seguridad: faja elástica de sujeción de cinturón, clase A, según norma UNE 8135380 y marcado CE.
- Protección del oído: se dispondrán para cuando se precise de protector anti ruido Clase C, con marcado CE.

5.2 Medios de protección en general

- Banquetas de maniobra

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión. Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banqueta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra. Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie

equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

- Pértiga

Estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas. Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia. Si la pértiga lleva un

- Comprobaciones de tensión

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material. Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado.

Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banqueta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

- Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

1. Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.
2. Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo, bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes o sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).
3. En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.
4. Desenrollan completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.
5. Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano.

En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

6. Para retirar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en orden inverso.

Además de las medidas de protección citadas, se dotará al local de un BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS, en un lugar visible y, rotulado con caligrafía clara, habrá un cartel donde se indiquen la dirección y números de teléfono de los Servicios de Urgencia, Clínicos u Hospitales, Centros Médicos y Cruz Roja más próximos a la zona. El botiquín contendrá como mínimo: agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercuriocromo, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, termómetro clínico, etc. Este deberá estar bien señalizado y su material se revisará mensualmente reponiendo lo gastado.

6 Obligaciones del contratista

El contratista de la obra estará obligado a:

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.
- De conformidad con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el contratista deberá garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

5. Planos

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Contenido

Plano 01. Plano de Situación

Plano 02. Plano de Emplazamiento

Plano 03. Plano de Emplazamiento Manzanas

Plano 04. Plano Red de Media Tensión

Plano 05. Plano de Situación del CT-URBANIZACIÓN

Plano 06. Plano de Situación del CT-URBANIZACIÓN Acotado

Plano 07. Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN

Plano 08. Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Aparamenta

Plano 09. Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Puesta a Tierra

Plano 10. Plano Red de Distribución B.T.

Plano 11. Esquema Automatización CT-VIVIENDAS

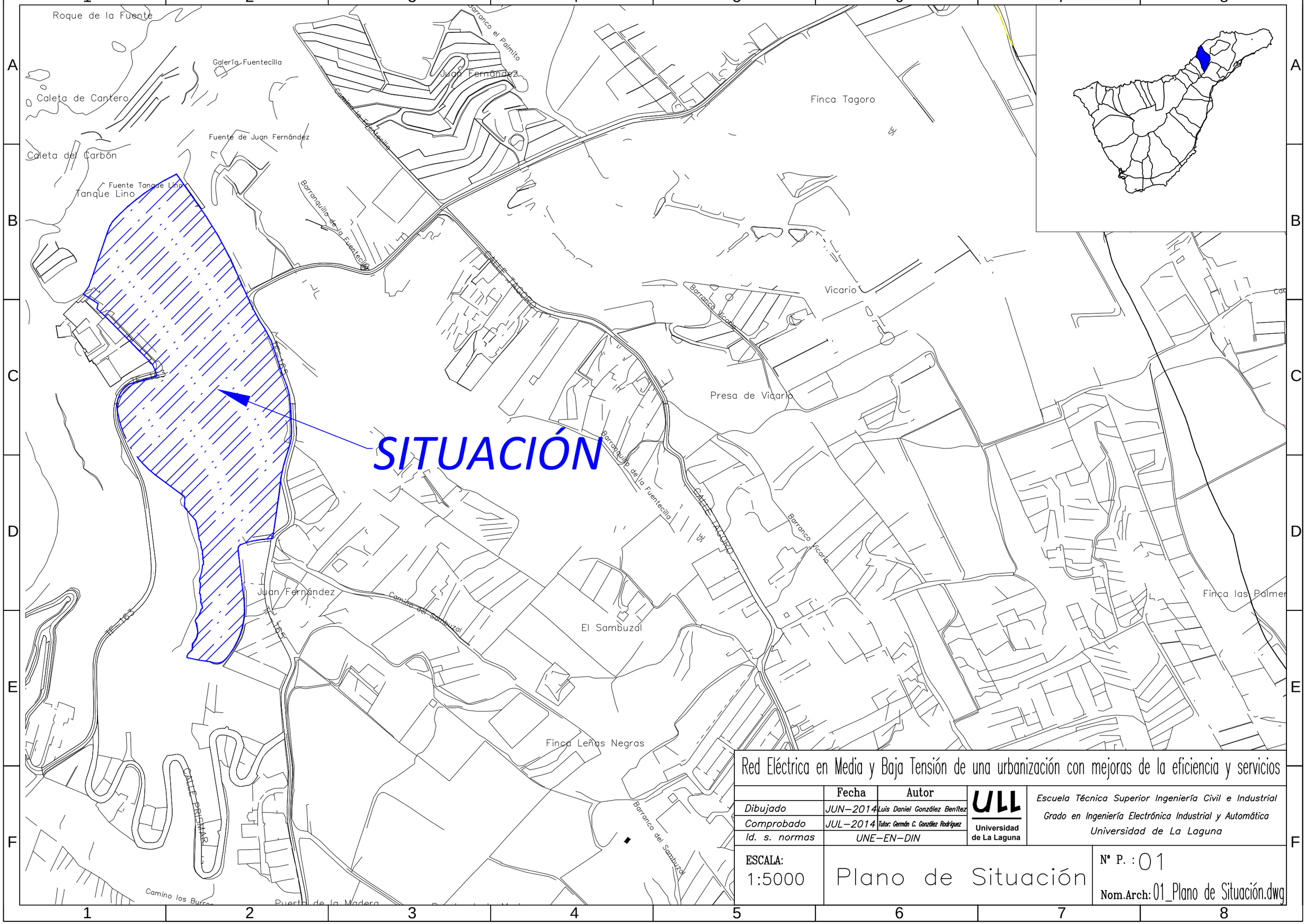
Plano 12. Esquema M.T. Centros de Transformación

Plano 13. Esquema Armarios y Conjuntos de distribución

Plano 14. Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas Circuitos Principales

Plano 15. Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas

Plano 16. Esquema Red de Distribución B.T. Hoteles y Parcela Cultural



Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN–2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL–2014	Tutor: Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

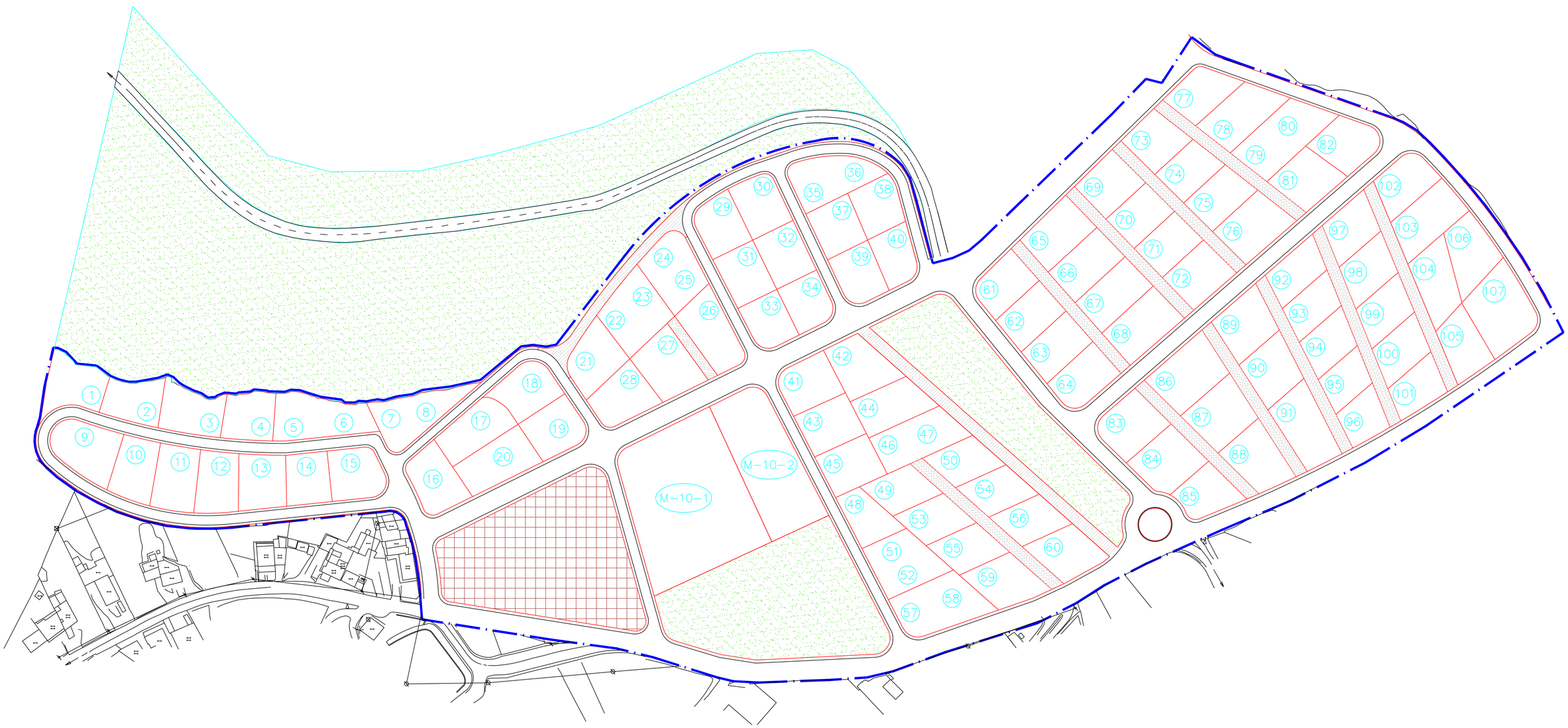
Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:5000

Plano de Situación

Nº P. : 01

Nom.Arch: 01_Plano de Situación.dwg



Emplazamiento

(N°)	Numeración de Parcelas viviendas unifamiliares
M−10−1 M−10−2	Hoteles Rurales
	Parcela Cultural
	Zonas Verdes

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN−2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL−2014	Víctor Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE−EN−DIN	

Universidad de La Laguna

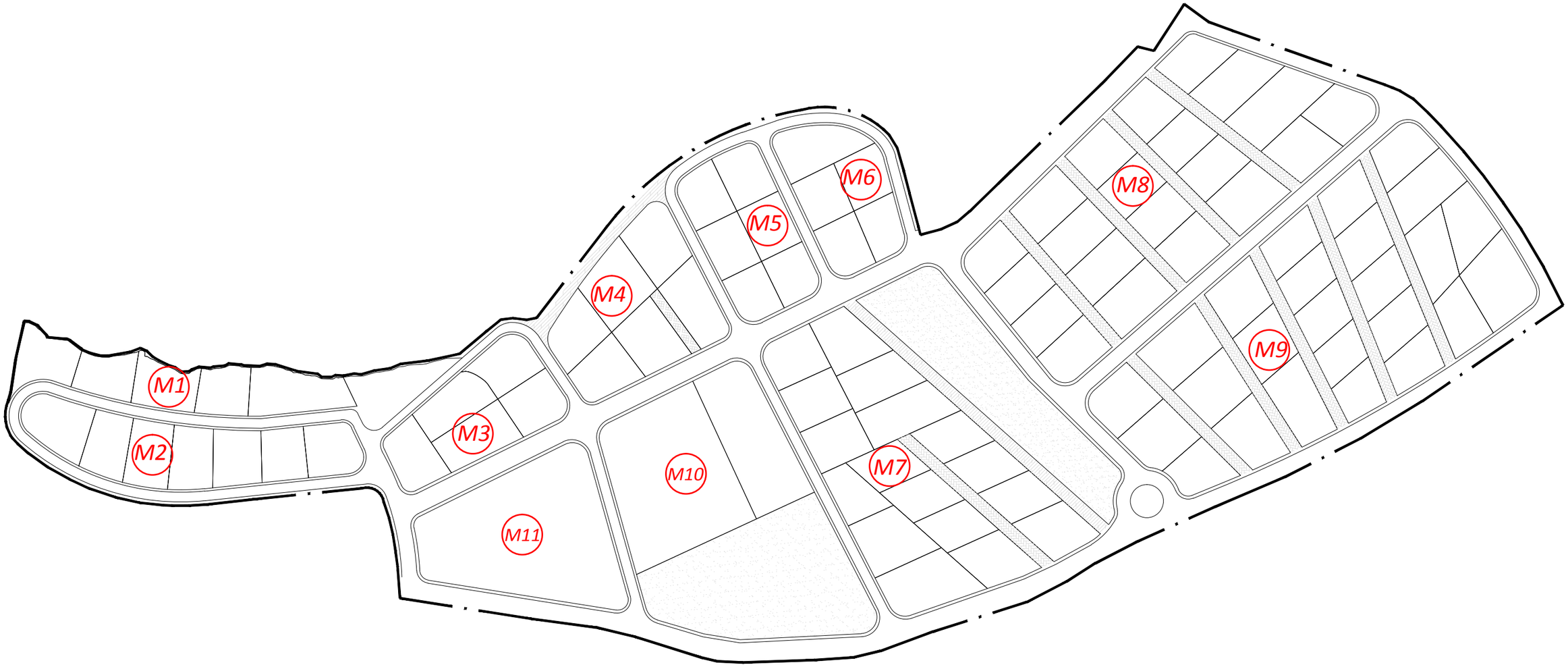
Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial
Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:1000

Plano de Emplazamiento

Nº P. : 02

Nom.Arch: 02_Emplazamiento Urbanización.dwg



Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN–2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN–2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

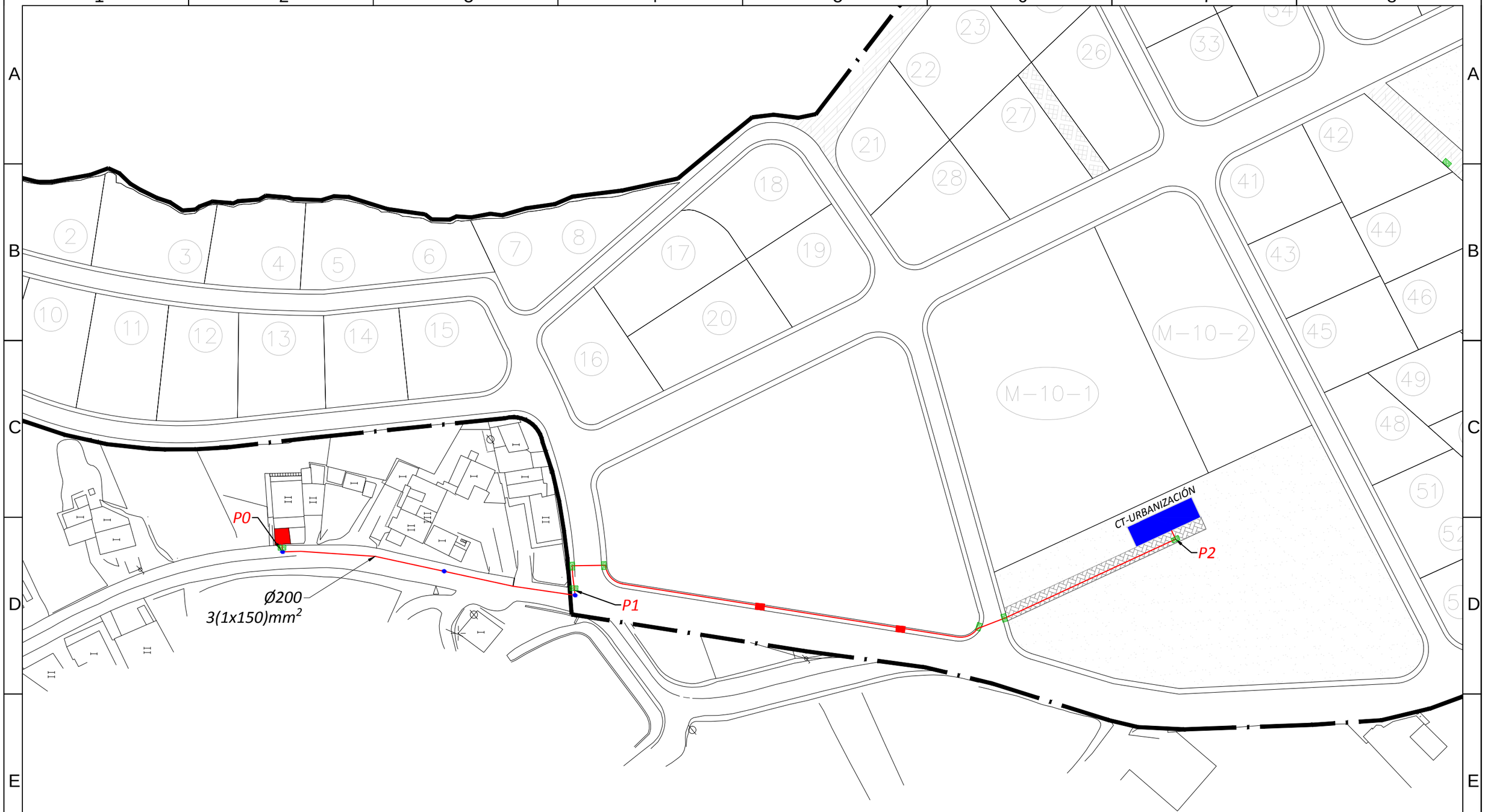
Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:2000

Plano de Emplazamiento Manzanas

Nº P. : 03

Nom.Arch: 03_Urbanización Manzanas.dwg



Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN−2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN−2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE−EN−DIN	

Universidad de La Laguna

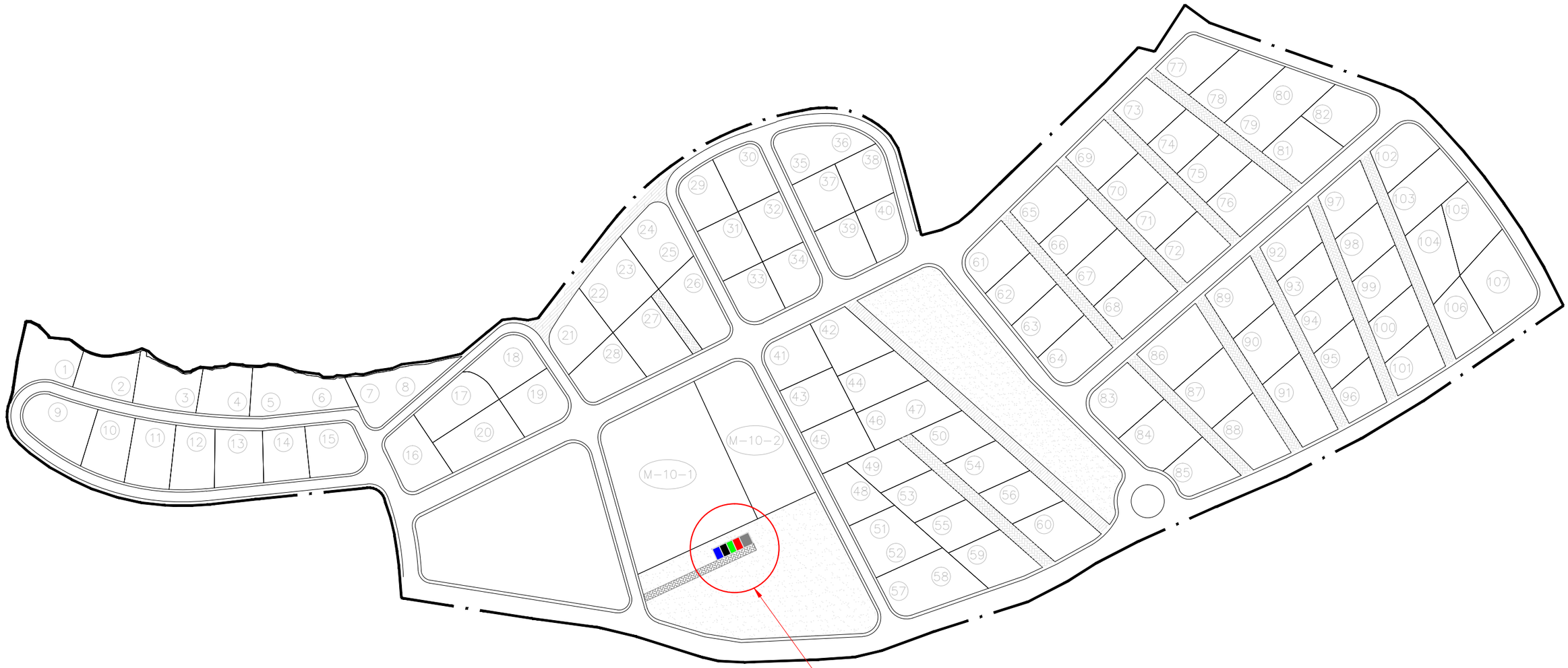
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:1000

Plano Red de Media Tensión

Nº P. : 04

Nom.Arch: MT_Urbanización.dwg



Centros de Transformación del CT-URBANIZACIÓN		
Local de Reemplazamiento	CENTRO DE ENTREGA	CT-VIVIENDAS
CT-CULTURAL	CT-HOTEL	

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN-2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN-2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	

Universidad de La Laguna

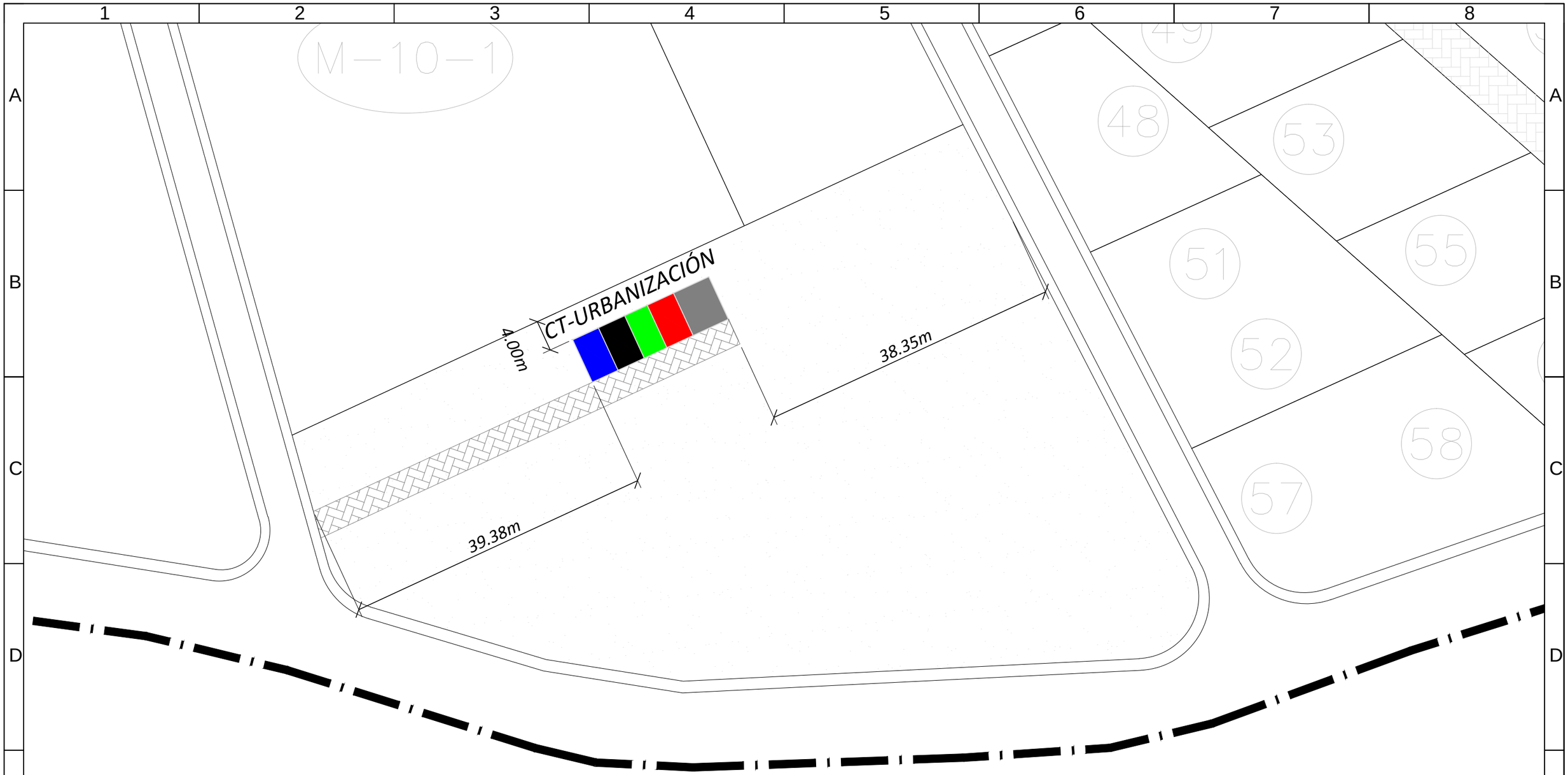
Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:2000

Plano de Situación del CT-URBANIZACIÓN

Nº P. : 05

Nom.Arch: 05_CT en Urbanización.dgw



Centros de Transformación del CT-URBANIZACIÓN		
Local de Reemplazamiento	CENTRO DE ENTREGA	
CT-CULTURAL	CT-HOTEL	CT-VIVIENDAS

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN-2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN-2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	

ULL Universidad de La Laguna

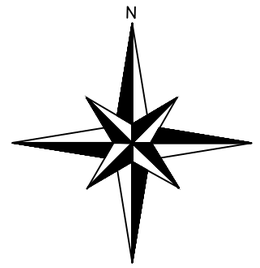
Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

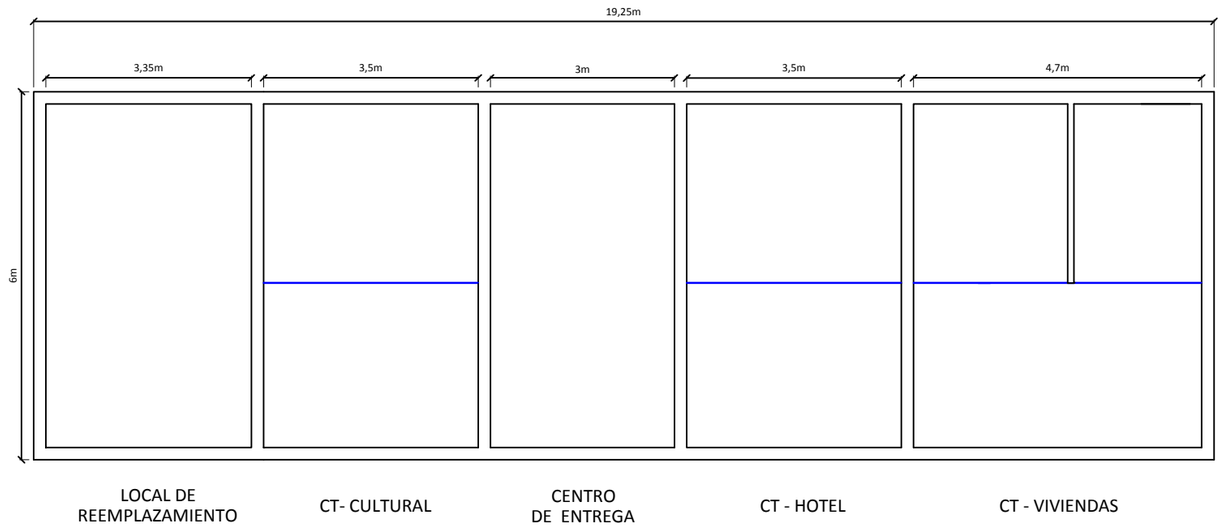
ESCALA: 1:500

Plano de Situación del CT-URBANIZACIÓN Acotado

Nº P. : 06

Nom.Arch: 06_CT en Urbanización Cotas.dgw





Características Constructivas
Enrejado separador
Bloque hormigón vibrado 200mm
Bloque hormigón vibrado 120mm

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN−2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN−2014	Tutor: Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE−EN−DIN	

Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

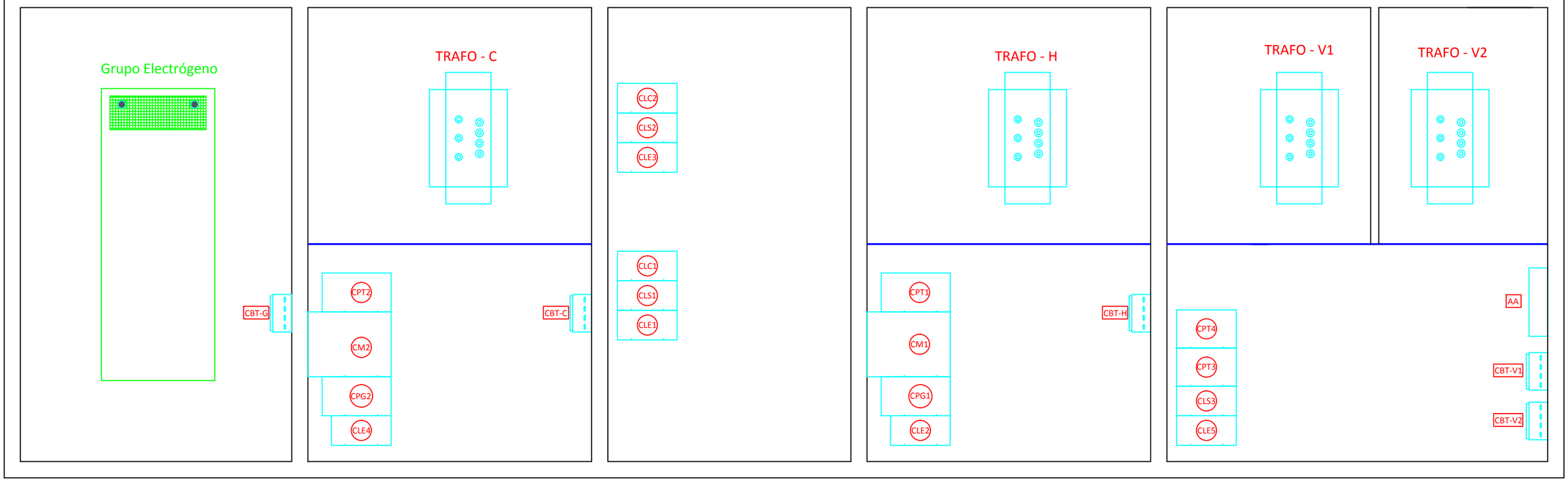
Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:100

Plano de Planta CT−URBANIZACIÓN

Nº P. : 07

Nom.Arch: 07_CT-Urbanización.dwg



LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO

CT- CULTURAL

CENTRO DE ENTREGA

CT - HOTEL

CT - VIVIENDAS

Aparamenta CT-URBANIZACIÓN	
CBT-X	Cuadro Baja Tensión
CLEX	Celda de Línea de Entrada
CLSX	Celda de Línea de Salida
CPGX	Celda de Protección General
CMX	Celda de Medida
CPTX	Celda de Protección de Transformador
	X: Nº de Celda o Cuadro según Memoria Descriptiva
AA	Cuadro Automatización

N

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN–2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN–2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

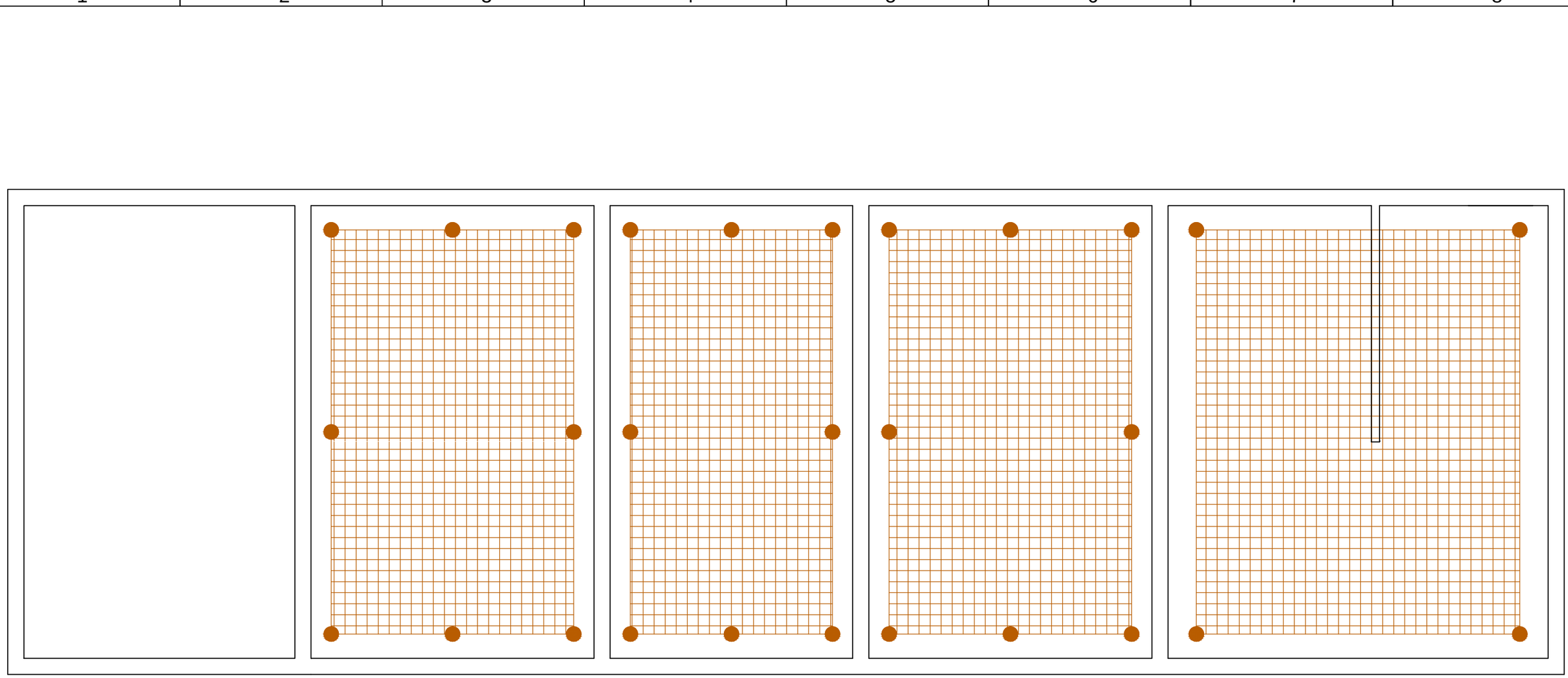
Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:50

Plano de Planta CT–URBANIZACIÓN Aparamenta

Nº P. : 08

Nom.Arch: 08_CT-Urbanización Aparamenta.dwg



LOCAL DE REEMPLAZAMIENTO

CT- CULTURAL

CENTRO DE ENTREGA

CT - HOTEL

CT - VIVIENDAS

Puesta a Tierra
Pica de Puesta a Tierra
Mallazo Electrosoldado

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN–2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN–2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:50

Plano de Planta CT-URBANIZACIÓN Puesta a Tierra

Nº P. : 09

Nom.Arch: 09_CT_Urbanización Tierra.dgw

Red de Distribución B.T.

- *Armario de distribución*
  - *A1: armario distribución 1*
  - *A2: armario distribución 2*
  - *A3: armario distribución 3*
  - *A4: armario distribución 4*
- *Conjunto Distribución*
  - *SP: salida Protegida*
  - *SS: salida sin protección*
  - *SD: salida doble*
- *Arqueta*
- *Local de Reemplazamiento*
- *CT-CULTURAL*
- *CT-HOTEL*
- *CENTRO DE ENTREGA*
- *CT-VIVIENDAS*
- *Red Distribución Viviendas*
- *Red Distribución Hotel y Cultural*

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN-2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL-2014	Isaac Gerardo C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	

Universidad de La Laguna

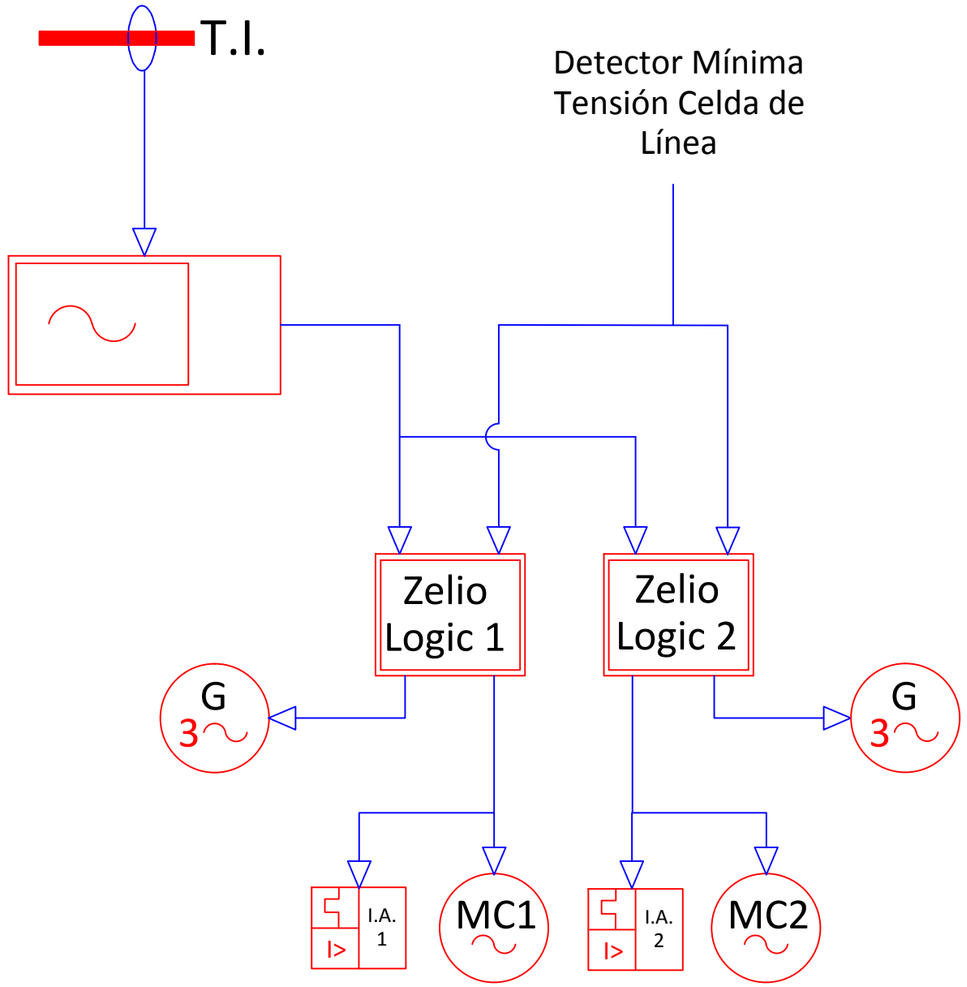
Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial
Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

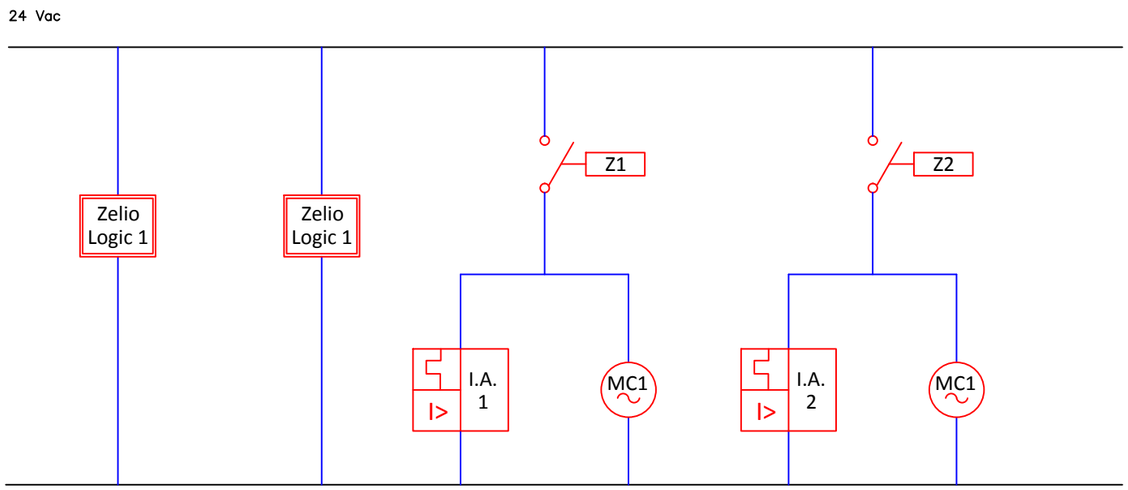
ESCALA: 1:1000

Plano Red de Distribución B.T.

Nº P. : 10

Nom.Arch: 10_Urbanización BT.dwg





Automatización

- Zelio Logic Nº — Relé Programable Zelio Logic-24ES
- ZNº — Salida del Relé Programable
- I.A. Nº — Interruptor Automático B.T. NSX 630A
- MCNº — Motor Celda Motorizada CGMCOSMOS-P
- Analizador de Red PM820
- G 3 — Grupo Electrógeno
- T.I. — Embarrado y Trafo de Intensidad

Nº: número correspondiente del equipo

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN−2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUN−2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE−EN−DIN	

Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: S/E

Esquema Automatización CT−VIVIENDAS

Nº P. : 11

Nom.Arch: 11_Esquema Automatización CT-VIVIENDAS.dwg

CENTRO DE ENTREGA

Red de Media Tensión
20 kV

CLE1 CLS1 CLC1

CLE3 CLS2 CLC2

CLE2 CPG1 CM1 CPT1

TRAFO - H

CBT-H

CT-HOTEL

CLE4 CPG2 CM2 CPT2

TRAFO - C

CBT-C

CT-CULTURAL

CLE5 CLS3 CPT3 CPT4

TRAFO - V1

TRAFO - V2

CBT- V1 CBT- V2

CT-VIVIENDAS

Leyenda Esquema Media Tensión

Celda de Línea

Celda de Protección I.A.

Celda de Protección Fusibles

Celda de Medida

Interruptor Automático B.T.

Embarrado B.T.

Nº de puente según Memoria Descriptiva

CLEnº Celda de Línea de Entrada

CLSnº Celda de Línea de Salida

CLCnº Celda de Línea de Cliente

CPGnº Celda de Protección General

CMnº Celda de Medida

CPTnº Celda de Protección del Trafo

nº: Numeración de las Celdas

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN–2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL–2014	Tutor:Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Universidad de La Laguna

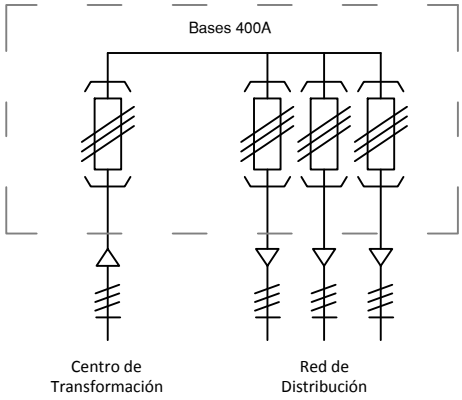
ESCALA: S/N

Esquema M.T. Centros de Transformación

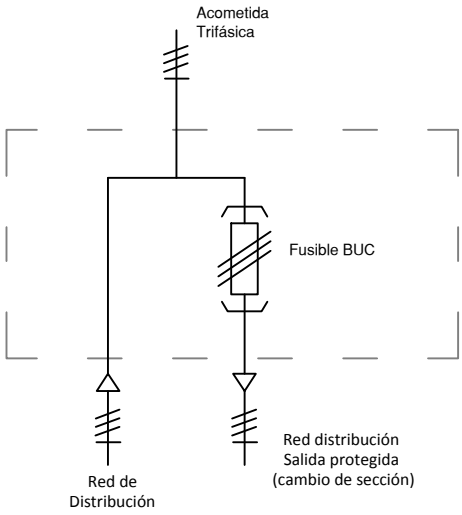
Nº P. : 12

Nom.Arch: 12_Esquema MT Centros de Transformación.dwg

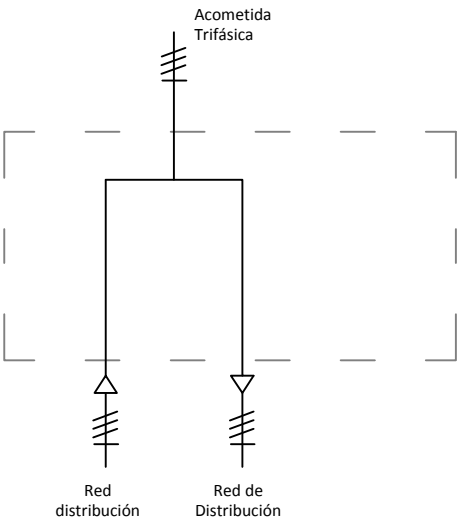
Esquema Armario de
distribución y derivación



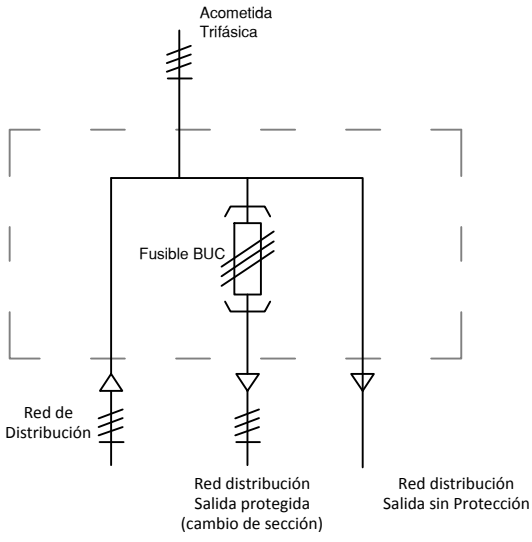
TIPO SP
Conjunto de distribución
con salida protegida



TIPO SS
Conjunto de distribución
sin salida protegida



TIPO SD
Conjunto de distribución
con salida doble



Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN 2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL 2014	Tutor: Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

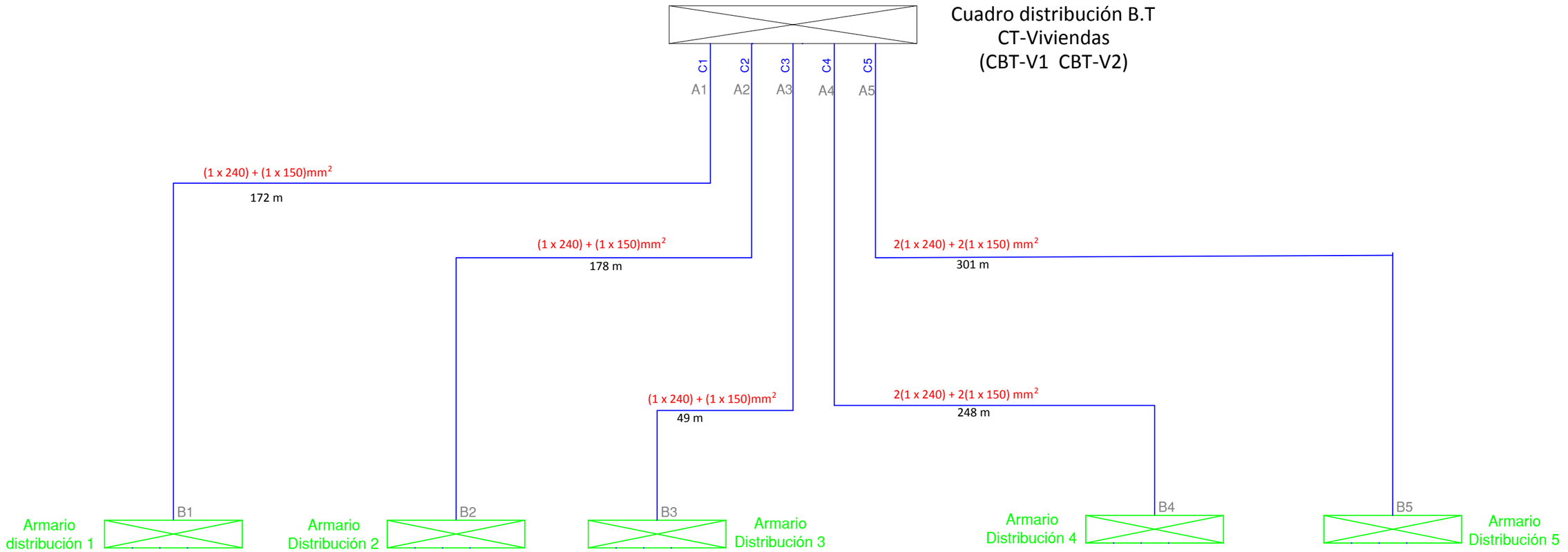
ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL
Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: S/E

Esquema Armarios y Conjuntos de Distribución

Nº P. : 13

Nom.Arch: 13_Esquema Armario y Conjunto.dwg



Esquema B.T.

2(1 x 240) + 2(1 x 150) mm²	Dos circuitos trifásicos 240mm² + dos neutro 150mm²
(1 x 240) + (1 x 150)mm²	Un circuito trifásico de 240mm² + un neutro de 150mm²
150 mm²	Un circuito trifásico de 150mm² + un neutro de 95mm²
95 mm²	**Un circuito trifásico de 95mm² + un neutro de 50mm²**
50 mm²	Un circuito trifásico de 50mm² + un neutro de 25mm²
25 mm²	Un circuito trifásico de 25mm² + un neutro de 25mm²

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN–2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL–2014	Tutor:Germán Carlos González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

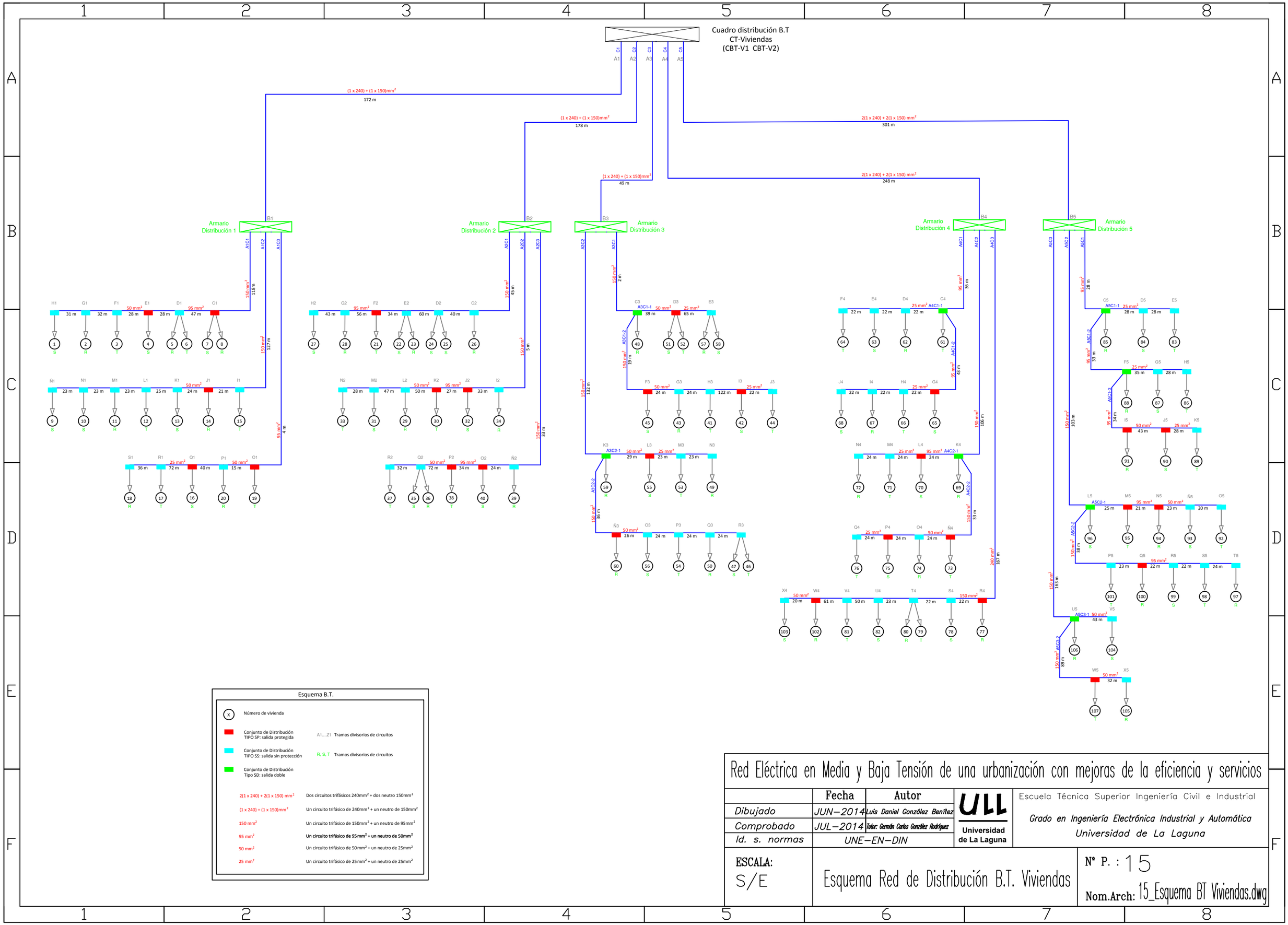
Universidad de La Laguna

ESCALA: S/E

Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas Circuitos Principales

Nº P. : 14

Nom.Arch: 14_Esquema B.T. Cprincipales Viviendas.dwg



Esquema B.T.

- (X) Número de vivienda
- Conjunto de Distribución TIPO SP: salida protegida — A1…Z1 Tramos divisorios de circuitos
- Conjunto de Distribución TIPO SS: salida sin protección — R, S, T Tramos divisorios de circuitos
- Conjunto de Distribución Tipo SD: salida doble

2(1 x 240) + 2(1 x 150) mm²	Dos circuitos trifásicos 240mm² + dos neutro 150mm²
(1 x 240) + (1 x 150)mm²	Un circuito trifásico de 240mm² + un neutro de 150mm²
150 mm²	Un circuito trifásico de 150mm² + un neutro de 95mm²
95 mm²	**Un circuito trifásico de 95 mm² + un neutro de 50mm²**
50 mm²	Un circuito trifásico de 50 mm² + un neutro de 25mm²
25 mm²	Un circuito trifásico de 25 mm² + un neutro de 25mm²

Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN−2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL−2014	Tutor: Germán Carlos González Rodríguez
Id. s. normas	UNE−EN−DIN	

Universidad de La Laguna

Escuela Técnica Superior Ingeniería Civil e Industrial

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

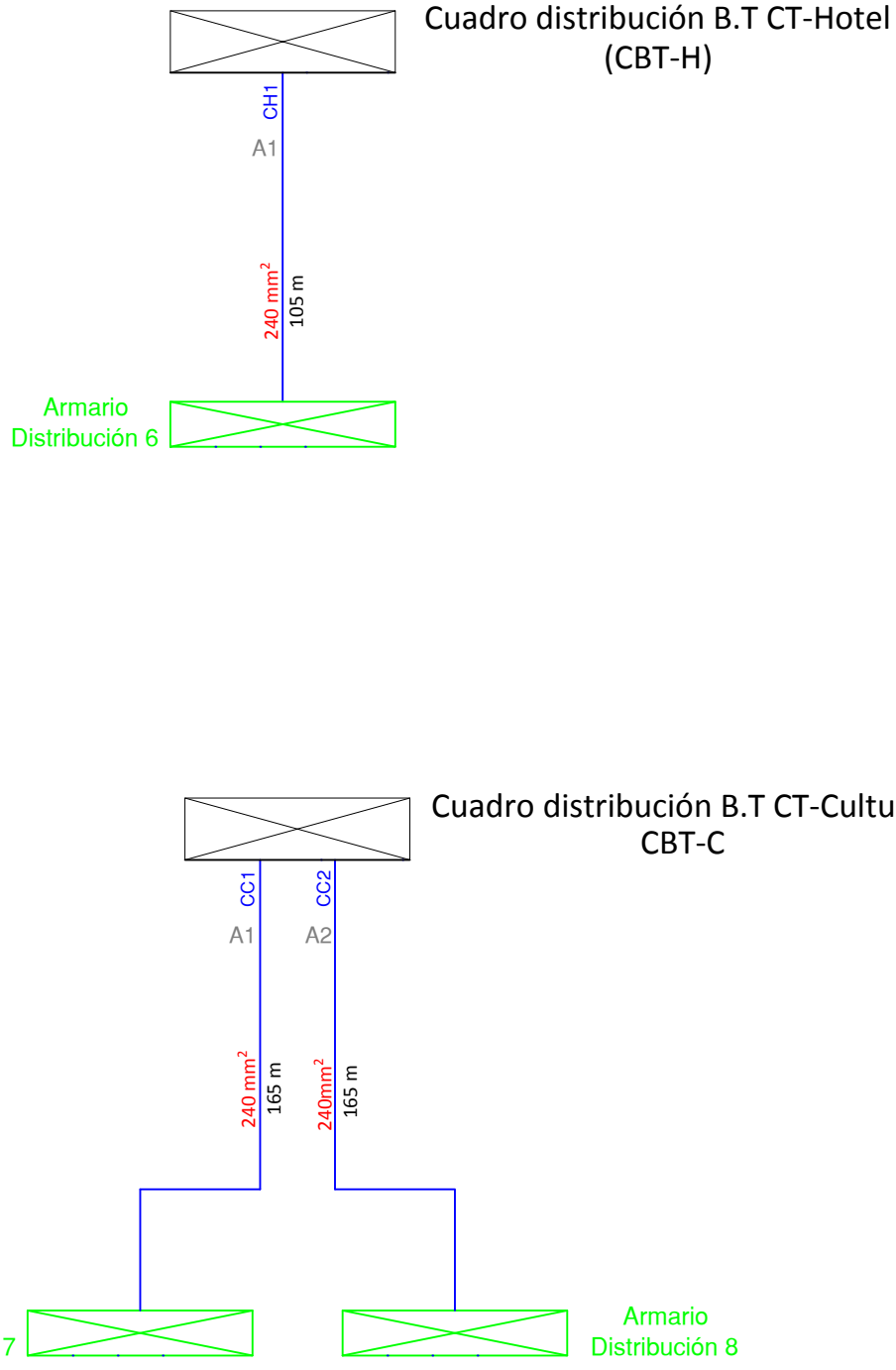
Universidad de La Laguna

ESCALA: S/E

Esquema Red de Distribución B.T. Viviendas

Nº P. : 15

Nom.Arch: 15_Esquema BT Viviendas.dwg



Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios

	Fecha	Autor
Dibujado	JUN 2014	Luis Daniel González Benítez
Comprobado	JUL 2014	Tutor: Germán C. González Rodríguez
Id. s. normas	UNE–EN–DIN	

Universidad de La Laguna

ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL
Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

ESCALA: S/E

Esquema Red de Distribución B.T. Hotel y Parcela Cultural

Nº P. : 16

Nom.Arch: 16_Esquema BT de HyC.dwg

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

6. Pliego de Condiciones

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Contenido

1 Objeto 3
2 Descripción de las obras 3
3 Pliego de Condiciones Generales 3
3.1 Obligaciones del contratista 3
3.2 Subcontratación de las obras 4
3.3 Replanteo 4
3.4 Plazo de ejecución 5
3.5 Medición y abono obras 5
3.6 Recepción obras 5
3.7 Plazo de garantía 6
3.8 Recepción definitiva 6
3.9 Visitas y comprobaciones obras 6
3.10 Libro de órdenes 6
3.11 Condiciones de los materiales 6
3.11.1 Generales 6
3.11.2 Muestras de materiales 7
4 Pliego de Condiciones Técnicas 8
4.1 Red de Media y Baja Tensión 8
4.1.1 Trazado de zanjas 8
4.1.2 Apertura de zanjas 8
4.1.3 Canalizaciones 8
4.1.4 Tendido de cables 8
4.1.5 Señalización 8
4.1.6 Identificación 9

4.1.7 Puesta a tierra 9
4.1.8 Arquetas 9
4.2 Centros de Transformación 9
4.2.1 Aparamenta de Media Tensión 9
4.2.2 Transformadores 11
4.2.3 Ejecución de las instalaciones 11
4.2.4 Pruebas reglamentarias 11
4.2.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad 12
4.2.6 Prevenciones generales 12
4.2.7 Puesta en servicio. 13
4.2.8 Prevenciones especiales 13

1 Objeto

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir las condiciones generales que regularán la contratación, el desarrollo de la obra y el suministro de materiales.

2 Descripción de las obras

Las obras afectadas por las especificaciones de este Pliego, son todas las incluidas en el Trabajo de Fin de Grado del que forman parte y consisten:

1. Red de Media Tensión: tendido de los conductores, suministro y montaje de estos, suministro e instalación. Instalación y suministro de canalizaciones, arquetas y tapas de arquetas Tipo A1, A2 y B2.
2. Red de Baja tensión: tendido de los conductores, suministro y montaje de estos, suministro e instalación de Armarios y Conjuntos de distribución, canalizaciones y protecciones contra sobreintensidades. Instalación de arquetas y tapas de arquetas Tipo A1 y A2.
3. Centros de Transformación: suministro e instalación de Aparamenta de Media y Baja Tensión, transformadores y equipos de Automatización.
4. Realización de las obras civiles necesarias para efectuar la instalación eléctrica.
5. Medición de las cargas, caída de tensión, aislamiento, corriente de fuga y resistencia.

3 Pliego de Condiciones Generales

3.1 Obligaciones del contratista

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas y, en general, a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular, antes o durante la ejecución de las obras.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra y la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del contratista.

Serán por cuenta del contratista:

- Todas las obras necesarias para llevar a efectos los diferentes tipos de obras que comprende este Trabajo de Fin de Grado, tales como: andamios, nivelaciones,

alineaciones, replanteos, pórticos para el paso de la línea por vías de circulación y el suministro de cuantos medios auxiliares se requieran: aparatos de topográficos, poleas, medios de transporte, etc.

- Cuanto exija la organización y marcha de los trabajos, como oficina provisional administrativa, caseta para guardas, almacenes provisionales o cualquier construcción auxiliar que deba instalarse, a juicio de la Dirección de Obra.
- Todas las operaciones que se refieran a pruebas y ensayos, tanto de los materiales como de las obras ejecutadas.

3.2 Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste contratar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al director de obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros, no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.
- En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto, ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obra no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

La subcontratación deberá siempre supeditarse a la autorización previa por parte de la parte contratante.

3.3 Replanteo

El Director de obra, auxiliado por el personal técnico a sus órdenes, procederá al replanteo general de las obras en presencia del Contratista o personal que legalmente lo representen, indicando sobre el terreno todos los puntos necesarios para que la obra quede totalmente definida. Se marcaran puntos definidos para que apoyándose en ellos, se pueda reproducir en cualquier momento los del replanteo, pudiendo comprobarse durante la ejecución de las obras que estas se ajustan en todo momento al Proyecto.

De este replanteo, cuyos gastos corren a cargo del contratista, se levantara el acta correspondiente suscrita por el director de la obra y el contratista o su delegado. A partir de esta fecha y durante el tiempo que dure la ejecución de las obras, la vigilancia y observación de los puntos del replanteo correrán a cargo del Contratista.

3.4 Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, empezarán a contar a partir de la fecha del replanteo de las obras. El contratista estará obligado a cumplir los plazos señalados, que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones, cuando los cambios determinados por el director de obra y debidamente aprobados por el contratante, influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

3.5 Medición y abono obras

Las unidades realizadas pueden certificarse mensualmente en una o varias certificaciones, por unidades de obra completas.

El contratista es responsable, como patrono, a todos los efectos, del cumplimiento de las Leyes Laborales y Sociales, y en especial en lo referente a Seguridad e Higiene e el Trabajo, cumpliendo y haciendo cumplir todos los requisitos laborales, subsidios y demás cargas sociales establecidos o que se establezcan durante el curso de las obras. Sin embargo, en este último caso, se estudiarán los precios contradictorios en la parte que puedan afectar a los aumentos producidos por la Mano de obra. Todo lo anterior tendrá vigencia salvo que la ley establezca la aplicación específica del aumento.

El contratista queda obligado a la observancia de lo preceptuado en cuantas disposiciones legales estén vigentes o entren en vigor durante el período que dure la ejecución de las obras.

También queda expresamente obligado a cumplir la legislación vigente en materia de protección a la Industria Nacional que sean de aplicación en la Comunidad Autónoma de Canarias.

Todos los gastos derivados de la inspección y vigilancia serán por cuenta del contratista.

3.6 Recepción obras

Una vez terminada la obra a que se refiere este Trabajo de Fin de Grado, se procederá a la recepción provisional de las mismas, en la forma reglamentaria. A partir de este momento, se empezará a contar el plazo de garantía.

3.7 Plazo de garantía

El plazo de garantía establecido será de DOCE MESES y durante el mismo serán de cuenta del contratista todos los gastos de conservación y reparación de las instalaciones.

3.8 Recepción definitiva

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva, alguna de las obras no se encontrase en las condiciones de conservación requeridas, se aplazará ésta hasta tanto la obra reúna los requisitos para su recepción, sin abonar al contratista cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, quedando éste obligado al mantenimiento y conservación de las instalaciones hasta que se produzca la recepción definitiva de las obras.

3.9 Visitas y comprobaciones obras

El Director de la obra debe visitar a la obra obligatoriamente una vez por semana, al menos, y siempre en los siguientes casos:

- Acta de replanteo
- Comprobación del equipo a instalar: celdas, fusibles y especialmente el transformador (si cumple con la Norma) y el cuadro de baja tensión.
- Comprobación del equipo a instalar en las Red de Media y Baja Tensión: conductores, canalizaciones, arquetas, Armarios de Distribución, Conjuntos de Distribución, cortacircuitos fusibles y demás materiales que forman las redes.
- Medir tierras de los Centros de Transformación, además de las tensiones de paso y contacto

3.10 Libro de órdenes

Se dispondrá en este Centro de Transformación 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.

3.11 Condiciones de los materiales

3.11.1 Generales

Todos los materiales que se empleen en las obras, aunque no se haga mención expresa de ellos en este Pliego de Condiciones, deberán ser de la mejor calidad.

No se procederá al empleo de materiales sin que sean examinados y aceptados en los términos que prescriben las receptivas condiciones estipuladas para cada clase de material. Todos los materiales serán reconocidos por el Director de Obra o personal en quien delegue, sin cuya aprobación no podrán ser admitidos, siendo retirados inmediatamente los desechados. Este reconocimiento previo, no constituye su recepción definitiva, pudiendo la dirección facultativa rechazarlos y aun hacerlos quitar después de colocados en obra, si no se comportan en las condiciones de las pruebas realizadas, con lo que se especifica especialmente en este pliego de condiciones o en su defecto, con las características que se indican en el Proyecto. Los gastos que se ocasiones en las comprobaciones, análisis y experiencias serán de cuenta del Contratista.

3.11.2 Muestras de materiales

El contratista proporcionara a la Dirección facultativa muestras de los materiales para su comprobación; así mismo deberá presentar certificados de los ensayos que la dirección de obra juzgue necesarios, los cuales se harán en los Centros, Laboratorios o Talleres que se indiquen al Contratista. Las muestras de los materiales, una vez han sido aceptadas por la Dirección Facultativa, serán guardadas con los certificados de ensayo para, posteriormente, poder comprobar la similitud de los materiales empleados en obra. En caso de no coincidir las características de las muestras con las de los materiales instalados en obra, el Director podrá ordenar el inmediato retiro de los mismos y la consiguiente

4 Pliego de Condiciones Técnicas

4.1 Red de Media y Baja Tensión

4.1.1 Trazado de zanjas

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud.

4.1.2 Apertura de zanjas

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Las dimensiones de las zanjas serán las que figuren en la Memoria Descriptiva.

4.1.3 Canalizaciones

En los cruces de vías públicas o privadas, los tubos se colocarán en posición horizontal y recta, estarán hormigonados en toda su longitud. Deberá preverse para futuras ampliaciones al menos un tubo de reserva.

4.1.4 Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio en el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles etc.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable. El cable se desplazará lateralmente de forma manual.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Antes de poner el cable en servicio es conveniente realizar un ensayo de rigidez dieléctrica del aislamiento.

4.1.5 Señalización

Toda canalización deberá estar señalada, según N.I. 29.00.01, por una cinta de atención de polietileno amarillo-naranja en la que se advierta la presencia de cables eléctricos.

4.1.6 Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

4.1.7 Puesta a tierra

Todas las pantallas en M.T. de los cables deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable.

En Baja Tensión, se colocará el neutro a tierra en los Armarios de distribución.

4.1.8 Arquetas

Son los elementos para el registro de las canalizaciones de protección de las líneas de energía eléctrica, que se disponen en los cambios bruscos de dirección, en los puntos intermedios de los tramos de longitud excesiva y en los extremos de cruces de calzadas tal y como se ha indicado en la Memoria Descriptiva de la Red de Media Tensión y la Red de Distribución de Baja Tensión.

4.1.8.1 Materiales

Las arquetas de energía eléctrica serán Tipo A1, A2 y B2. y dispondrán de marco y tapa de fundición dúctil, con sus correspondientes inscripciones identificativas.

Las paredes de estos elementos estarán constituidas por elementos prefabricados, sobre un ligero cimiento de hormigón tipo HM-20/P/20/IIa.

4.1.8.2 Ejecución

La ubicación de las arquetas se establecerá al efectuar el replanteo de las canalizaciones y se realizarán según las indicaciones de los Planos y Memoria Descriptiva.

4.2 Centros de Transformación

A continuación se indican las condiciones técnicas que se deberán cumplir en la ejecución de los Centros de Transformación de la Urbanización.

4.2.1 Aparamenta de Media Tensión

La aparamenta de M.T. estará constituida por conjuntos compactos serie CGM-COSMOS de Ormazabal bajo envolvente única metálica, para una tensión admisible de 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.

- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B

4.2.1.1 Características constructivas

Los conjuntos compactos deberán tener una envolvente única con dieléctrico de hexafluoruro de azufre. Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellenada de hexafluoruro de azufre con una sobrepresión de 0,1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida.

En la parte posterior se dispondrá de una membrana que asegure la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño ni para el operario ni para las instalaciones.

El dispositivo de control de aislamiento de los cables será accesible, fase por fase, después de la puesta a tierra y sin necesidad de desconectar los cables.

La seguridad de explotación será completada por los dispositivos de enclavamiento por candado existentes en cada uno de los ejes de accionamiento.

En caso de avería en un elemento mecánico se deberá poder retirar el conjunto de mandos averiado y ser sustituido por otro en breve tiempo, y sin necesidad de efectuar trabajos sobre el elemento activo del interruptor, así como realizar la motorización de las funciones de entrada/salida con el centro en servicio.

4.2.1.2 Interruptores

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra de las Celdas deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms.

Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar el 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

4.2.1.3 Protecciones

Fusibles

Se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el Capítulo “Centros de Transformación”. Los fusibles cumplirán la norma DIN 43-625 y la R.U. 6.407-A y se instarán en tres

compartimentos individuales, estancos y metalizados, con dispositivo de puesta a tierra por su parte superior e inferior.

Interruptor Automático

Las Celdas de protección equipadas con interruptores automáticos se conectarán al termostato de los transformadores y a los transformadores de intensidad de las Celdas. La configuración de los mismos la realizará la empresa distribuidora.

4.2.2 Transformadores

Los transformadores instalados en los Centros de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán 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.

4.2.3 Ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación de los Centros de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en la Memoria Descriptiva, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y concretamente las de Endesa Distribución SA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

4.2.4 Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.

- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

4.2.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el 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.

4.2.6 Prevenciones generales

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

4.2.7 Puesta en servicio.

Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el cuadro de Baja Tensión

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

4.2.8 Prevenciones especiales

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía se procederá en tiempo y forma a su reparación.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

7. Presupuesto

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Contenido

1 Cuadro de precios descompuestos 2

2 Presupuesto de ejecución material 17

3 Resumen del presupuesto 19

1 Cuadro de precios descompuestos

En las siguientes tablas se recogen las unidades de obra con todos los elementos materiales y mano de obra que la componen. Cada material o mano de obra tiene especificado su coste unitario y su coste total. Dentro de las tablas se facilitan descripciones detalladas de los elementos, características, marcas y referencias. Encontramos las unidades de medida como:

h: horas.

m.l: metros lineales.

u: unidad

Cada unidad de obra, material y mano de obra esta identifica mediante código.

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 001	**Red de Media Tensión. Realización de zanjas para tubos de 200mm². Instalación de conductores de 150mm² bajo tubo, colocación de arquetas Tipo A1, A2 y B2 y conectores atornillables en los conductores.**	**u**			
MT 1001	Conductor unipolar de 150 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos.	m.l.	798	18,63	14.866,74
MT 1002	Conector atornillable Media Tensión marca 3M, modelo 93-EE 9x5-6, tensión asignada 24kV para cables de 150mm²	u	6	136,33	817,98
MT 1003	Tubo curvable marca Tupersa, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m.l.	266	7,65	2.034,90
MT 1004	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	m.l.	266	0,28	74,48
MT 1005	Arqueta prefabricada Tipo A1, Prensagra Prefabricados	u	2	119,07	238,14
MT 1006	Arqueta prefabricada Tipo A2, Prensagra Prefabricados	u	8	150,07	1.200,56
MT 1007	Arqueta prefabricada Tipo B2, Prensagra Prefabricados	u	3	135,12	405,36
MT 1008	Tapa de arqueta Tipo A1, Fundición dúctil Benito	u	2	154,00	308,00
MT 1009	Tapa de arqueta Tipo A2, Fundición dúctil Benito	u	8	185,38	1.483,04
MT 1010	Tapa de arqueta Tipo B2, Fundición dúctil Benito	u	3	140,20	420,60
MO 1001	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	8	9,38	75,04
MO 1002	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	10	3,54	35,40

MO 1003	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	h	10	40,59	405,90
MO 1004	Oficial 1ª construcción.	h	24	14,98	359,52
MO 1005	Peón ordinario construcción.	h	24	14,25	342,00
MO 1006	Oficial 1ª electricista.	h	30	15,49	464,70
MO 1007	Ayudante electricista.	h	30	14,51	435,30

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 002	**Instalación eléctrica y de Aparamenta del Centro de Entrega. Instalación de Celdas de Línea, realización de puentes y conexiones**				
MT 2001	Celda de Línea CGMCOSMOS-L de Ormazabal. Formada por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas SF6. Embarrado de cobre con interruptor seccionador rotativo de 3 posiciones, conectado/seccionado/puesto a tierra • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B Celdas CLE1, CLS1, CLC1, CLE3, CLS2, CLC2 en los Planos	u	6	2.393,75	14.362,50
MT 2002	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puentes Centro de Entrega con CT-HOTEL.	m.l	18	16,62	299,16
MT 2003	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puentes entre Celdas del Centro de Entrega	m.l	9	16,62	149,58
MT 2004	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puentes Centro de Entrega con CT-CULTURAL	m.l	21	16,62	349,02
MT 2005	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puentes entre Centro de Entrega y CT-VIVIENDAS	m.l	10	16,62	166,20
MT 2006	Kit de 3 conectores atornillable Media Tensión marca 3M, modelo 93-EE 9x5-6, tensión asignada 24kV para cables de 95mm²	u	5	409,00	2.045,00
MT 2007	Conectores Ormalink para conexión entre las Celdas de Línea, marca Ormazabal	u	12	58,97	707,64
MO 2001	Oficial 1ª electricista.	h	24	15,49	371,76
MO 2002	Ayudante electricista.	h	24	14,51	348,24

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 003	**Instalación eléctrica y de la Aparamenta del Centro de Transformación CT-HOTEL. Instalación de Celda de línea, de medida, protección general y protección del transformador. Realización de puentes, conexiones entre Celdas y puentes.**				
MT 3001	Celda de Línea CGMCOSMOS-L de Ormazabal. Formada por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas SF6. Embarrado de cobre con interruptor seccionador rotativo de 3 posiciones, conectado/seccionado/puesto a tierra • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B Celda CLE2 en Planos	u	1	2.393,75	2.393,75
MT 3002	Celda de protección con Interruptor Automático CGMCOSMOS-V, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra. Incluye Interruptor Automático ekorRPG-201A y transformadores de intensidad Celda CPG1 y CPT1 en Planos	u	2	4.269,18	8.538,36
MT 3003	Celda de medida CGMCOSMOS-M, de 24 kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y tres transformadores de tensión y tres de intensidad para la mediad de la energía eléctrica consumida, detallados en Memoria Descriptiva. Celda CM1 en Planos	u	1,00	2.011,89	2.011,89
MT 3004	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puente entre Celda CPG1 y CM1	m.l	6,00	16,62	99,72
MT 3005	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puente entre Celda CPT1 y TRAFO-H	m.l	12,00	16,62	199,44
MT 3006	Conectores Ormalink para conexión entre las Celdas de Línea, marca Ormazabal	u	6	58,97	353,82
MT 3007	Kit de 3 conectores atornillables Media Tensión marca 3M, modelo 93-EE 9x5-6, tensión asignada 24kV para cables de 150mm²	u	2,00	409,00	818,00
MT 3008	Kit conectores enchufables Media Tensión marca 3M, modelo 93-EE 8x5-2, tensión asignada 24kV para cables de 95mm²	u	2,00	213,11	426,22
MT 3009	Transformador trifásico de 250kVA de potencia. Reductor de tensión con neutro y conexión Dyn11 de la marca Ormazabal. Tensión primario: 20kV Tensión secundario en vacío: 420V Regulación: +/- 5% y +/- 2,5% Se incluye protección con Termómetro	u	1,00	7.925,00	7.925,00

MT 3010	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre Transformador y Cuadro de Baja Tensión	m.l	15,00	9,46	141,90
MT 3011	Conductor unipolar de 150mm² de sección para neutro, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC	m.l	5,00	5,94	29,70
MT 3012	Cuadro de Baja Tensión CBTG 1600A AC4 con bases BTVC para fusibles de 400A de intensidad nominal de la marca STUK.	u	1,00	2.180,75	2.180,75
MT 3013	Fusibles tipo gG de tamaño NH-2 de 315A de intensidad nominal y 120kA de poder de corte. Marca SIBA	u	3,00	11,05	33,15
MO 3001	Oficial 1ª electricista	h	40	15,49	619,60
M0 3002	Ayudante electricista	h	40	14,50	580,00

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 004	**Instalación eléctrica y de la Aparamenta del Centro de Transformación CT-CULTURAL. Instalación de Celda de línea, de medida, protección general y protección del transformador. Realización de puentes, conexiones entre Celdas y puentes.**				
MT 4001	Celda de Línea CGMCOSMOS-L de Ormazabal. Formada por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas SF6. Embarrado de cobre con interruptor seccionador rotativo de 3 posiciones, conectado/seccionado/puesto a tierra • Un = 24 kV • In = 400 A • Icc = 16 kA / 40 kA • Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm • Mando: manual tipo B Celda CLE4 en Planos	u	1	2.393,75	2.393,75
MT 4002	Celda de protección con Interruptor Automático CGMCOSMOS-V, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra. Incluye Interruptor Automático ekorRPG-201A y transformadores de intensidad Celda CPG2 y CPT2 en Planos	u	2	4.269,18	8.538,36
MT 4003	Celda de medida CGMCOSMOS-M, de 24 kV de tensión asignada, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y tres transformadores de tensión y tres de intensidad para la mediad de la energía eléctrica consumida, detallados en Memoria Descriptiva. Celda CM2 en Planos	u	1,00	2.011,89	2.011,89
MT 4004	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puente entre Celda CPG1 y CM1	m.l	6,00	16,62	99,72

MT 4005	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puente entre Celda CPT2 y TRAFO-C	m.l	12,00	16,62	199,44
MT 4006	Conectores Ormalink para conexión entre las Celdas de Línea, marca Ormazabal	u	6	58,97	353,82
MT 4007	Kit de 3 conectores atornillables Media Tensión marca 3M, modelo 93-EE 9x5-6, tensión asignada 24kV para cables de 150mm²	u	2,00	409,00	818,00
MT 4008	Kit de 3 conectores enchufables Media Tensión marca 3M, modelo 93-EE 8x5-2, tensión asignada 24kV para cables de 95mm²	u	2,00	213,11	426,22
MT 4009	Transformador trifásico de 400kVA de potencia. Reductor de tensión con neutro y conexión Dyn11 de la marca Ormazabal. Tensión primario: 20kV Tensión secundario en vacío: 420V Regulación: +/- 5% y +/- 2,5% Se incluye protección con Termómetro	u	1,00	8.800,00	8.800,00
MT 4010	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre Transformador y Cuadro de Baja Tensión	m.l	15,00	9,46	141,90
MT 4011	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre Transformador y Cuadro de Baja Tensión	m.l	15,00	9,46	141,90
MT 4012	Conductor unipolar de 150mm² de sección para neutro, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC	m.l	5,00	5,94	29,70
MT 4013	Cuadro de Baja Tensión CBTG 1600A AC4 con bases BTVC para fusibles de 400A de intensidad nominal de la marca STUK.	u	1,00	2.180,75	2.180,75
MT 4014	Fusibles tipo gG de tamaño NH-2 de 315A de intensidad nominal y 120kA de poder de corte. Marca SIBA	u	6,00	11,05	66,30
MO 4001	Oficial 1ª electricista	h	40	15,49	619,60
MO 4002	Ayudante electricista	h	40	14,50	580,00

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 005	**Instalación eléctrica y de la Aparamenta del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS. Instalación de Celda de línea, de medida, protección general y protección del transformador. Realización de puentes, conexiones entre Celdas y puentes.**				
MT 5001	Celda de Línea CGMCOSMOS-L de Ormazabal. Formada por módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas SF6. Embarrado de cobre con interruptor seccionador rotativo de 3 posiciones, conectado/seccionado/puesto a tierra Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Mando: manual tipo B Celda CLE5 y CLS3 en Planos	u	1	2.393,75	2.393,75
MT 5002	Celda de protección con fusible CGMCOSMOS-P motorizada, de 24 kV de tensión asignada, 400 A de intensidad nominal, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados. Celda CPT3 y CPT4 en Planos	u	2	4.575,00	9.150,00
	Fusibles de Cartucho marca SIBA de tensión nominal 20kV e intensidad nominal 32A y poder de corte de 63kA	u	6	36,18	217,08
MT 5003	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puente entre Celda CPT3 y TRAFO-V1	m.l.	9	16,62	149,58
MT 5004	Conductor unipolar de 95 mm², HERSATENE RHZ1-OL H-16, General Cable. Tensión asignada 12/20kV de Al, con aislamiento de XLPE) y cubierta de Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Puente entre Celda CPT4 y TRAFO-V2	m.l.	9	16,62	149,58
MT 5005	Conectores Ormalink para conexión entre las Celdas de Línea, marca Ormazabal	u	9	58,97	530,73
MT 5006	Kit de 3 conectores enchufables Media Tensión marca 3M, modelo 93-EE 8x5-2, tensión asignada 24kV para cables de 95mm²	u	4,00	213,11	852,44
MT 5007	Transformador trifásico de 400kVA de potencia. Reductor de tensión con neutro y conexión Dyn11 de la marca Ormazabal. Tensión primario: 20kV Tensión secundario en vacío: 420V Regulación: +/- 5% y +/- 2,5% Se incluye protección con Termómetro	u	2,00	8.800,00	17.600,00
MT 5008	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre Transformador TRAFO-V1 e interruptor Automático de Baja Tensión Puentes entre Interruptor Automático de Baja Tensión y embarrado	m.l	15,00	9,46	141,90

MT 5009	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre Transformador TRAFO-V1 e interruptor Automático de Baja Tensión Puentes entre Interruptor Automático de Baja Tensión y embarrado	m.l	15,00	9,46	141,90
MT 5010	Conductor unipolar de 150mm² de sección para neutro, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC	m.l	5	5,94	29,70
MT 5011	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre Transformador TRAFO-V2 e interruptor Automático de Baja Tensión Puentes entre Interruptor Automático de Baja Tensión y embarrado	m.l	15,00	9,46	141,90
MT 5012	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre Transformador TRAFO-V2 e interruptor Automático de Baja Tensión Puentes entre Interruptor Automático de Baja Tensión y embarrado	m.l	15,00	9,46	141,90
MT 5013	Conductor unipolar de 150mm² de sección para neutro, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC	m.l	5	5,94	29,70
MT 5014	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC. Puentes entre embarrado y cuadro de Baja Tensión	m.l	24	9,46	227,04
MT 5015	Conductor unipolar de 150mm² de sección para neutro, ENERGY TRI-AL RVZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC Puente entre embarrado y cuadro de Baja Tensión	m.l	18	5,94	106,92
MT 5016	Cuadro de Baja Tensión CBGT 1600 4/8 con bases BTVC para fusibles de 400A de intensidad nominal de la marca STUK.	u	1,00	2.922,30	2.922,30
MT 5017	Fusibles tipo gG de tamaño NH-2 de 315A de intensidad nominal y 120kA de poder de corte. Marca SIBA	u	15,00	11,05	165,75
MO 5001	Oficial 1ª electricista	h	80	15,49	1.239,20
MO 5002	Ayudante electricista	h	80	14,50	1.160,00

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 006	**Instalación de los equipos de Automatización del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS. Relés Programables, Interruptores Automáticos de Baja Tensión, cuadro para Automatización con embarrado, Analizador de Redes, cableado y canalizaciones**				
MT 6001	Interruptor Automático NSX 630A de la marca Schneider Electric de tensión asignada 400V e intensidad nominal de 400A con poder de corte de 150kA. Incluye mando motorizado. Ref. fabricante: LV432835	u	2	1.191,20	2.382,40
MT 6002	Terminales para conductores 240mm2, conexiones a Interruptor Automático	u	6	36,79	220,73
MT 6003	Analizador de Red Power Logic PM820 con Pantalla LCD de la marca Schneider.	u	1	1.018,00	1.018,00
MT 6004	Transformadores de intensidad de CARRIL DIN 1250/5 ABERTURA 65x32mm	u	3	45,87	137,61
MT 6005	Relé Programable Zelio Logic II M 16E/10R 24AC RELOJ PANTALLA Ref. fabricante: SR3B261B	u	2	294,79	589,58
MT 6006	Transformador de tensión 230/24Vac, potencia de 100kVA	u	1	60,29	60,29
MT 6007	Armario modelo Prisma Plus Sistema P de la marca Schneider Electric con capacidad para 4000A y accesorios de montaje y conexión	u	1	1534,535	1.534,54
MT 6008	Cable de 1,5 mm² de sección de tensión asignada 450/750V unipolar con conductor de cobre flexible, clase 5, y aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) para conexiones de Automatización	m.l.	30	0,83	24,90
MO 6001	Oficial 1ª electricista	h	24	15,49	371,76
MO 6002	Ayudante electricista	h	24	14,50	348,00

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 007	**Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C1, A1C1, A1C2, A1C3**				
MT 7001	Armario de distribución urbana marca STUK, modelo ADU 4/400 4 Bases Tripolares Verticales Cerradas (en adelante BTVC) de corte en carga de 400A. Bases de Tamaño 2 (NH2).	u	1	1435,75	1.435,75
MT 7002	Conjunto de distribución marca Cahors modelo CS-250/400E con bases para fusibles unipolares cerradas (BUC). Bases Tamaño 1 (NH1) Tipo SP en planos	u	5	485,15	2.425,75
MT 7003	Conjunto de distribución marca Cahros modelo CPD400 constituido por una envolvente y barras para las conexiones mediante terminales. Tipo SS en planos	u	13	372,2	4.838,60
MT 7004	Arqueta prefabricada Tipo A1, Prensagra Prefabricados	u	18	119,07	2.143,26
MT 7005	Arqueta prefabricada Tipo A2, Prensagra Prefabricados	u	11	150,07	1.650,77
MT 7006	Tapa de arqueta Tipo A1, Fundición dúctil Benito	u	18	154,00	2.772,00
MT 7007	Tapa de arqueta Tipo A2, Fundición dúctil Benito	u	11	185,38	2.039,18
MT 7008	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	516	9,46	4.881,36
MT 7009	Conductor unipolar de 150mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	798	5,94	4.740,12
MT 7010	Conductor unipolar de 95mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	237	3,92	929,04
MT 7011	Conductor unipolar de 50mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	792	3,50	2.772,00
MT 7012	Conductor unipolar de 25mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	324	2,35	761,40
MT 7013	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 160A y poder de corte de 120kA	u	5,62	18	101,16
MT 7014	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,71	3	14,13
MT 7015	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,81	6	28,86
MT 7016	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 63A y poder de corte de 120kA	u	4,78	9	43,02

MT 7017	Tubo curvable marca Tupersa, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m.l.	888	7,65	6.793,20
MT 7018	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	40	9,38	375,20
MT 7019	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	40	3,54	141,60
MT 8020	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	h	10	40,59	405,90
MO 7001	Oficial 1ª construcción.	h	80	14,98	1.198,40
MO 7002	Peón ordinario construcción.	h	80	14,25	1.140,00
MO 7003	Oficial 1ª electricista.	h	40	15,49	619,60
MO 7004	Ayudante electricista.	h	40	14,51	580,40

Código	**Concepto**	**Unidad de medida**	**Unidades**	**Precio Unitario [€]**	**Precio Total [€]**
UO 008	**Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C2, A2C1, A2C2, A2C3**				
MT 8001	Armario de distribución urbana marca STUK, modelo ADU 4/400 4 Bases Tripolares Verticales Cerradas (en adelante BTVC) de corte en carga de 400A. Bases de Tamaño 2 (NH2).	u	1	1435,75	1.435,75
MT 8002	Conjunto de distribución marca Cahors modelo CS-250/400E con bases para fusibles unipolares cerradas (BUC). Bases Tamaño 1 (NH1) Tipo SP en planos	u	5	485,15	2.425,75
MT 8003	Conjunto de distribución marca Cahros modelo CPD400 constituido por una envolvente y barras para las conexiones mediante terminales. Tipo SS en planos	u	12	372,2	4.466,40
MT 8004	Arqueta prefabricada Tipo A1, Prensagra Prefabricados	u	17	119,07	2.024,19
MT 8005	Arqueta prefabricada Tipo A2, Prensagra Prefabricados	u	6	150,07	900,42
MT 8006	Tapa de arqueta Tipo A1, Fundición dúctil Benito	u	17	154,00	2.618,00
MT 8007	Tapa de arqueta Tipo A2, Fundición dúctil Benito	u	6	185,38	1.112,28
MT 8008	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	534	9,46	5.051,64
MT 8009	Conductor unipolar de 150mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	523	5,94	3.106,62

MT 8010	Conductor unipolar de 95mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	480	3,92	1.881,60
MT 8011	Conductor unipolar de 50mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	687	3,50	2.404,50
MT 8012	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 160A y poder de corte de 120kA	u	5,62	3	16,86
MT 8013	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,71	6	28,26
MT 8014	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,81	6	28,86
MT 8015	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 63A y poder de corte de 120kA	u	4,78	9	43,02
MT 8016	Tubo curvable marca Tupersa, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m.l.	641	7,65	4.903,65
MT 8017	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	40	9,38	375,20
MT 8018	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	40	3,54	141,60
MT 8019	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	h	10	40,59	405,90
MO 8001	Oficial 1ª construcción.	h	80	14,98	1.198,40
MO 8002	Peón ordinario construcción.	h	80	14,25	1.140,00
MO 8003	Oficial 1ª electricista.	h	40	15,49	619,60
MO 8004	Ayudante electricista.	h	40	14,51	580,40

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 009	**Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C3, A3C1, A3C2**				
MT 9001	Armario de distribución urbana marca STUK, modelo ADU 4/400 4 Bases Tripolares Verticales Cerradas (en adelante BTVC) de corte en carga de 400A. Bases de Tamaño 2 (NH2).	u	1	1435,75	1.435,75
MT 9002	Conjunto de distribución marca Cahors modelo CS-250/400E con bases para fusibles unipolares cerradas (BUC). Bases Tamaño 1 (NH1) Tipo SP en planos	u	5	485,15	2.425,75
MT 9003	Conjunto de distribución marca Cahros modelo CPD400 constituido por una envolvente y barras para las conexiones mediante terminales. Tipo SS en planos	u	10	372,2	3.722,00
MT 9004	Conjunto de distribución marca Cahros modelo DSPD 400 con cambio de sección del conductor protegida con BUC para fusibles tamaño NH2. Tipo SD en planos	u	2	466,87	933,74
MT 9005	Arqueta prefabricada Tipo A1, Prensagra Prefabricados	u	17	119,07	2.024,19
MT 9006	Arqueta prefabricada Tipo A2, Prensagra Prefabricados	u	3	150,07	450,21
MT 9007	Tapa de arqueta Tipo A1, Fundición dúctil Benito	u	17	154,00	2.618,00
MT 9008	Tapa de arqueta Tipo A2, Fundición dúctil Benito	u	3	185,38	556,14
MT 9009	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	147	9,46	1.390,62
MT 9010	Conductor unipolar de 150mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	565,11	5,94	3.356,75
MT 9011	Conductor unipolar de 50mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	1069,44	3,50	3.743,04
MT 9012	Conductor unipolar de 25mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	398,46	2,35	936,38
MT 9013	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 200A y poder de corte de 120kA	u	7,26	6	43,56
MT 9014	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,71	6	28,26
MT 9015	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,81	6	28,86
MT 9016	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 63A y poder de corte de 120kA	u	4,78	6	28,68

MT 9017	Tubo curvable marca Tupersa, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m.l.	704,1	7,65	5.386,37
MT 9018	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	40	9,38	375,20
MT 9019	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	40	3,54	141,60
MT 9020	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	h	10	40,59	405,90
MO 9001	Oficial 1ª construcción.	h	80	14,98	1.198,40
MO 9002	Peón ordinario construcción.	h	80	14,25	1.140,00
MO 9003	Oficial 1ª electricista.	h	40	15,49	619,60
MO 9004	Ayudante electricista.	h	40	14,51	580,40

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 010	**Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos:** **C4, A4C1, A4C2, A4C3**				
MT 10001	Armario de distribución urbana marca STUK, modelo ADU 4/400 4 Bases Tripolares Verticales Cerradas (en adelante BTVC) de corte en carga de 400A. Bases de Tamaño 2 (NH2).	u	1	1435,75	1.435,75
MT 10002	Conjunto de distribución marca Cahors modelo CS-250/400E con bases para fusibles unipolares cerradas (BUC). Bases Tamaño 1 (NH1) Tipo SP en planos	u	6	485,15	2.910,90
MT 10003	Conjunto de distribución marca Cahros modelo CPD400 constituido por una envolvente y barras para las conexiones mediante terminales. Tipo SS en planos	u	10	372,2	3.722,00
MT 10004	Conjunto de distribución marca Cahros modelo DSPD 400 con cambio de sección del conductor protegida con BUC para fusibles tamaño NH2. Tipo SD en planos	u	2	466,87	933,74
MT 10005	Arqueta prefabricada Tipo A1, Prensagra Prefabricados	u	25	119,07	2.976,75
MT 10006	Arqueta prefabricada Tipo A2, Prensagra Prefabricados	u	4	150,07	600,28
MT 10007	Tapa de arqueta Tipo A1, Fundición dúctil Benito	u	25	154,00	3.850,00
MT 10008	Tapa de arqueta Tipo A2, Fundición dúctil Benito	u	4	185,38	741,52
MT 10009	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	998	9,46	9.441,08
MT 10010	Conductor unipolar de 150mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	845	5,94	5.019,30

MT 10011	Conductor unipolar de 50mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	201	3,50	703,50
MT 10012	Conductor unipolar de 25mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	204	2,35	479,40
MT 10013	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 160A y poder de corte de 120kA	u	5,62	9	50,58
MT 10014	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,81	3	14,43
MT 10015	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 63A y poder de corte de 120kA	u	4,78	18	86,04
MT 10016	Tubo curvable marca Tupersa, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m.l.	959	7,65	7.336,35
MT 10017	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	30	9,38	281,40
MT 10018	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	30	3,54	106,20
MT 10019	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	h	8	40,59	324,72
MO 10001	Oficial 1ª construcción.	h	80	14,98	1.198,40
MO 10002	Peón ordinario construcción.	h	80	14,25	1.140,00
MO 10003	Oficial 1ª electricista.	h	40	15,49	619,60
MO 10004	Ayudante electricista.	h	40	14,51	580,40

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 011	**Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C5, A5C1, A5C2, A5C3**				
MT 11001	Armario de distribución urbana marca STUK, modelo ADU 4/400 4 Bases Tripolares Verticales Cerradas (en adelante BTVC) de corte en carga de 400A. Bases de Tamaño 2 (NH2).	u	1	1435,75	1.435,75
MT 11002	Conjunto de distribución marca Cahors modelo CS-250/400E con bases para fusibles unipolares cerradas (BUC). Bases Tamaño 1 (NH1) Tipo SP en planos	u	5	485,15	2.425,75
MT 11003	Conjunto de distribución marca Cahros modelo CPD400 constituido por una envolvente y barras para las conexiones mediante terminales. Tipo SS en planos	u	13	372,2	4.838,60
MT 11004	Conjunto de distribución marca Cahros modelo DSPD 400 con cambio de sección del conductor protegida con BUC para fusibles tamaño NH2. Tipo SD en planos	u	4	466,87	1.867,48
MT 11005	Arqueta prefabricada Tipo A1, Prensagra Prefabricados	u	28	119,07	3.333,96
MT 11006	Arqueta prefabricada Tipo A2, Prensagra Prefabricados	u	4	150,07	600,28
MT 11007	Tapa de arqueta Tipo A1, Fundición dúctil Benito	u	28	154,00	4.312,00
MT 11008	Tapa de arqueta Tipo A2, Fundición dúctil Benito	u	4	185,38	741,52
MT 11009	Conductor unipolar de 240mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	1270	9,46	12.014,20
MT 11010	Conductor unipolar de 150mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	1104	5,94	6.557,76
MT 11011	Conductor unipolar de 50mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	468	3,50	1.638,00
MT 11012	Conductor unipolar de 25mm² de sección para fases, ENERGY TRI-AL AR2VZ-AL de General Cable. Aluminio clase 2 con aislamiento de XLPE y cubierta exterior de PVC.	m.l.	441	2,35	1.036,35
MT 11013	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 200A y poder de corte de 120kA	u	7,26	3	21,78
MT 11014	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 160A y poder de corte de 120kA	u	5,62	3	16,86
MT 11015	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH2 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,71	3	14,13
MT 11016	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 100A y poder de corte de 120kA	u	4,81	6	28,86
MT 11017	Fusible marca SIBA tipo gG de tamaño NH1 de intensidad nominal 63A y poder de corte de 120kA	u	4,78	24	114,72

MT 11018	Tubo curvable marca Tupersa, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, con grado de protección IP 549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m.l.	1234	7,65	9.440,10
MT 11019	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	10	9,38	93,80
MT 11020	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	30	3,54	106,20
MT 11021	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	h	8	40,59	324,72
MO 11001	Oficial 1ª construcción.	h	80	14,98	1.198,40
MO 11002	Peón ordinario construcción.	h	80	14,25	1.140,00
MO 11003	Oficial 1ª electricista.	h	40	15,49	619,60
MO 11004	Ayudante electricista.		40	14,51	580,40

2 Presupuesto de ejecución material

A continuación encontramos el presupuesto de ejecución material en el que se recogen las unidades de obra valoradas económicamente.

Código	Concepto	Unidad de medida	Unidades	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
UO 001	Red de Media Tensión. Realización de zanjas para tubos de 200mm². Instalación de conductores de 150mm² bajo tubo, colocación de arquetas Tipo A1, A2 y B2 y conectores atornillables en los conductores.	u	1	23.967,66	23.967,66
UO 002	Instalación eléctrica y de Aparamenta del Centro de Entrega. Instalación de Celdas de Línea, realización de puentes y conexiones	u	1	18.799,10	18.799,10
UO 003	Instalación eléctrica y de la Aparamenta del Centro de Transformación CT-HOTEL. Instalación de Celda de línea, de medida, protección general y protección del transformador. Realización de puentes, conexiones entre Celdas y puentes.	u	1	26.351,30	26.351,30
UO 004	Instalación eléctrica y de la Aparamenta del Centro de Transformación CT-CULTURAL. Instalación de Celda de línea, de medida, protección general y protección del transformador. Realización de puentes, conexiones entre Celdas y puentes.	u	1	27.401,35	27.401,35
UO 005	Instalación eléctrica y de la Aparamenta del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS. Instalación de Celda de línea, de medida, protección general y protección del transformador. Realización de puentes, conexiones entre Celdas y puentes.	u	1	37.491,37	37.491,37

UO 006	Instalación de los equipos de Automatización del Centro de Transformación CT-VIVIENDAS. Relés Programables, Interruptores Automáticos de Baja Tensión, cuadro para Automatización con embarrado, Analizador de Redes, cableado y canalizaciones	u	1	6.687,81	6.687,81
UO 007	Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C1, A1C1, A1C2, A1C3	u	1	42.830,70	42.830,70
UO 008	Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C2, A2C1, A2C2, A2C3	u	1	36.908,90	36.908,90
UO 009	Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C3, A3C1, A3C2	u	1	33.569,40	33.569,40
UO 010	Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C4, A4C1, A4C2, A4C3	u	1	44.552,34	44.552,34
UO 011	Red de distribución de Baja Tensión de Viviendas, instalación de conductores, canalizaciones, zanjas, arquetas, tapas de arquetas, armarios y conjuntos de distribución pertenecientes a los circuitos: C5, A5C1, A5C2, A5C3	u	1	54.501,22	54.501,22
UO 012	Grupo electrógeno fijo insonorizado sobre bancada de funcionamiento automático, trifásico de 230/400 V de tensión, de 200 kVA de potencia, modelo DPAS 200 E LS de la marca "GESAN", compuesto por alternador LEROY SOMER y motor diesel Perkins de 1500 r.p.m. refrigerado por agua, con silenciador y depósito de combustible; cuadro eléctrico de control; y cuadro de conmutación con conmutadores de accionamiento motorizado calibrados a 400 A. Incluye montaje	u	1	31.510	31.510
Presupuesto de ejecución material					**384.571,14**

El total del presupuesto de ejecución material es de 384.571,14 €, trescientos ochenta y cuatro mil quinientos setenta y un euros con catorce céntimos.

3 Resumen del presupuesto

Presupuesto de ejecución material……	384.571,14 **€**
16 % gastos generales……	61531,38 €
6% beneficio industrial……	23074,27 €
Presupuesto de ejecución por contrata……..	469.176,80 €
I.G.I.C7%.....	32842,37 €
TOTAL PRESUPUESTO……..	**502.019,17 €**

El presupuesto de Trabajo de Fin de Grado “Red Eléctrica en Media y Baja Tensión de una Urbanización con mejoras de la eficiencia y servicios” asciende a la cantidad de:

QUINIENTOS DOS MIL DIECINUEVE EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA
CIVIL E INDUSTRIAL

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

8. Conclusión

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO

RED ELÉCTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN CON MEJORAS DE LA EFICIENCIA Y SERVICIOS

AUTOR

Luis Daniel González Benítez

TUTOR

Germán Carlos González Rodríguez

Conclusión

Tras finalizar este Trabajo de Fin de Grado, en el que se han proyectado soluciones para obtener un suministro eléctrico más eficiente y de mayor calidad para los usuarios, así como soluciones para implantar los sistemas eléctricos en la Urbanización causando el menor impacto visual a la misma, podemos obtener una serie de conclusiones finales acerca de los sistemas eléctricos actuales y las posibilidades de mejorarlos

Implantar en un Centro de Transformación un sistema de automatización como el descrito, y conmutar el funcionamiento de dos transformadores conectados en paralelo en función de la demanda de potencia, permite ahorrar una cantidad de energía que actualmente se pierde en todos los Centros de Transformación. Un transformador eléctrico de potencia refrigerado por aceite es una máquina eléctrica que ofrece una alta eficiencia, por lo que las pérdidas de potencia ahorradas de dos transformadores conmutando frente a un transformador de mayores dimensiones que satisfaga la demanda directamente, no supone un gran ahorro económico directo, pues la automatización y compra de dos transformadores tiene un coste mayor que la instalación de un solo transformador. Pero por otro lado, con la automatización, se consigue que los transformadores permanezcan desconectados durante periodos de tiempo considerables, con lo que se logrará aumentar la vida útil de los mismos y de ésta forma se obtendrá un ahorro económico a largo plazo. Además, a los transformadores se les realiza mantenimientos periódicos que suponen la desconexión de los mismos, esto lleva aparejado dejar sin suministro a los usuarios, por lo que con el sistema adoptado en la propuesta técnica se podrá realizar mantenimientos conservando el suministro a los usuarios.

Teniendo en cuenta que la Urbanización se planteó con un carácter lujoso, se partía con el objetivo de dar un suministro de calidad minimizando los cortes eléctricos. Los cortes debidos a mantenimientos se han mitigado con la automatización, y por otro lado, para los cortes debidos a averías en la Red Eléctrica se adoptado instalar un suministro de reemplazamiento mediante grupo electrógeno con una red de distribución paralela a la del suministro principal. Dicha medida consideramos que puede ser adoptada en Urbanizaciones de características similares a la contemplada en el Proyecto o en aquellas en las que la continuidad del suministro sea vital para ciertos usos, o también se podría adoptar en

pequeños núcleos de población en los que disponiendo de una pequeña potencia de reserva proporcionada por un grupo electrógeno, cuando fallase el suministro de la red, permitiría dar continuidad a alguna de las actividades de las viviendas.

Otro de los objetivos que se pretendía con este Trabajo de Fin de Grado era realizar una Red Eléctrica en baja tensión con las cargas máximamente equilibradas. Para ello, se realizó un equilibro de cargas con la totalidad de las viviendas unifamiliares asignándole a cada vivienda la fase que le corresponde. Dicho proceso supuso un trabajo meticuloso y laborioso frente otros métodos que se suelen emplear para calcular las redes de distribución, pero aportó una determinación exacta de cómo deben quedar conectadas las viviendas, no dando posibilidad a que el sistema tenga desequilibrios no contemplados en el diseño.

Finalmente, reseñaremos algunos aspectos desde el punto de vista personal del alumno, pues la realización del Trabajo de Fin de Grado ha aportado multitud de nuevos conocimientos y reforzado los ya adquiridos a lo largo de la titulación. Al tratarse de un Trabajo de Fin de Grado que parte de una Red en Media Tensión hasta el suministro a los usuarios en Baja Tensión, abarcamos diferentes instalaciones, reglamentos, normativas y métodos que hasta ahora no se conocían y los cuales han aportado unos conocimientos y experiencias importantes de cara al futuro desarrollo profesional.

Conclusions

After having finished this Project, where several solutions to get a more efficient and better quality electric supply to the clients have been arisen, together with the solutions to implant the electrical systems in the residential area trying to minimize the visual impact to it, we can obtain a number of final conclusions regarding the electrical system and the future possibilities regarding an improvement.

Implanting a system of automation, such as the one described, within the transformation centre and commuting the actual way of working of the two transformers connected in parallel taking into account the power demand allows saving a quantity of energy which is lost nowadays in all transformation centres. An electric power transformer refrigerated by oil is an electrical machine which offers a high efficiency level and thus , the

losing of power regarding the power which are now saved by using these two transformers commuting in front of a bigger dimension transformer satisfies directly the actual demand ,does not means a great economical direct saving due to the fact that there is the purchasing of these two transformers and their installation it has a bigger economical expense than that of a unique transformer. On the other hand, by using this automation there are longer periods where the transformers will be unplugged and thus their usage life will be longer and the economical saving will be that of a longer period in time. If we take into account that the transformers undergo maintenance regularly this fact will suppose that there will be power cuttings which will inevitably affect the clients due to their disconnection. By that means the new system adopted in this technical proposal will grant maintenance without affecting the service to the clients.

Having into account that the urbanization was planned as a luxury one, the main idea was to give a quality supply reducing the level of power cuttings. By using the automation those cuttings related to maintenance have been mitigated whereas those cuttings produced by failures in the electrical system have been also reduced by using a replacing supply by means of a power system group. We consider that this could be adopted in any urbanization with similar characteristics to the one we have analyzed in this project or in those where the continuity in the supply of power is vital to certain usages. It could also be used in small population nucleus in which a power system could give supply of energy if there was a failure in the electric network, providing by this use a granted continuity in the service to some of the activities in the houses.

One of the aims of this Project was to make a Low electrical grid with the charges balanced maximally. So it was made an equilibrium regarding all the charges in all the houses giving each building the corresponding phase. Such aspect implies an elaborated and hardworking process if we compare to other methods used to calculate distribution grid, however it will grant an exact determination of the proper connection among the houses and thus there is no way of any disequilibrium regarding the actual design.

In conclusion we have to bear in mind certain aspects seen from the student point of view due to the fact that the Final Grade Project has given a wide knowledge with new perspectives and reinforcement in those already acquired throughout the years of this Grade. As the project deals with a Final Grade Project which starts from a Medium voltage grid which goes as far as the Low voltage system users we have covered different system facilities,

normative, methods which were not known previously and thus have granted new knowledge and important experience regarding the future professional development.