

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

[ INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA URBANIZACIÓN  
DE 150 VIVIENDAS Y ALUMBRADO EXTERIOR  
PÚBLICO SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
BENIDOLEIG EN LA PROVINCIA DE ALICANTE ]

[Trabajo Fin de Grado]

[Grado en Ingeniería Eléctrica]

**Autor:** [Raúl Ruiz-Orejón Durá]

**Tutor:** [José Manuel Díez Aznar]

**Curso:** [2017-2018]

## Resumen

---

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) describe las instalaciones eléctricas necesarias para realizar el suministro eléctrico, a nivel de Media Tensión (MT), Baja Tensión (BT) y Centros de Transformación (CT) tanto de las 150 viviendas que se encuentra en la urbanización "El Seguíli" así como del alumbrado público.

El documento se compondrá de los estudios, descripciones, justificaciones, cálculos, presupuestos, planos y pliego de condiciones, para la posterior construcción y montaje de las instalaciones.

Las instalaciones que se van a proyectar son:

- Línea subterránea de MT (20KV).
- Transformador de 630 KVA.
- Red de distribución en Baja Tensión.
- Alumbrado público.

### **ABSTRACT**

*The undertaken capstone project describes the electrical facilities necessary to carry out electrical power, at the level of medium voltage, low voltage and power transformer station of 150 houses located in the urbanization "El Seguíli" as well as street lighting.*

*The document will provide studies, descriptions, justifications, estimates, budgets, built plans and specification, for subsequent construction and Assembly of the installations.*

*The facilities that will be projected are:*

- *Underground line of medium voltage (20KV).*
- *Transformer of 630 KVA.*
- *Low voltage distribution network.*
- *Public lighting.*

## **PALABRAS CLAVE/KEY WORDS**

Instalación eléctrica, proyecto eléctrico, red de distribución de baja tensión, transformadores, alumbrado exterior público...

*Electrical installation, electrical project, transformers, low-voltage distribution network, public lighting...*

## **ÍNDICE**

1. MEMORIA .....	13
1.1. Objeto del proyecto.....	13
1.2. Alcance del proyecto .....	13
1.3. Antecedentes.....	14
1.4. Normas y referencias.....	14
1.5. Descripción general. ....	15
1.5.1. Previsión de potencia. ....	15
1.5.1.1. Generalidades. ....	15
1.5.1.2. Cálculo de la potencia prevista. ....	15
1.5.1.2.1. Potencia prevista de las parcelas. ....	15
1.5.1.2.2. Potencia prevista del Alumbrado público exterior. ....	17
1.5.1.2.3. Demanda de la potencia total instalada. ....	17
1.6. Partes de la instalación.....	18
1.6.1. Línea de Media Tensión (MT). ....	18
1.6.1.1. Características de la línea.....	18
1.6.1.2. Punto de entronque. ....	18
1.6.1.3. Arquetas. ....	19
1.6.1.4. Cables.....	19
1.6.1.5. Intensidades admisibles. ....	19
1.6.2. Centro de transformación. ....	19
1.6.2.1. Objeto del proyecto. ....	19
1.6.2.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales. ....	19
1.6.2.2. Características generales del centro. ....	20

1.6.2.3. Descripción de la instalación.....	21
1.6.2.3.1. Obra civil.....	21
1.6.2.3.1.1. Características del local.....	21
1.6.2.3.1.2. Características del Centro Compacto.....	21
1.6.2.3.2. Instalación eléctrica.....	24
1.6.2.3.2.1. Características de la red de alimentación.....	24
1.6.2.3.2.2. Características eléctricas del Centro Compacto EHA2.....	24
1.6.2.3.2.3. Descripción de los diferentes elementos.....	25
1.6.2.3.3. Medida de la Energía Eléctrica.....	29
1.6.2.3.4. Puesta a Tierra.....	29
1.6.2.3.4.1. Tierra de protección.....	29
1.6.2.3.4.2. Tierra de servicio.....	30
1.6.2.3.4.3. Tierras interiores.....	30
1.6.2.3.5. Instalaciones Secundarias.....	30
1.6.2.3.5.1. Alumbrado.....	30
1.6.2.3.5.2. Otros materiales.....	30
1.6.3. Red Subterránea de baja tensión.....	31
1.6.3.1. Objeto.....	31
1.6.3.2. Descripción general.....	31
1.6.3.3. Empalmes y derivaciones.....	32
1.6.3.4. Zanjas.....	32
1.6.3.5. Líneas a viviendas.....	32
1.6.4. Red de alumbrado público.....	33
1.6.4.1. Descripción.....	33
1.6.4.2. Objeto.....	33
1.6.4.3. Componentes de la instalación.....	34
1.6.4.3.1. Lámparas.....	34
1.6.4.3.2. Equipos auxiliares.....	34
1.6.4.3.3. Luminarias.....	34
1.6.4.3.4. Soportes de las luminarias.....	34
1.6.4.4. Instalación eléctrica.....	35
1.6.4.4.1. Encendido y apagado de la instalación, dispositivo de ahorro de energía.....	35

1.6.4.4.2. Columnas y báculos.....	36
1.6.4.4.3. Conducción subterránea.....	36
1.6.4.4.4. Instalación de puesta a tierra.....	38
2. PLANOS.....	38
3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	38
3.1. Pliego de condiciones generales.....	38
3.1.1. Alcance.....	38
3.1.2. Normas y reglamentos.....	39
3.1.3. Ejecución de las obras.....	39
3.1.3.1. Comienzo.....	39
3.1.3.2. Plazo de ejecución.....	39
3.1.3.3. Libro de órdenes.....	39
3.1.4. Interpretación del Proyecto.....	39
3.1.5. Obligaciones y Responsabilidades del contratista.....	40
3.1.6. Recepción de las Obras.....	40
3.1.6.1. Recepción provisional.....	40
3.1.6.2. Plazo de garantía.....	40
3.1.6.3. Recepción definitiva.....	41
3.1.7. Precauciones a adoptar durante la ejecución de la obras.....	41
3.1.8. Modificaciones del proyecto durante la ejecución del contrato de obras.....	42
3.1.9. Subcontratos.....	42
3.1.10. Plazo de ejecución.....	42
3.1.11. Programa de trabajos.....	43
3.1.12. Terminación de las obras.....	43
3.1.13. Equipo y maquinaria.....	44
3.1.14. Valoración general y liquidación.....	44
3.1.15. Abono de la liquidación y devolución de la fianza.....	45
3.1.16. Ejecución de las obras.....	45
3.1.16.1. Condiciones generales de ejecución.....	45
3.1.16.2. Replanteo general.....	46
3.1.16.3. Facilidades para la inspección.....	47
3.1.16.4. Desvío de servicios.....	47

3.2. Condiciones económicas. ....	47
3.2.1. Condiciones generales. ....	47
3.2.2. Reposición de servicios y obras. ....	48
3.2.3. Llenado de zanjas. ....	48
3.2.4. Medios auxiliares. ....	48
3.2.5. Obra defectuosa o mal ejecutada. ....	48
3.2.6. Demolición y reconstrucción de las obras defectuosas o mal ejecutadas...	49
3.2.7. Obras concluidas e incompletas. ....	49
3.2.8. Mediciones. ....	49
3.2.9. Precios contradictorios. ....	49
3.2.10. Certificaciones. ....	50
3.2.11. Relaciones valoradas. ....	50
3.2.12. Plazo de garantía. ....	51
3.2.13. Recepción provisional de las obras, medición valoración y liquidación final. ....	51
3.2.14. Recepción definitiva. ....	51
3.2.15. Plazo de ejecución. ....	51
3.2.16. Accidentes de trabajo. ....	51
3.2.17. Representación técnica del Contratista en la dirección de las obras. ....	51
3.2.18. Previsión social. ....	51
3.2.19. Condición final. ....	52
3.3. Pliego de condiciones Técnicas. ....	52
3.3.1. Condiciones técnicas que han de cumplir los materiales. ....	52
3.3.1.1. Ensayos y pruebas. ....	52
3.3.1.2. Examen de los materiales. ....	52
3.3.1.3. Materiales que no cumplan las condiciones establecidas. ....	53
3.3.1.4. Materiales no especificados. ....	53
3.3.1.5. Materiales defectuosos pero aceptables. ....	53
3.3.1.6. Responsabilidad del contratista. ....	53
3.3.2. Condiciones técnicas para la red subterránea de Media Tensión. ....	53
3.3.2.1. Objeto. ....	53
3.3.2.2. Ejecución del trabajo. ....	54
3.3.2.3. Zanjas. ....	54

3.3.2.3.1. Trazado.....	54
3.3.2.3.2. Apertura de zanjas. ....	54
3.3.2.3.3. Dimensiones de las zanjas.....	55
3.3.2.3.4. Cruzamientos. ....	55
3.3.2.3.5. Suministro y colocación de protección de arena. ....	56
3.3.2.3.6. Suministro y colocación de rasilla y ladrillo. ....	56
3.3.2.3.7. Señalización de los cables. ....	56
3.3.2.3.8. Cierre y apisonado de zanjas.....	57
3.3.2.4. Rotura de pavimentos.....	57
3.3.2.5. Cruces. ....	57
3.3.2.6. Reposición de pavimentos. ....	58
3.3.2.7. Puesta a tierra. ....	58
3.3.2.8. Recepción de la obra.....	58
3.3.3. Condiciones técnicas para la red subterránea de Baja Tensión.....	59
3.3.3.1. Objeto.....	59
3.3.3.2. Ejecución del trabajo.....	59
3.3.3.3. Zanjas. ....	59
3.3.3.3.1. Trazado.....	59
3.3.3.3.2. Apertura de zanjas. ....	60
3.3.3.3.3. Dimensiones de las zanjas.....	60
3.3.3.3.4. Cruzamientos. ....	60
3.3.3.3.5. Suministro y colocación de protección de arena. ....	61
3.3.3.3.6. Suministro y colocación de rasilla y ladrillo. ....	61
3.3.3.3.7. Señalización de los cables. ....	62
3.3.3.3.8. Cierre y apisonado de zanjas.....	62
3.3.3.4. Rotura de pavimentos.....	62
3.3.3.5. Cruces. ....	63
3.3.3.6. Reposición de pavimentos. ....	63
3.3.3.7. Puesta a tierra. ....	63
3.3.3.8. Armarios de distribución.....	64
3.3.3.9. Recepción de la obra.....	64
3.3.4. Condiciones técnicas del Centro de Transformación.....	64

3.3.4.1. Calidad de los materiales. ....	64
3.3.4.1.1. Obra Civil. ....	64
3.3.4.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.....	65
3.3.4.1.3. Transformadores. ....	67
3.3.4.2. Normas de ejecución de las instalaciones. ....	68
3.3.4.3. Pruebas reglamentarias. ....	68
3.3.4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad. ....	68
3.3.4.5. Certificados y documentación.....	71
3.3.4.6. Libro de órdenes. ....	72
3.3.5. Condiciones técnicas de la red de Alumbrado Exterior Público.....	72
3.3.5.1. Objeto.....	72
3.3.5.2. Materiales. ....	72
3.3.5.2.1. Condiciones de recepción. ....	72
3.3.5.2.2. Conductores. ....	72
3.3.5.2.3. Lámparas. ....	73
3.3.5.2.4. Reactancias y condensadores ....	73
3.3.5.2.5. Soportes. ....	74
3.3.5.2.6. Cuadro de regulación. ....	74
3.3.5.2.7. Luminarias. ....	74
3.3.5.2.8. Caja general de protección. ....	74
3.3.5.2.9. Interruptor horario.....	75
3.3.5.2.10. Protección de bajantes.....	75
3.3.5.3. Zanjas. ....	75
3.3.5.4. Cimentaciones. ....	76
3.3.5.5. Canalizaciones de cables subterráneos.....	77
3.3.5.6. Conexión de los puntos de luz a la red de alumbrado. ....	77
3.3.5.7. Ensayo de la red de alumbrado exterior público. ....	77
3.4. Pliego de Condiciones de funcionamiento y mantenimiento. ....	78
3.4.1. Jurisdicción. ....	78
3.4.2. Reglamento de servicio de centros de transformación. ....	78
3.4.3. Mantenimiento.....	80
3.4.4. Redes Subterráneas.....	81

3.4.4.1. Conducción de Media Tensión subterránea. ....	81
3.4.4.1.2. Conducción de Alumbrado. ....	81
3.4.4.1.3. Arqueta de Alumbrado. ....	81
3.4.4.1.4. Armario de Acometida. ....	81
3.4.5. Alumbrado Exterior Público. ....	81
4. PRESUPUESTO. ....	82
4.1. Presupuesto parcial. ....	82
4.1.1. Línea subterránea de Media Tensión: ....	82
4.1.2. Centro de transformación: ....	83
4.1.3. Red de baja tensión: ....	85
4.1.4. Instalación de Alumbrado exterior público: ....	86
4.2. Presupuesto total. ....	87
5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS. ....	88
5.1. Línea de Media Tensión. ....	88
5.1.1 Tensión de la línea subterránea. ....	88
5.1.2. Cálculo de la línea subterránea de MT. ....	88
5.1.2.1. Intensidad máxima. ....	88
5.1.2.2. Caída de tensión de la línea. ....	90
5.1.2.3. Intensidad máxima de cortocircuito. ....	91
5.2. Centro de Transformación. ....	92
5.2.1. Intensidad de alta tensión. ....	92
5.2.2. Intensidad de baja tensión. ....	92
En un sistema trifásico la intensidad secundaria $I_s$ viene determinada por la expresión: ....	92
5.2.3. Cortocircuitos. ....	93
5.2.3.1. Observaciones. ....	93
5.2.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito. ....	93
5.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión. ....	94
5.2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión. ....	94
5.2.4. Dimensionado del embarrado. ....	94
5.2.4.1. Comprobación por densidad de corriente. ....	94
5.2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica. ....	95
5.2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible. ....	95

5.2.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión. ....	95
5.2.6. Dimensionado de la ventilación del c.t. ....	97
5.2.7. Dimensiones del pozo apagafuegos. ....	97
5.2.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	97
5.2.8.1. Investigación de las características del suelo.....	97
5.2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto. ....	97
5.2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra. ....	98
5.2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras. ....	100
5.2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	101
5.2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación. ....	102
5.2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas. ....	102
5.2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior. ....	103
5.2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo. ....	104
5.3. Instalación de baja tensión.....	104
5.3.1. Previsión de potencia. ....	104
5.3.2. Cálculos Eléctricos de las líneas de distribución.....	107
5.3.2.1. Línea 1. ....	107
5.3.2.2. Línea 2 ....	109
5.3.2.3. Línea 3 ....	112
5.3.2.4. Líneas de distribución de Baja Tensión. ....	116
5.3.3. Cálculo de las protecciones de las líneas de distribución. ....	117
5.4. Instalación del Alumbrado Público Exterior. ....	117
5.4.1. Cálculos eléctricos. ....	117
5.4.1.1. Secciones y protecciones. ....	118
5.4.1.2. Resumen de los cálculos realizados. ....	120
5.4.1.3. Sección de las líneas de mando.....	123
5.4.1.4. Cuadro de mando.....	124
5.4.1.4.1. Caídas de tensión en el cuadro de mando. ....	124
5.4.1.5. Puesta a tierra de las columnas de alumbrado.....	126
6. Estudio Básico de Seguridad y Salud. ....	127
6.1.- Estudio básico de seguridad y salud para líneas de Media y Baja Tensión.....	127

6.1.1.- Objeto.....	127
6.1.2. Campo de aplicación. ....	128
6.1.3. Normativa aplicable.....	128
6.1.4. Metodología y desarrollo del estudio. ....	129
6.1.4.1. Aspectos generales.....	129
6.1.4.2. Identificación de riesgos.....	129
6.1.4.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.....	129
6.1.4.2.2. Medidas preventivas de carácter general.....	130
6.1.4.2.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada edificio.....	131
6.1.4.2.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.....	131
6.1.4.2.3.2. Relleno de tierras. ....	132
6.1.4.2.3.3. Encofrados.....	132
6.1.4.2.3.4. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.....	133
6.1.4.2.3.5. Trabajos de manipulación del hormigón.....	133
6.1.4.2.4. Medidas preventivas para líneas subterráneas de Media y Baja.....	135
Tensión. ....	135
6.1.4.2.4.1. Transporte y acopio de materiales.....	135
6.1.4.2.4.2. Movimiento de tierras, apertura de zanjas y reposición de pavimento. .....	137
6.1.4.2.4.3. Cercanía a las líneas de Alta y Media Tensión. ....	138
6.1.4.2.4.4. Tendido, empalme y terminales de conductores subterráneos. ....	139
6.1.4.3 Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos. ....	139
6.1.4.4. Protecciones.....	140
6.1.4.5. Características generales de la obra. ....	140
6.1.4.6. Riesgos laborales no eliminables completamente.....	141
6.1.5. Conclusión. ....	143
6.1.6. Anexos. ....	143
6.1.6.1. Anexo 1: Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones.....	143
6.1.6.3. Anexo 3: Instalación/Retirada de equipos de medida en Baja Tensión, sin tensión.....	144
6.1.6.4. Anexo 4: Instalaciones de telecomunicaciones asociadas a las instalaciones eléctricas subterráneas. ....	145

6.1.6.5. Anexo 5: Trabajos en tensión.....	146
6.2. Estudio básico de seguridad y salud para Centros de Transformación compactos y prefabricados. ....	149
6.2.1. Objeto. ....	149
6.2.2. Características de la obra. ....	149
6.2.2.1. Suministros de energía eléctrica. ....	149
6.2.2.2. Suministro de agua potable. ....	150
6.2.2.3. Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos. ....	150
6.2.2.4. Interferencias y servicios afectados. ....	150
6.2.3. Memoria. ....	150
6.2.3.1. Obra civil.....	150
6.2.3.1.1. Movimiento de tierras y cimentaciones. ....	150
6.2.3.1.2. Estructura. ....	151
6.2.3.1.3. Cerramientos.....	152
6.2.3.2. Montaje.....	153
6.2.3.2.2. Montaje de celdas prefabricadas o apartamenta, transformadores de potencia y cuadros de Baja Tensión.....	153
6.2.3.2.3. Operaciones de puesta en tensión.....	154
6.2.4. Aspectos generales.....	155
6.2.4.1. Botiquín de obra.....	155
7. BIBLIOGRAFÍA. ....	155

## **1. MEMORIA**

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

El presente Trabajo de Final de Grado (TFG) tiene como objeto la descripción de las instalaciones eléctricas necesarias para realizar el suministro eléctrico, a nivel de Media Tensión (MT), Baja Tensión (BT) y Centros de Transformación (CT) a todas las parcelas y servicios que constituirán la urbanización “El Seguilí” formada por 150 viviendas.

El documento se compondrá de los estudios, descripciones, justificaciones, cálculos, presupuestos, planos y pliego de condiciones, para la posterior construcción y montaje de las instalaciones.

Las instalaciones que se van a proyectar son:

- Línea subterránea de MT.
- Transformador de 630 KVA.
- Red subterránea de Baja Tensión.
- Red de Alumbrado público exterior.

### **1.2. Alcance del proyecto**

Dicho proyecto tiene como objetivo la electrificación urbana de la red de BT de la urbanización “El Seguilí” que se encuentra en el término municipal de Benidoleig.

Para ello será necesario realizar las siguientes obras:

- Realizar el trazado de MT.
- Sustitución de la Línea de MT Subterránea actual. El inicio de dicha Línea se encuentra en una arqueta proyectada donde estará el Punto de Entronque con la Línea de MT.
- Dimensionar y situar el C.T. necesario y sus complementos.
- Trazar la Línea de BT necesaria para abastecer de suministro eléctrico a las diferentes parcelas y al alumbrado público exterior que forma parte de la urbanización.

### **1.3. Antecedentes**

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG), redacta el proyecto de electrificación a consecuencia de la demanda de suministro eléctrico provocada por la urbanización “El Seguilí”.

### **1.4. Normas y referencias.**

Disposiciones legales y normas aplicadas.

En el presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias*”, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto.
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y de garantías de seguridad en Centrales, Subestaciones y Centros de Transformación (Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre de 1982 B.O.E nº 288 de 1 de diciembre de 1982) e instrucciones complementarias.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre que Regula las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real decreto 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITCLAT 01 a 09.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionando que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.

## **1.5. Descripción general.**

### **1.5.1. Previsión de potencia.**

#### **1.5.1.1. Generalidades.**

Para obtener el valor total de la potencia demandada tendremos en cuenta:

- Número de viviendas y grado de electrificación de cada una de ellas atendiendo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y la ITC-BT-10 de interpretación al mismo que regula los coeficientes a adoptar.
- Potencia del alumbrado público exterior según los cálculos realizados cumpliendo con el REBT apartado ITC-BT-09 instalaciones de alumbrado exterior e instrucciones para el alumbrado urbano según el Ayuntamiento de Benidoleig.

#### **1.5.1.2. Cálculo de la potencia prevista.**

##### **1.5.1.2.1. Potencia prevista de las parcelas.**

En este apartado calcularemos las potencias del conjunto de viviendas.

La previsión de potencia para las viviendas irá en función de dos parámetros esenciales que son:

- El grado de electrificación de la vivienda viene clasificado en el punto 2.1 de la ITC-BT-10. En este caso será de electrificación básica, con una potencia mínima a prever por vivienda no inferior a los 5,75 Kw.
- El coeficiente de simultaneidad vendrá determinado en función del número de viviendas alimentadas desde una misma línea del transformador.

Como la urbanización cuenta con 150 viviendas, según el REBT en la Tabla 1. ITC-BT-10 el coeficiente de simultaneidad es:

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

**Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas**

$$\text{Coeficiente de simultaneidad} = 15,3+(n-21)*0,5$$

La potencia prevista en la zona de actuación en función de las viviendas unifamiliares se determina con la siguiente expresión:

$$P_T = X*[15,3+(n-21)*0,5]$$

Siendo:

- X: Potencia prevista por vivienda (5750W).
- N: Número de viviendas unifamiliares (150).

$$P_V = 5750 * [15,3 + (150 - 21) * 0,5] \rightarrow P_T = 458.85 \text{ KW}$$

La carga total prevista para viviendas unifamiliares es aproximadamente de **459 KW**.

#### 1.5.1.2.2. Potencia prevista del Alumbrado público exterior.

Se dispone de un total de 65 luminaria Indalux modelo IVH de 169 W de potencia.

$$p = 65 \text{ lumi.} \times 169 \text{ w} = 10.985 \text{ W}$$

Según el apartado 3. del REBT en el apartado ITC-BT-09 la potencia aparente mínima (VA), se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Además, el factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90.

$$P_c = p * 1,8 \rightarrow P_c = 10.985 * 1,8 = 19.773 \text{ W}$$

#### 1.5.1.2.3. Demanda de la potencia total instalada.

La potencia activa total demandada por nuestra instalación es de:

$$P = P_V + P_C = 459 \text{ Kw} + 19,773 \text{ Kw} = 479 \text{ Kw}$$

La previsión de potencia necesaria para el transformador, es la suma de las potencias aparentes totales de las viviendas unifamiliares y las potencias totales del alumbrado público.

$$P_T = P_V + P_{al}$$

Siendo:

- $P_T$ : Potencia total prevista del transformador (KVA).
- $P_V$ : Potencia total viviendas unifamiliares (KVA).

- $P_{al}$ : Potencia total alumbrado público (KVA).

$$P_V = \sqrt{(459)^2 + [459 \operatorname{tg}(\arccos 0,8)]^2} = 573,75 \text{ KVA}$$

$$P_{al} = \sqrt{(19,73)^2 + [19,73 \operatorname{tg}(\arccos 0,9)]^2} = 21,92 \text{ KVA}$$

$$P_T = P_V + P_{al} \rightarrow P_T = 595,65 \text{ KVA}$$

El transformador a instalar tendrá una potencia de **630 KVA**, situado en el centro de transformación.

## **1.6. Partes de la instalación.**

### **1.6.1. Línea de Media Tensión (MT).**

#### **1.6.1.1. Características de la línea.**

La línea de Media Tensión de este proyecto será de tipo subterránea y parte del punto de entronque de la línea de Media Tensión propiedad de la compañía eléctrica suministradora, que en este caso será Iberdrola.

La línea de media tensión estará sometida a una tensión de 20 KV. Por este motivo, según el RAT (Reglamento de Alta Tensión) la línea es de tercera categoría.

Siendo la potencia a transportar de 630 KVA y la tensión de servicio de 20 KV, la intensidad de corriente con la que se trabajará es de:

$$I_{m\acute{a}x} = 18,19 \text{ A}$$

siendo una intensidad inferior a la intensidad admisible por el cable utilizado.

El tipo de conductor a utilizar es el EPR (Etileno Propileno) de Aluminio, de sección 150 mm<sup>2</sup>.

#### **1.6.1.2. Punto de entronque.**

La unión de la línea subterránea de Media Tensión nueva con la línea subterránea de Media Tensión propiedad de la compañía suministradora se realizará en el punto de entronque y llegará hasta el Centro de Transformación.

Dicha línea subterránea tendrá una longitud aproximada de unos 145 m y su instalación se realizará enterrada bajo tubo.

#### **1.6.1.3. Arquetas.**

Las arquetas de registro irán instaladas a lo largo de toda la canalización de la línea subterránea de Media Tensión en distancias de aproximadamente 40 m, en la derivación al Centro de Transformación y en todos los cambios de dirección.

#### **1.6.1.4. Cables**

Los cables a utilizar serán conductores de aluminio con aislamiento de Etileno propileno (EPR). Tendrán una sección de 150 mm<sup>2</sup>, una tensión nominal de 20 KV y serán capaces de soportar intensidades de 300 A.

#### **1.6.1.5. Intensidades admisibles.**

El Cable utilizado es de aislamiento seco de Etileno propileno y tiene una intensidad admisible de 300 A. Esta intensidad de corriente es mucho más elevada que la intensidad máxima de corriente que circula por la línea trifásica que alimenta al Centro de Transformación, siendo esta de 18,20 A.

### **1.6.2. Centro de transformación.**

#### **1.6.2.1. Objeto del proyecto.**

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión.

##### **1.6.2.1.1. Reglamentación y disposiciones oficiales.**

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014.

- Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.

- Normas UNE/IEC y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

- Normas particulares de IBERDROLA.

-Especificación técnica de Iberdrola NI.50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT".

- Ordenanzas municipales del ayuntamiento correspondiente.

- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

#### **1.6.2.2. Características generales del centro.**

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo compacto, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

La acometida al mismo será subterránea, se alimentará de la red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

#### **\* CARACTERÍSTICAS CELDAS RM6**

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con aparata de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 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

Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

### **1.6.2.3. Descripción de la instalación.**

#### 1.6.2.3.1. Obra civil.

##### 1.6.2.3.1.1. Características del local.

Se trata de un centro de transformación COMPACTO de maniobra exterior modelo EHA-1 ID de Schneider Electric, compuesto por una envolvente de hormigón de reducidas dimensiones en cuyo interior se instala el centro compacto PLT-1 F ID.

El acceso al Centro estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora.

Las características del Centro Compacto se describen a continuación:

##### 1.6.2.3.1.2. Características del Centro Compacto.

El centro está en conformidad con:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- UNE-EN 62271-102 Centros de transformación prefabricados,
- NI 50.40.06 - Centros de transformación compactos.
- NI 50.40.07 - Edificios prefabricados de hormigón para centros de transformación compactos de superficie. Maniobra exterior.

Las características más destacadas del prefabricado compacto serán:

#### \* COMPACIDAD.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Una solución compacta de exterior que, debido a sus reducidas dimensiones, minimiza el impacto medioambiental,
- Calidad en origen,

- Una solución llave en mano,
- Cómoda y fácil instalación sin necesidad de cimentación,
- Posibilidad de posteriores traslados.

**\* FACILIDAD DE INSTALACIÓN.**

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

Para la instalación del conjunto se requerirá realizar previamente una excavación en el terreno de dimensiones:

- longitud frontal (mm):
- entrada/salida de cables por el frontal: 3140 mm,
- entrada/salida de cables por el lateral: añadir 500 mm por el lateral afectado.
- anchura (mm): 3100 mm,
- profundidad total (mm): 940 mm,

en el fondo de la cual se debe disponer de un lecho de arena lavada y nivelada de 150mm de espesor.

El montaje del prefabricado se realiza en fábrica, por lo que en obra se deberá prever:

- El fácil acceso de un camión-grúa de 24 Tm (ancho del camino mayor de 3 metros),
- La zona de ubicación del centro debe estar libre, en sus zonas limítrofes, de obstáculos que impidan las descargas de los materiales y el montaje del centro.

**\* ENVOLVENTE.**

Según la norma UNE-EN 62271-102, la envolvente del centro de transformación compacto EHA-1 ID es de clase 10 para un centro compacto PLT-1 F ID con un transformador de hasta 630 kVA NI 72.30.00.

**\* EQUIPOTENCIALIDAD.**

Envolvente de hormigón armado con una resistencia característica superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup>. La propia armadura de mallazo electrosoldado garantiza una perfecta equipotencialidad.

\* TECHOS.

El techo está estudiado de forma que impide filtraciones y la acumulación de agua, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

\* PAREDES.

El acabado exterior se realiza con un revoco de pintura que ha sido especialmente escogida para integrar el prefabricado en el entorno que lo rodea.

\* PREROTURAS.

Orificios de paso de cables (vista frontal del edificio).

- 9 orificios frontales de 160 mm de diámetro (3 para MT y 6 para BT).
- 2 orificios de 30 mm de diámetro para el paso de cables de tierra.
- 1 orificio de 160 mm de diámetro en cada lateral.

\* PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.

Las rejillas de ventilación están fabricadas en poliéster recubiertas de pintura poliuretano. El grado de protección general es IP23D con malla interior de protección metálica con luz 6x6 mm, e IK10 en protección contra daños mecánicos. El centro está equipado con 4 rejillas, una rejilla superior y otra inferior en cada lateral, de tal manera que se garantiza la ventilación natural de un PLT-1 F ID de 630 kVA.

Existe una puerta de acceso de 1932 mm x 1400 mm (anchura x altura), con dos hojas desiguales (abatibles 180º pudiendo mantenerlas en las posiciones de 90º y 180º con un retenedor metálico en su parte superior) que permiten la cómoda explotación de la apartamentada MT y BT. La hoja del lado derecho (743x1463 mm) permite el acceso al CBT, y una vez abierta, se puede proceder a la apertura de la hoja izquierda (1367x1463 mm) correspondiente a la zona MT. La puerta es de poliéster recubierta de pintura poliuretano. La cerradura es una cerradura Iberdrola NI 50.20.03.

\* CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE.

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del edificio prefabricado. Está diseñada para recoger en su interior el aceite de un transformador 630 kVA de un PLT-1 F ID Schneider Electric sin que éste se derrame por la base.

\* DIMENSIONES.

Dimensiones:

- Longitud exterior entre paredes (mm) = 2140
- Anchura exterior entre paredes (mm) = 2100
- Altura total (mm) = 2290
- Altura vista (mm) = 1750
- Superficie total (m<sup>2</sup>) = 4.5 m<sup>2</sup>
- Peso (Kg) de la envolvente vacía = 4835
- Peso (Kg) de la envolvente + PLT1 630kVA = 7735

1.6.2.3.2. Instalación eléctrica.

1.6.2.3.2.1. Características de la red de alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.6.2.3.2.2. Características eléctricas del Centro Compacto EHA2.

<b>Tensión asignada (kV) 50 Hz:</b>	<b>24 kV</b>
Ensayo de tensión a frecuencia industrial (50 Hz) 1min:	kV ef
Ensayo de tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo 1,2/50 s : cresta	125 kV

<b>Unidad funcional MT de aparamenta MT:</b>	<b>esquema 2L+P (2I+Q)</b>
Intensidad asignada en embarrado y funciones de línea:	400A

Intensidad asignada en la función de protección:	200 A
Intensidad asignada de corta duración admisible (1s):	16 kA ef
Valor de cresta de la intensidad de corta duración admisible:	40 kA cresta.

**Unidad funcional transformador.**

Potencias (kVA):	630kVA
Tensión secundaria:	420 V B2
Grupo de conexión:	Dyn 11
Tensión de cortocircuito:	4%

**Unidad funcional BT de dimensiones reducidas.**

Tensión asignada:	440 V
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial:	10 kV ef.
Tensión soportada asignada con Impulsos tipo rayo 1,2/50 s:	20 kV cresta
Intensidad asignada:	1.000 A
Intensidad asignada de las salidas:	400 A
Número de salidas con bases de 400A:	5
Intensidad de corta duración admisible (1s):	20 kA

1.6.2.3.2.3. Descripción de los diferentes elementos.

**\* TRANSFORMADOR.**

Transformador Schneider Electric de llenado integral en aceite de 630 kVA, conforme al Reglamento Europeo (EU) 548/2014 de ecodiseño de transformadores y a la norma NI 72.30.00, caracterizado por:

- Tensiones primarias y aislamiento:

<b>Tensión de servicio</b>	20 kV
<b>Tensión primaria</b>	20 kV
<b>Tensión de aislamiento</b>	24 kV

- Tensión secundaria (en vacío): 420 V
  - Tensión de aislamiento: 10kV ef - 20 kV cresta.
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Regulación: +-2,5%, +5%, +7,5%, +10%.
  - Tensión de cortocircuito: 4%.
  - Accesorios: termómetro de 2 contactos (alarma y disparo normalmente abiertos)
  - Pérdidas, nivel de potencia acústica y corriente de vacío:
- | P (kVA) | Perd. Vacío | P.carga 75°C | Ruido (dB) |
|---------|-------------|--------------|------------|
| 630     | 1050 W      | 5600 W       | 61         |
- Volumen máximo de aceite: 600 litros
  - Dispositivo de llenado,
  - Dispositivo de vaciado y de toma de muestras,
  - Conmutador de regulación accesible desde el frontal.

Una plataforma metálica y con ruedas integrada en la estructura del transformador hace de soporte de la unidad de aparamenta MT. Esta constituida por perfiles laminados, soldados entre sí, formando un bastidor con la resistencia adecuada para los elementos que tiene que soportar.

La plataforma incluye 4 amortiguadores para la unidad funcional de transformador.

**\* CELDA COMPACTA RM6 TIPO 2L1P**

Está situada sobre la plataforma anteriormente descrita y conectada directamente al transformador.

**\* CELDA DE ENTRADA, SALIDA Y PROTECCIÓN.**

Conjunto Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM6 2IQ (2L+1P), equipado con DOS funciones de línea y UNA función de protección con fusibles, de dimensiones: 1.142 mm de alto (siendo necesarios otros 280 mm adicionales para extracción de fusibles), 1.186 mm de ancho, 710 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre, 24 kV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea y de 200 A en las de protección.

- El interruptor de la función de línea será un interruptor-seccionador de las siguientes características:

Intensidad térmica: 16 kA eficaces.

Poder de cierre: 40 kA cresta.

- La función ruptofusible tendrá las siguientes características:

Poder de corte en cortocircuito: 16 kA eficaces.

Poder de cierre: 40 kA cresta.

El interruptor de la función de protección se equipará con fusibles de baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, de 40 A de intensidad nominal, que provocará la apertura del mismo por fusión de cualquiera de ellos.

El conjunto compacto incorporará:

- Seccionador de puesta a tierra en SF6.

- Palanca de maniobra.

- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones, tanto en las de línea como en las de protección.

- 3 lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.

- Bobina de apertura a emisión de tensión de 220 V c.a. en las funciones de protección.

- Pasatapas de tipo roscados de 400 A M16 en las funciones de línea.

- Pasatapas de tipo liso de 200 A en las funciones de protección.

- Cubrebornas metálicos en todas las funciones.

- Manómetro para el control de la presión del gas.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A para las funciones de línea y de tipo liso de 200 A para las funciones de protección, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

- 2 Equipamientos de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400A cada uno.

- Equipamiento de 3 conectores apantallados enchufables rectos lisos 200A.  
No se incluye circuito de disparo (el transformador no lleva termómetro).

#### **\* CUADRO DE BAJA TENSIÓN.**

El CBT es un cuadro de baja tensión basado en la NI 50.44.02 concebido y dimensionado para ser instalado en centros de transformación compactos tipo PLT-1. El cuadro de baja tensión está constituido por un bastidor metálico sobre el que se montan las distintas unidades funcionales:

- **Unidad funcional de embarrado.**

Constituida por tres barras horizontales de fase y una de neutro, encargadas de distribuir la energía eléctrica procedente de la unidad de acometida.

Estas barras están diseñadas para permitir la instalación (en fase R) de un transformador (TI) de barra pasante (incluido en el suministro) y la conexión de los cables que vienen del transformador. Características del transformador: 100/5A 15VA CL.0.5.

La conexión del CBT con el transformador se realizará con cables por la parte posterior del CBT.

- **Unidad funcional de protección.**

Está constituida por un sistema de protección con 5 bases tripolares verticales, de apertura unipolar en carga tipo BTVC-2 de 400A.

- **Unidad funcional de control:**

Es una caja de material aislante que incluye el montaje y conexionado de los siguientes elementos:

- Interruptor magnetotérmico II 6 A/20kA (curva C)
- Interruptor diferencial IV 25 A 30 mA.
- Base de enchufe bipolar 10A.
- Cable aislado 4 mm<sup>2</sup> Cu exento de halógenos.

·1 amperímetro-maxímetro escala 120%

#### **\* INTERCONEXIONES A.T.**

Los cables de entrada y salida de las funciones de línea (I) con los terminales enchufables correspondientes no forman parte de este proyecto.

En la plataforma se incluye la interconexión entre la función de protección (Q) de la celda RM6 y el transformador con:

- Cable de 1x50 mm<sup>2</sup> AL unipolar seco tipo HEPRZ1 (etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina).
- Terminales enchufables acodados 200A (para función Q)
- Terminales enchufables acodados 200A (lado transformador).

#### **\* INTERCONEXIÓN B.T.**

La interconexión entre los pasatapas BT del transformador y el Cuadro BT se realiza en función de la potencia con:

- 630 kVA: cable unipolar seco de 240 mm<sup>2</sup> Al (2 por fase / 1 por neutro) con aislamiento reticulado tipo RVK tipo RV 0,6/1kV.

Estos cables disponen en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-240/12 (NI 58.20.72).

El cable de salida del CBT no forma parte del alcance del presente proyecto.

##### 1.6.2.3.3. Medida de la Energía Eléctrica.

No se instalará ningún equipo de medida.

##### 1.6.2.3.4. Puesta a Tierra.

###### 1.6.2.3.4.1. Tierra de protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

#### 1.6.2.3.4.2. Tierra de servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

#### 1.6.2.3.4.3. Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujección y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

#### 1.6.2.3.5. Instalaciones Secundarias.

##### 1.6.2.3.5.1. Alumbrado

Un punto de luz de 100W situado sobre el CBT.

##### 1.6.2.3.5.2. Otros materiales.

- Cajón para la información propia del centro.
- Palanca RM6.

### **1.6.3. Red Subterránea de baja tensión**

#### **1.6.3.1. Objeto.**

Como objeto tenemos la proyección de la red subterránea de energía eléctrica de Baja Tensión.

En este apartado no se tendrá en cuenta el alumbrado público exterior, ya que se trabajará en el próximo apartado.

#### **1.6.3.2. Descripción general.**

Del cuadro de baja tensión situado en el Centro de Transformación partirá la red de distribución de baja tensión.

El tipo de red con la que se trabajará será trifásico con neutro.

Esta instalación estará dividida en 4 circuitos, tres de ellos destinados a alimentar sus respectivas viviendas, siendo en total 150 viviendas a alimentar, y el cuarto circuito se encargará de alimentar la red de alumbrado público exterior, compuesta por 65 luminarias.

Los conductores irán bajo tubo de PVC de 140 mm de diámetro, serán unipolares, de aluminio, de 1 KV de tensión nominal y aislamiento de polietileno reticulado.

Las secciones escogidas corresponden a las normalizadas por el REBT en la instrucción ITC-BT-07 en la tabla 4.

Tabla 4. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio en instalación enterrada (servicio permanente)

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

### 1.6.3.3. Empalmes y derivaciones.

Los empalmes y las derivaciones entre conductores siempre se efectúan siempre mediante manguitos metálicos

### 1.6.3.4. Zanjas.

Las zanjas se realizarán mediante la maquinaria adecuada, dejando el fondo de la zanja nivelado.

Una vez nivelado el fondo de la zanja se procederá con el rellenado de esta con hormigón de masa, echando una capa que sobrepase 6 cm por encima de los tubos de distribución.

### 1.6.3.5. Líneas a viviendas.

De acuerdo a la vigente legislación, las secciones de los conductores se han determinado realizando los cálculos oportunos. Para ello se han comprobado las caídas de tensión más desfavorables, así como las intensidades máximas.

El grado de electrificación de cada una las viviendas es de electrificación tipo básico, con una potencia por parcela de 5,75 KW.

Los conductores que se emplearán serán de 95 mm<sup>2</sup> para el primer circuito que alimenta a 44 viviendas y de 150 mm<sup>2</sup> para el segundo y tercer circuito que alimentan un total de 54 viviendas el segundo circuito y 52 viviendas el tercer circuito.

Los conductores serán de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado enterrado bajo tubo.

Como los conductores van enterrado bajo tubo, se ha corregido el valor de la intensidad máxima admisible. Según el REBT instrucción ITC-BT-07 para cables unipolares de Aluminio en instalación enterrada con aislamiento 1 KV, el valor de la intensidad máxima admisible será:

Sección mm <sup>2</sup>	Int. Admisible (A)	Int. Corregida (A)
95	260	208
150	330	264

#### **1.6.4. Red de alumbrado público.**

##### **1.6.4.1. Descripción.**

A partir del cuadro de mandos situado junto al centro de transformación se alimenta toda la instalación de alumbrado exterior público.

La red de alumbrado exterior público está compuesta de cuatro circuitos que se extienden a lo largo de las calles de la urbanización "El Seguilí".

##### **1.6.4.2. Objeto.**

El objeto principal consiste en describir la potencia a instalar, los tipos de luminarias a utilizar, así como su distribución a lo largo de la urbanización.

En conclusión, el objetivo principal es proporcionar unos niveles de iluminación adecuados a toda la urbanización, tanto en los espacios ajardinados como en las vías públicas (aceras y calles de tráfico) en los momentos más carentes de luz natural.

### **1.6.4.3. Componentes de la instalación.**

#### **1.6.4.3.1. Lámparas.**

Tanto para las calles destinadas al tráfico de vehículos como para las zonas ajardinadas se utilizarán las mismas lámparas.

Las lámparas seleccionadas son las Luminarias Indalux modelo IVH con 15000 lúmenes y 169 w de descarga de vapor de sodio de alta presión.

#### **1.6.4.3.2. Equipos auxiliares.**

Las lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz.

La lámpara de vapor de sodio a alta presión necesitan una tensión muy elevada para su arranque.

El equipo auxiliar lo forman un balastro y un arrancador que puede ser externo o incorporado y conectado en serie o semiparalelo, y para corregir el factor de potencia se conecta en condensador en paralelo.

#### **1.6.4.3.3. Luminarias.**

Según el REBT apartado ITC-BT-09 las luminarias serán de Clase I, y deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> en cobre.

En toda la urbanización se ha instalado un tipo de luminaria:

Se utilizaran luminarias de tipo Indalux modelo IVH, montada en un báculo de 6 m de altura y con un brazo de 1.5 m con disposición unilateral.

#### **1.6.4.3.4. Soportes de las luminarias.**

Los soportes de las luminarias están compuestas por báculos de 6 m de altura y un brazo de 1.5 m con disposición unilateral, siempre cumpliendo con las condiciones eléctricas exigidas por el REBT.

El tipo de soporte utilizado cumple tanto en las condiciones eléctricas como mecánicas con los requerimientos exigidos por el REBT en su instrucción ITC-BT-09 en el apartado 6.

**Tabla 1. Características de las columnas adoptadas.**

<b>Altura</b>	6m
<b>Diámetro de la base</b>	400mm
<b>Diámetro de la punta</b>	60mm
<b>Altura de la puerta de registro (b)</b>	550mm
<b>Altura de la puerta de registro (p)</b>	300mm
<b>Espesor (e)</b>	10mm
<b>Separación entre pernos (f)</b>	300mm
<b>Lado de la base (g)</b>	400
<b>Nervios (v)</b>	500mm <sup>4</sup>
<b>Pernos (o)</b>	M-22
<b>Longitud de los pernos (h)</b>	600mm
<b>conicidad</b>	13%

#### **1.6.4.4. Instalación eléctrica.**

1.6.4.4.1. Encendido y apagado de la instalación, dispositivo de ahorro de energía.

Mediante las células fotoeléctricas se realizará el apagado y encendido de la instalación.

Se instalará un dispositivo de ahorro de energía basado en la reducción de la iluminación en cada uno de los puntos de luz constituyentes de la instalación cuando las condiciones climatológicas lo permitan.

Con este sistema de ahorro partimos de dos niveles de iluminación proporcionando las siguientes ventajas; tener una instalación que funcione a pleno rendimiento en las horas carentes de luz o tener una instalación que aplique un ahorro de energía proporcionando unos niveles de luz inferiores en el momento que lo crea oportuno (en los niveles de iluminación de luz natural medios).

#### 1.6.4.4.2. Columnas y báculos.

Según el apartado 6.2 de la instrucción ITC-BT-09 del REBT, la instalación eléctrica de las columnas tendrá una sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup> de cobre.

#### 1.6.4.4.3. Conducción subterránea.

Según la instrucción ITC-BT-06 del REBT, se emplearán los sistemas y materiales de las redes subterráneas de distribución.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público, y en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente bajo las aceras.

Al ir directamente enterrados la profundidad no será menor de 0,60 m en acera, ni de 0,80 m en calzada.

El lecho de la zanja será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.

En el mismo se dispondrá de una capa de arena de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable.

Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor.

Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos, etc.

Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión, y su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.

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

Según la instrucción ITC-BT-21, las conexiones se realizarán en el interior de las cajas de empalme o derivación.

La caída de entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de vivienda, del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos, valores fijados según las instrucciones del ITC-BT-17.

La intensidad máxima admisible de corriente no deberá ser superior a la intensidad máxima admisible del conductor.

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, los conductores serán de cobre, de sección mínima  $2,5 \text{ mm}^2$  y de tensión asignada 0.6/1 KV, para la alimentación del punto de luz según el REBT en la instrucción ITC-BT-09, y en su interior no existirán empalmes.

Para la alimentación de la Red de Alumbrado Público exterior, se constituirán un total de 4 circuitos:

- El **circuito 1** se distribuye por la calle I y por la calle IV.
- El **circuito 2** se distribuye por la calle II y por la calle V.
- El **circuito 3** se distribuye por la calle II y por la calle III.
- El **circuito 4** se distribuye por las calles VI y VII además de la alimentación del parque.

Estos circuitos serán abastecidos por el Centro de Transformación.

Para el cálculo de las líneas se utilizará una sección de  $6 \text{ mm}^2$  y se ha comprobado que la suma de las caídas de tensión no sobrepasen lo establecido por el REBT, que según la ITC-BT-19 nos indica que es del 3%.

#### 1.6.4.4.4. Instalación de puesta a tierra.

Según las instrucciones del REBT apartado ITC-BT-09 punto 10, la puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

La unión de las columnas con las picas de tierra se hará con un conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección mínima, formando parte de la propia red de tierra e irán por fuera de la canalización de los cables de alimentación.

## **2. PLANOS**

En el documento adjunto (ANEXOS).

## **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **3.1. Pliego de condiciones generales.**

#### **3.1.1. Alcance.**

El presente pliego de condiciones define al contratista las condiciones mínimas aceptables para realizar las obras objeto de este proyecto:

- Línea subterránea de Media Tensión (MT).
- Línea subterránea de Baja Tensión (BT).
- Centro de Transformación (CT).
- Red de Alumbrado exterior público.

así como el suministro e instalación de los materiales necesarios para el montaje de dichas instalaciones.

### **3.1.2. Normas y reglamentos.**

Normas y reglamentos en la que nos hemos basado para la realización de este proyecto:

- ✚ Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.
- ✚ Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión.
- ✚ Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- ✚ Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos.
- ✚ Normas UNE, DIN, UNESA, UEFE.

### **3.1.3. Ejecución de las obras.**

#### **3.1.3.1. Comienzo.**

El contratista dará comienzo a la obra en la fecha y plazos que se especifiquen en el contrato establecido.

#### **3.1.3.2. Plazo de ejecución**

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato establecido o bien lo que figure en las condiciones de este pliego de condiciones.

#### **3.1.3.3. Libro de órdenes.**

En él se escribirán las órdenes, instrucciones y comunicaciones oportunas que el Técnico Director estime darle al contratista, siempre autorizándolas con su firma.

El contratista también podrá hacer uso de dicho libro para cuestionar dudas, problemas... al Técnico Director, siempre autorizándolas con su firma.

#### **3.1.4. Interpretación del Proyecto.**

El Técnico Director es el encargado de las interpretaciones técnicas de los documentos del proyecto, y en todo momento el contratista está obligado a procesar a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra.

### **3.1.5. Obligaciones y Responsabilidades del contratista.**

- Cumplir con las disposiciones vigentes en materia laboral de seguridad social e higiene en el trabajo.
- Será responsable de los perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización de las obras insuficiente o defectuosa.
- El contratista deberá obtener los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras.
- El contratista está obligado a realizar una buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

### **3.1.6. Recepción de las Obras.**

#### **3.1.6.1. Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras, se procederá al reconocimiento de las mismas por el Técnico Director, levantando acta del resultado del reconocimiento.

Dicho reconocimiento será firmado por el Técnico Director, el contratista y un representante de la Administración.

Si mediante el reconocimiento de la obra se deduce que está terminada en las condiciones indicadas, se hará constar en acta, dándole por recibida provisionalmente y a partir de este momento de empezará a contar el plazo de garantía.

Si mediante el reconocimiento de la obra se deduce que éstas no están terminadas, se hará constar en acta lo que falte por terminar, fijándose un nuevo plazo de terminación. Esto conllevará a sanciones previstas en el contrato.

#### **3.1.6.2. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando desde la fecha de la recepción provisional.

El contratista durante este período queda al cargo de la conservación de las obras con arreglo a lo previsto en el pliego de prescripciones técnicas.

El contratista será responsables de los daños o deterioros que se puedan producir en la obra durante ese periodo, a excepción de los daños causados a terceros a causa de un mal uso o incumplimiento de sus obligaciones.

### **3.1.6.3. Recepción definitiva.**

Transcurrido el plazo de garantía, se realizará la recepción definitiva de igual forma que la recepción provisional.

Una vez levantadas las actas, la obligación del contratista de conservar y

### **3.1.7. Precauciones a adoptar durante la ejecución de la obras.**

Todas las obras proyectadas deben ejecutarse sin interrumpir el tránsito, proponiendo el Contratista para tal fin, las medidas pertinentes. La ejecución se programará y realizar de tal forma que las molestias que se deriven para las circulaciones sean mínimas.

Cuando tengan que efectuarse modificaciones o reformas de calles, caminos o carreteras, la parte de plataforma por la que se canalice el tráfico ha de conservarse en perfectas condiciones de rodadura. En iguales condiciones deberán conservarse los desvíos precisos. La señalización de las obras durante su ejecución se efectuará de acuerdo con la normativa vigente.

En todo caso el contratista adoptará las medidas necesarias para que la perfecta regulación del tráfico y si las circunstancias lo requieran, el Director de la obra podrá exigir a la contrata la colocación de semáforo.

El Contratista adoptará, asimismo, bajo su entera responsabilidad, todas las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones vigentes referentes al empleo de

explosivos y seguirá las instrucciones complementarias que dicte, a este respecto, el Director de la obra.

El Contratista está obligado a tener vallado el recinto de las obras o lugares de acopios y almacén, así como todo lugar dentro de las obras que por índole constituye un peligro potencial para personas o vehículos a su señalización diurna y nocturna, y sin derecho a percibir cantidad alguna por estos conceptos.

### **3.1.8. Modificaciones del proyecto durante la ejecución del contrato de obras.**

Según lo especificado en el artículo 157 de este reglamento, en caso de modificación por parte de la administración que puedan provocar aumento o reducción de las unidades de obra marcada en el contrato, el contratista no podrá reclamar ninguna indemnización y será de obligado cumplimiento cumplir con estas disposiciones.

Cuando las modificaciones del proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en la contrata o cuyas características difieran substancialmente de ellas, los precios de aplicación a las mismas serán fijados por la Administración a la vista de la propuesta del Director de las obras y de las observaciones del Contratista de esta propuesta en trámite de audiencia. Si éste no aceptase los precios aprobados quedará exonerado de ejecutar las nuevas unidades de obra y la Administración podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado o ejecutarlas directamente.

### **3.1.9. Subcontratos.**

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo, solicitado por escrito, del Director de la obra.

### **3.1.10. Plazo de ejecución.**

El plazo de ejecución de la totalidad de las obras objeto de este proyecto, será el que se fije en el contrato, empezando a contar a partir del día siguiente al levantamiento

del acta de replanteo. Dicho plazo de ejecución incluye el montaje de las instalaciones precisas para la realización de todos los trabajos. Los plazos parciales ajustados al programa de trabajo tienen también la consideración de oficiales y por tanto obligan contractualmente.

#### **3.1.11. Programa de trabajos.**

El contratista someterá el plan de obras que haya previsto al Ingeniero Director para su aprobación, especificando los plazos y fechas de terminación:

- Determinación de los medios necesarios, tales como personal, instalaciones, equipo y materiales con expresión de sus rendimientos medios.
- Valoración mensual de la obra programada sobre la base de las obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y partes o clases de obra a precios unitarios.
- El contratista deberá presentar un programa de trabajos en el que se deberán incluir los siguientes datos:
  - Ordenación en partes o clases de obra de las unidades que integran el proyecto, con expresión del volumen de éstas.
  - Estimación en días calendarios de los plazos de ejecución de las diversas obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y de los de ejecución de las diversas partes u obras.
  - Gráficos de las diversas actividades o trabajos.

#### **3.1.12. Terminación de las obras.**

Una vez terminados los trabajos de ejecución de las obras, se procederá a su limpieza final. Todas las instalaciones, caminos provisionales, depósitos o edificios construidos con carácter temporal deberán ser removidos, quedando los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo ello se efectuará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje circundante. La limpieza final y retirada de instalaciones se consideran incluidas en contrato y por lo tanto, su realización no será objeto de abono directo.

### **3.1.13. Equipo y maquinaria.**

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares que sea preciso para la buena ejecución de aquellas en los plazos parciales y total convenido en el contrato.

En el caso de que para la adjudicación del contrato hubiese sido condición necesaria la aportación por el Contratista de un equipo de maquinaria y medios auxiliares concretos y detallado, el Director exigirá aquella aportación de los mismos términos y detalle que le fijaron en tal ocasión.

Cada elemento de los que constituyen el equipo será reconocido por la dirección, anotándose sus altas y bajas de puesta en obra en el inventario del equipo. Podrá también rechazar cualquier elemento que se considere inadecuado para el trabajo de la obra, con derecho del Contratista a reclamar frente a tal resolución ante la Administración en el plazo de diez días contados a partir de la notificación que se la haga por escrito el Director.

### **3.1.14. Valoración general y liquidación.**

Durante el plazo de garantía se hará la valoración general de la obra ejecutada, de tal forma que quede ultimada para el momento de la recepción definitiva.

Servirán para su valoración las mediciones obtenidas a este objeto directamente de las partes accesibles de las obras y de los croquis, con la conformidad del Contratista, que se deben de haber obtenido de las partes ocultas, como cimientos, etc., antes de que lo estén.

Las cubicaciones así obtenidas se valorarán a los precios contratados o contradictorios aprobados, haciendo las deducciones, a que, por obra defectuosa pero aceptable, hubiese lugar. Por ningún concepto se incluirán en la valoración general precios no aprobados. Tampoco, salvo acuerdo previo en lo acordado, figuran acopios. Al importe así obtenido de la valoración general, se aplicará el cociente de contrata.

El saldo de liquidación se obtendrá restando del importe de la valoración general el de la suma de las certificaciones expedidas, así como cualquier otro cargo que tenga la Administración contra el Contratista.

La liquidación se someterá al contratista para que éste consigne en ella su conformidad.

#### **3.1.15. Abono de la liquidación y devolución de la fianza.**

Una vez recibidas definitivamente las obras y redactada y conformada la liquidación, con saldo a favor del Contratista, se pagará y devolverá la fianza en la forma y plazo que se determine en el contrato.

En el caso de que el saldo de la liquidación resultase en contra del Contratista, responderá la fianza por esta causa, y si con ello no bastase, el Contratista se compromete a saldar la diferencia.

#### **3.1.16. Ejecución de las obras.**

##### **3.1.16.1. Condiciones generales de ejecución.**

El contratista deberá informar con antelación al Ingeniero director el inicio de cualquier trabajo recibiendo una aprobación por parte de este.

Todas las dosificaciones y fórmulas de trabajo a emplear en la obra deberán ser aprobadas, antes de su empleo, por el Ingeniero Director, quien podrá modificarlos a la vista de los ensayos y pruebas que realicen y de la experiencia obtenida durante la ejecución de los trabajos.

El Contratista someterá a la aprobación del Ingeniero Director el procedimiento de ejecución y de la maquinaria que considere más adecuados, siempre que con ellos se garantice la ejecución de calidad igual o superior a la prevista en el proyecto.

Independientemente de las condiciones particulares o especiales que se exijan en este pliego de condiciones, a los equipos necesarios para ejecutar las obras, todos aquellos equipos que se empleen en la ejecución de las distintas unidades de obra deberán cumplir, en todo caso, las condiciones generales siguientes:

- ✚ Deberán estar disponibles con suficiente antelación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y aprobados por el Ingeniero Director en todos sus aspectos, incluso el de su potencia y capacidad, que deberá ser adecuada al volumen de obra a efectuar en el plazo programado.
- ✚ Después de aprobado un equipo por el Ingeniero Director, deberá mantenerse en todo momento en condiciones satisfactorias, haciéndose las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.

Si durante la ejecución de las obras se observase que por cambio de las condiciones de trabajo, por cualquier otro motivo el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuesto, deberán ser sustituidos por otros que lo sean.

El Ingeniero Director juzgará sobre la idoneidad y capacidad técnica del equipo humano dispuesto por el Contratista para la ejecución de las obras. En cualquier caso podrá exigir una determinada titulación a las personas que se encuentran al frente de los trabajos.

#### **3.1.16.2. Replanteo general.**

El replanteo y comprobación general del proyecto se comprobará por el Ingeniero Director o persona en quien delegue y deberá ser presenciado por el Contratista o persona que lo represente fehacientemente. Se efectuará dejando sobre el terreno

señales o referencias que tengan suficientes garantías de permanencia para que, durante la ejecución, pueda fijarse con relación en ellas la situación en planta, y altura de cualquier elemento o partes de las obras.

#### **3.1.16.3. Facilidades para la inspección.**

El Contratista facilitará al Ingeniero Director, a sus subalternos a sus agentes delegados, toda clases de facilidades, para hacer las comprobaciones reconocimientos y control de calidad necesarios para el cumplimiento de las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, permitiéndoles el acceso a todas las partes de la obra, incluso a las fábricas o talleres donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

#### **3.1.16.4. Desvío de servicios.**

El contratista antes de comenzar las obras, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones afectadas, considerando la mejor forma de ejecutarlas los trabajos para no dañarlos y señalando que en último extremo, considera necesario modificar.

Si el Director de la obra se muestra conforme, solicitará de las empresas y organismos correspondientes la modificación de estas instalaciones, abonándose mediante factura los trabajos que sean precisos realizar. No obstante, con el fin de acelerar las obras, las entidades interesadas recaban la colaboración del Contratista, éste deberá prestar ayuda necesaria.

### **3.2. Condiciones económicas.**

#### **3.2.1. Condiciones generales.**

Los precios que se deberán abonar son los establecidos en el presupuesto de la Memoria.

Los precios siempre incluirán el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Los precios también llevarán incluidos los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas y toda clase de operaciones directas o incidentales necesarias para dejar las unidades de obra terminadas con arreglo a condiciones específicas en el presente Pliego de Condiciones.

### **3.2.2. Reposición de servicios y obras.**

El Contratista estará obligado a ejecutar la reposición de todos los servicios y obras preexistentes, siéndole únicamente de abono a los precios contratados los que, a juicio del Director de Obra, sean consecuencia obligada de la ejecución del Proyecto.

Irán a cargo del contratista todas las roturas, averías o reparaciones que puedan surgir en los diversos servicios públicos o particulares.

### **3.2.3. Llenado de zanjas.**

El contratista no podrá proceder al rellenado de las zanjas así como de las obras que queden al descubierto sin la autorización del Director de Obra o subalternos en quien delegue.

Si Contratista procede ha dicho rellenado sin la debida autorización, el Director de Obra podrá ordenarle el nuevo descubrimiento de la obra oculta para su revisión y medición, siendo todos los gastos que originen de cuenta del Contratista.

### **3.2.4. Medios auxiliares.**

Las hormigoneras, andamios, máquinas, herramientas, etc. así como las averías o accidentes que puedan surgir correrán a cargo del contratista, estando el importe de los medios auxiliares comprendidos en los precios del presupuesto del proyecto.

### **3.2.5. Obra defectuosa o mal ejecutada.**

Correrá a cargo del contratista todas las obras defectuosas o mal ejecutadas que consten en el contrato, quedando exento cuando la obra defectuosa o mal ejecutada sea consecuencia de una orden de la Administración o Servicio del Proyecto.

### **3.2.6. Demolición y reconstrucción de las obras defectuosas o mal ejecutadas.**

En caso de demolición o reconstrucción de una obra mal ejecutada, correrá a cargo del contratista los gastos de esa operación.

En el caso de ordenarse la demolición y reconstrucción de unidades de obra por creer existentes en ellas vicios o defectos ocultos, los gastos también incumbirán al Contratista, si resulta comprobada la existencia real de aquellos vicios o defectos; por el contrario correrán a cargo de la Administración.

### **3.3.7. Obras concluidas e incompletas.**

Las obras concluidas con sujeción a las condiciones del contrato, se abonarán con arreglo a los precios del cuadro correspondientes del presupuesto.

Cuando por consecuencia de resolución de contrato o por cualquier otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del cuadro correspondiente del presupuesto, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

### **3.3.8. Mediciones.**

Las mediciones de las unidades de obra se realizarán mensualmente por la dirección.

El Contratista o su delegado podrán presenciar la medición de tales mediciones. Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista o delegado.

### **3.2.9. Precios contradictorios.**

Cuando se juzgue necesario emplear o ejecutar unidades de obra que no figuren en el Presupuesto del Proyecto del contrato, la propuesta del Director sobre los nuevos

precios a fijar se basará en cuanto resulte de aplicación, en los costes elementales fijados en la descomposición de los precios unitarios integrados en el contrato y, en cualquier caso en los costes que correspondiesen a la fecha en que tuvo lugar la licitación del mismo.

Los nuevos precios, una vez aprobados por la Administración, se considerarán incorporados a todos los efectos a los cuadros de precios del Proyecto que sirvió de base para el contrato, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 150 del Reglamento General de Contratación.

#### **3.2.10. Certificaciones.**

Las certificaciones se expedirán tomando como base la relación valorada y se tramitarán por el Director en los siguientes diez días del periodo

#### **3.2.11. Relaciones valoradas.**

La Dirección, tomando como base las mediciones de las unidades de obra ejecutada que se refieren los artículos anteriores y los precios contratados, redactará mensualmente la correspondiente relación valorada al origen.

La obra ejecutada se valorará a los precios de ejecución del material que figuren en letra en el cuadro de precios unitarios del proyecto para cada unidad de obra y a los precios de las nuevas unidades de obra no previstas en el contrato que haya sido debidamente autorizado y teniendo en cuenta lo prevenido en el presente Pliego de Condiciones para abono de obras defectuosas, materiales acopiados y partidas alzadas.

Al resultado de la valoración, obtenido en la forma expresada en el párrafo anterior, se le aumentarán los porcentajes adoptados para formar el presupuesto de contrata y la cifra que resulte se multiplicará por el coeficiente de adjudicación, obteniendo así la relación valorada mensual.

#### **3.2.12. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía será de 1 año y correrán a cuenta del contratista las reparaciones que puedan surgir durante la contrata así como la conservación de las obras, siempre cumpliendo lo dispuesto en el pliego de cláusulas administrativas generales.

#### **3.2.13. Recepción provisional de las obras, medición valoración y liquidación final.**

La recepción provisional de las obras, valoración total y liquidación final, serán efectuadas a lo prevenido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

#### **3.2.14. Recepción definitiva.**

La recepción definitiva de las obras se efectuará después de terminado el plazo de garantía, en la forma y condiciones señaladas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

#### **3.2.15. Plazo de ejecución.**

El plazo de ejecución de las obras será el que se fije en el contrato a contar en el momento en que el Contratista reciba la notificación de iniciarlas.

#### **3.2.16. Accidentes de trabajo.**

Correrán a cargo del contratista todos los accidentes producidos durante el contrato firmado, siempre intentado garantizar la seguridad de los obreros y la buena marcha de las obras.

#### **3.2.17. Representación técnica del Contratista en la dirección de las obras.**

Las obras serán dirigidas por el contratista o representante del Contratista con residencia en la Comunidad Valenciana y con categoría técnica de al menos Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

#### **3.2.18. Previsión social.**

El cumplimiento de las disposiciones vigentes o que se dicten durante la ejecución de las obras, sobre accidentes, subsidio familiar y otras de carácter social, que tengan

vigencia en el momento de la adjudicación de las obras, aunque no estén previstas en la fijación de los precios base asignados a este proyecto serán responsabilidad del contratista.

#### **3.2.19. Condición final.**

Será de obligado cumplimiento cuanto se dispone en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

### **3.3. Pliego de condiciones Técnicas.**

#### **3.3.1. Condiciones técnicas que han de cumplir los materiales.**

##### **3.3.1.1. Ensayos y pruebas.**

Las pruebas y ensayos a los que se someterán los materiales se realizarán de la forma y en la frecuencia que se indica en este Pliego de Condiciones o, siguiendo las normas del Ingeniero Director.

Será obligación del Contratista avisar al Ingeniero Director con antelación suficiente del acopio de los materiales que pretende utilizar en la ejecución de las obras, para que puedan ser realizados a tiempo los ensayos oportunos.

Los costes de los ensayos correrán a cuenta del contratista.

Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados o no probados por el Director, podrá ser considerado como defectuoso.

##### **3.3.1.2. Examen de los materiales.**

Los materiales antes de procederlos en obra, deberán ser examinados por el Director de la obra o por la persona en quien delegue.

La aceptación inicial de los materiales no excluye el que posteriormente puedan ser rechazados total o parcialmente por no cumplir las características previstas, al realizar los ensayos correspondientes.

#### **3.3.1.3. Materiales que no cumplan las condiciones establecidas.**

Cuando los materiales no reúnan las condiciones establecidas en el artículo anterior, o se demuestre que no son adecuados para el objeto a que se les destina, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que reúnan o que sirvan para el uso que se han de aplicar. Todo material que haya sido rechazado será retirado de la obra inmediatamente, salvo autorización expresa del Director.

#### **3.3.1.4. Materiales no especificados.**

Los materiales que sin especificar en el presente Pliego de Condiciones, hayan de ser utilizados en la obra, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por el Ingeniero Director de la obra, que podrá rechazarlos sino reuniesen, a su juicio, las condiciones exigidas para conseguir debidamente el objeto que motiva su empleo.

#### **3.3.1.5. Materiales defectuosos pero aceptables.**

Si los materiales fueran defectuosos pero aceptables, a juicio del Ingeniero Director, se podrán aplicar con la rebaja en el precio que repercutirá sobre la unidad de obra que contradictoriamente se determine.

En caso de no llegar a un acuerdo, el Contratista no tendrá otra opción que la de sustituir a su costa los materiales defectuosos, por otros con arreglo a condiciones.

#### **3.3.1.6. Responsabilidad del contratista.**

La admisión de los materiales no se excluye la responsabilidad del Contratista por la calidad de los mismos, que subsistirá hasta la recepción definitiva de las obras.

### **3.3.2. Condiciones técnicas para la red subterránea de Media Tensión.**

#### **3.3.2.1. Objeto.**

Las condiciones técnicas determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de la instalación de la red subterránea de Media Tensión.

### **3.3.2.2. Ejecución del trabajo.**

El contratista tendrá la responsabilidad de ejecutar los trabajos que deberán realizarse conforme las reglas establecidas.

### **3.3.2.3. Zanjas.**

#### **3.3.2.3.1. Trazado.**

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

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

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

Si ha hubiera posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios de las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar precauciones debidas.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

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

#### **3.3.2.3.2. Apertura de zanjas.**

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se deberá de tener precaución de no tapar con tierra los registros tales como el gas, teléfono, alcantarillas, bocas de incendio, etc.

Siempre que sea posible, se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras a la zanja.

#### 3.3.2.3.3. Dimensiones de las zanjas.

Como mínimo, las dimensiones de las zanjas serán las siguientes:

- Bajo acera: Las canalizaciones de Media Tensión tendrán una profundidad de 80 cm y anchura de 40 cm.
- Bajo calzada: Las canalizaciones de Media Tensión tendrán una profundidad de 100 cm y anchura de 40 cm.

La separación entre los ejes de los cables multipolares o cables unipolares de Media Tensión deberá ser de 20 cm y de 25 cm entre cables de Media y Baja tensión.

Al ser el lecho de arena de 10 cm de espesor, los cables irán como mínimo a una profundidad de 70 cm. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,50 m, deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición y otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo con la aprobación del Director de la Obra.

#### 3.3.2.3.4. Cruzamientos.

Se deberán cumplir los siguientes requisitos cuando en la apertura de zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios:

1º El encargado de la obra será el encargado de avisar a la empresa propiedad de los servicios externos que aparezcan y deberá tomar las medidas necesarias para dejarlos en perfectas condiciones de forma que no sufran ningún deterioro.

2º para evitar que las conexiones como empalmes en derivaciones puedan sufrir, los cables nunca deberán dejarse suspendidos evitando de esta forma que estén en tracción.

3º Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm de los bordes extremos de los soportes de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelcos permanente hacia la zanja.

#### 3.3.2.3.5. Suministro y colocación de protección de arena.

La arena que se utilice para la protección de los cables deberá estar limpia, suelta, áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuera necesario se tamizaría o lavaría hasta tener las condiciones mencionadas.

El cable se situará encima del lecho de la zanja que tendrá una capa de 10 cm de espesor de arena. El cable será cubierto por otra capa de 15 cm de arena. Ambas capas de arena, ocuparán la anchura total de la zanja.

#### 3.3.2.3.6. Suministro y colocación de rasilla y ladrillo.

Se colocará una capa protectora de rasillas o ladrillos de 25 cm de anchura por encima de la segunda capa de arena cuando se trata de proteger un sólo cable, y por cada cable añadido, la anchura se incrementará en 12,5 cm.

Los ladrillos o rasillas estarán fabricados con barro fino y presentarán caras planas con estrías.

#### 3.3.2.3.7. Señalización de los cables.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalizado por una cinta de atención normalizada.

Se colocará a la distancia que se indique en los planos de zanjas.

Cuando los cables o conjunto de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, se colocará una cinta encima de cada uno de ellos.

#### 3.3.2.3.8. Cierre y apisonado de zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación, los 20 primeros centímetros se apisonará de forma manual estando exento de piedras y cascotes, y para el resto, es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 centímetros de espesor, las cuales serán regadas, apisonadas y compactadas por medios mecánicos, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación.

#### **3.3.2.4. Rotura de pavimentos.**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Además de estas disposiciones, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La rotura del pavimento deberá hacerse con una tajadora, dejando el corte limpio.
- Las piedras, adoquines, losas, bordillos y otros materiales similares, se quitarán con precauciones sin ser dañados para su posterior colocación.

#### **3.3.2.5. Cruces.**

Los cruces de las canalizaciones se arán en los siguientes casos:

- Cruce de caminos, calles o carreteras con tráfico rodado.
- En los lugares donde lo indica el Proyecto o el Director de Obra.
- En las entradas a garajes públicos.

- Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.
- Estos cruces, serán siempre rectos y, en general perpendiculares a la dirección de la calzada, sobresaldrán en la acera hacia el interior, unos 20 cm del bordillo.

#### **3.3.2.6. Reposición de pavimentos.**

Los pavimentos, serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberán lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con losas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc.

En general, serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo y otros similares.

#### **3.3.2.7. Puesta a tierra.**

Las pantallas metálicas de los cables de media tensión se conectarán a tierra en cada una de sus extremos.

#### **3.3.2.8. Recepción de la obra.**

El Técnico Director de la obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones indicadas en este Pliego de Condiciones, ya sea durante la obra o al finalizar la misma.

Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

### **3.3.3. Condiciones técnicas para la red subterránea de Baja Tensión.**

#### **3.3.3.1. Objeto.**

Las condiciones técnicas determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de la instalación de la red subterránea de Baja Tensión.

#### **3.3.3.2. Ejecución del trabajo.**

El contratista tendrá la responsabilidad de ejecutar los trabajos que deberán realizarse conforme las reglas establecidas.

#### **3.3.3.3. Zanjas.**

##### **3.3.3.3.1. Trazado.**

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

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

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

Si ha hubiera posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios de las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar precauciones debidas.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

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

#### 3.3.3.3.2. Apertura de zanjas.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se deberá de tener precaución de no tapar con tierra los registros tales como el gas, teléfono, alcantarillas, bocas de incendio, etc.

Siempre que sea posible, se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras a la zanja.

#### 3.3.3.3.3. Dimensiones de las zanjas.

Como mínimo, las dimensiones de las zanjas serán las siguientes:

- Bajo acera: Las canalizaciones de Media Tensión tendrán una profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm.
- Bajo calzada: Las canalizaciones de Media Tensión tendrán una profundidad de 80 cm y anchura de 40 cm.

La separación entre los ejes de los cables multipolares o cables unipolares de Media Tensión deberá ser de 10 cm y de 25 cm entre cables de Media y Baja tensión.

Al ser el lecho de arena de 10 cm de espesor, los cables irán como mínimo a una profundidad de 70 cm. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,50 m, deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición y otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo con la aprobación del Director de la Obra.

#### 3.3.3.3.4. Cruzamientos.

Se deberán cumplir los siguientes requisitos cuando en la apertura de zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios:

1º El encargado de la obra será el encargado de avisar a la empresa propiedad de los servicios externos que aparezcan y deberá tomar las medidas necesarias para dejarlos en perfectas condiciones de forma que no sufran ningún deterioro.

2º para evitar que las conexiones como empalmes en derivaciones puedan sufrir, los cables nunca deberán dejarse suspendidos evitando de esta forma que estén en tracción.

3º Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm de los bordes extremos de los soportes de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelcos permanente hacia la zanja.

#### 3.3.3.3.5. Suministro y colocación de protección de arena.

La arena que se utilice para la protección de los cables deberá estar limpia, suelta, áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuera necesario se tamizaría o lavaría hasta tener las condiciones mencionadas.

El cable se situará encima del lecho de la zanja que tendrá una capa de 10 cm de espesor de arena. El cable será cubierto por otra capa de 15 cm de arena. Ambas capas de arena, ocuparán la anchura total de la zanja.

#### 3.3.3.3.6. Suministro y colocación de rasilla y ladrillo.

Se colocará una capa protectora de rasillas o ladrillos de 25 cm de anchura por encima de la segunda capa de arena cuando se trata de proteger un sólo cable, y por cada cable añadido, la anchura se incrementará en 12,5 cm.

Los ladrillos o rasillas estarán fabricados con barro fino y presentarán caras planas con estrías.

#### 3.3.3.3.7. Señalización de los cables.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalizado por una cinta de atención normalizada.

Se colocará a la distancia que se indique en los planos de zanjas.

Cuando los cables o conjunto de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, se colocará una cinta encima de cada uno de ellos.

#### 3.3.3.3.8. Cierre y apisonado de zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación, los 20 primeros centímetros se apisonará de forma manual estando exento de piedras y cascotes, y para el resto, es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 centímetros de espesor, las cuales serán regadas, apisonadas y compactadas por medios mecánicos, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación.

#### **3.3.3.4. Rotura de pavimentos.**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Además de estas disposiciones, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La rotura del pavimento deberá hacerse con una tajadora, dejando el corte limpio.
- Las piedras, adoquines, losas, bordillos y otros materiales similares, se quitarán con precauciones sin ser dañados para su posterior colocación.

### **3.3.3.5. Cruces.**

Los cruces de las canalizaciones se arán en los siguientes casos:

- Cruce de caminos, calles o carreteras con tráfico rodado.
- En los lugares donde lo indica el Proyecto o el Director de Obra.
- En las entradas a garajes públicos.
- Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes para tener toda la zanja a la vez dispuesta para el tendido del cable.
- Estos cruces, serán siempre rectos y, en general perpendiculares a la dirección de la calzada, sobresaldrán en la acera hacia el interior, unos 20 cm del bordillo.

### **3.3.3.6. Reposición de pavimentos.**

Los pavimentos, serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberán lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con losas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc.

En general, serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo y otros similares.

### **3.3.3.7. Puesta a tierra.**

El conductor neutro de la red se conectará a tierra en el mismo electrodo de la instalación de puesta a tierra de los herrajes del centro de transformación.

El conductor neutro de cala línea se conectará a tierra en los armarios de distribución a lo largo de toda la red.

La conexión a tierra de los otros puntos de la red, se realizará mediante picas cilíndricas de 2 m, de material acero-cobre, conectadas con cables desnudos de cobre de 50 mm<sup>2</sup>.

#### **3.3.3.8. Armarios de distribución.**

Tendrán como mínimo una altura de 15 cm sobre el nivel del suelo, dejando los tubos y taladros necesarios para el posterior tendido de los cables.

#### **3.3.3.9. Recepción de la obra.**

El Técnico Director de la obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones indicadas en este Pliego de Condiciones, ya sea durante la obra o al finalizar la misma.

Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

### **3.3.4. Condiciones técnicas del Centro de Transformación.**

#### **3.3.4.1. Calidad de los materiales.**

##### **3.3.4.1.1. Obra Civil.**

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo EHA1-ID.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

De acuerdo con el Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las

conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

#### 3.3.4.1.2. Aparamenta de Alta Tensión.

La aparamenta de A.T. estará constituida por conjuntos compactos serie RM6 de Schneider Electric, equipados con dicha aparamenta, 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

#### \* 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 rellena 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.

**\* CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.**

- Tensión nominal	24 kV.
- Nivel de aislamiento:	
a) a la frecuencia industrial de 50 Hz	50 kV ef.1min.
B) a impulsos tipo rayo	125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea	400 A.
- Intensidad nominal otras funciones	200 A.
- Intensidad de corta duración admisible	16 kA ef. 1s.

**\* INTERRUPTORES.**

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra 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 al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

En servicio, se deberán cumplir las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal sobre transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 30 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16

kA.

\* CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. 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.

#### 3.3.4.1.3. Transformadores.

El transformador a instalar será trifásico, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

#### **3.3.4.2. Normas de ejecución de las instalaciones.**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, 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 en particular las de IBERDROLA.

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.

#### **3.3.4.3. 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.

#### **3.3.4.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, 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.

\* PREVENCIÓNES 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, aunque se esté aislado.

6)- Todas las maniobras se efectuarán colóndose 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.

\* PUESTA EN SERVICIO.

8)- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9)- 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.

\* SEPARACIÓN DE SERVICIO.

10)- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11)- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13)- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad

personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

\* PREVENCIÓNES ESPECIALES.

14)- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite éster vegetal) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16)- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

#### **3.3.4.5. Certificados y documentación.**

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

#### **3.3.4.6. Libro de órdenes.**

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

#### **3.3.5. Condiciones técnicas de la red de Alumbrado Exterior Público.**

##### **3.3.5.1. Objeto.**

Las condiciones técnicas determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de la instalación de la red de Alumbrado Exterior Público.

Las obras a realizar se ajustarán a la normativa de aplicación especificada en esta Memoria. Serán llevadas a cabo por el contratista bajo vigilancia y supervisión del personal técnico, de la compañía eléctrica suministradora y del Técnico Director.

##### **3.3.5.2. Materiales.**

###### **3.3.5.2.1. Condiciones de recepción.**

Todos los materiales que se empleen, especificados o no en este Pliego de Condiciones, deberán ser de primera calidad.

Antes de comenzar los trabajos, el Contratista estará obligado a presentar al Dirección técnica todos los datos; catálogos, cartas, muestras o informes que por éste le sean solicitados con objeto de poder comprobar la calidad de los referidos materiales y observar si cumplen las condiciones especificadas en este Pliego.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica. Aún después de colocados, si no cumplen con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, serán reemplazados por otros que cumplan las calidades exigidas.

###### **3.3.5.2.2. Conductores.**

Los conductores tendrán las características que se especifican en la Memoria.

Todos los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0.6/1 KV.

El contratista informará por escrito a la Dirección Técnica, el nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la Dirección Técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un Laboratorio Oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

#### 3.3.5.2.3. Lámparas.

Serán de marca conocida y se utilizarán el tipo y potencia de lámparas especificadas en la Memoria.

#### 3.3.5.2.4. Reactancias y condensadores

Solo se admitirán reactancias y condensadores suministradas por fábricas conocidas y serán de conocida calidad.

Sus características de funcionamiento y fabricación deberán ajustarse a las siguientes condiciones:

Llevarán inscripciones en las que se indique:

- El nombre o marca del fabricante.
- Tensión o tensiones nominales en voltios.
- Intensidad nominal (A).
- La frecuencia (Hz).
- El factor de potencia.
- Potencia nominal de la lámpara.

La reactancia no suministrará una corriente no superior al 5%, ni inferior al 10% de la nominal de la lámpara.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

#### 3.3.5.2.5. Soportes.

Los báculos y columnas tendrán las características especificadas en la Memoria.

#### 3.3.5.2.6. Cuadro de regulación.

Todos los elementos serán de acreditadas marcas y suministrados por firmas de reconocida solvencia.

De acuerdo con el proyecto, los distintos aparatos deberán reunir y satisfacer las condiciones que se exigen en los aparatos siguientes:

- Los circuitos: serán fabricados con materiales de reconocida calidad que sean suministrados por casa de reconocida solvencia.
- Las bases estarán constituidas de forma que los cartuchos sean fácilmente recambiables y dispuestos de tal forma que su reposición no presente peligro alguno, incluso cuando la línea esté en servicio.
- Los cartuchos fusibles serán de alto poder de ruptura y calibrados de acuerdo con la carga que hayan de soportar.
- Por último serán de aplicación las cláusulas que a este respecto establece el Reglamento Electrotécnico de B.T.

#### 3.3.5.2.7. Luminarias.

Las luminarias serán del tipo Indalux modelo IVH.

#### 3.3.5.2.8. Caja general de protección.

Es la caja que aloja los elementos de protección de la línea repartidora.

Dentro de la caja se instalará cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte por lo menos igual a la corriente de cortocircuito, dispondrá de un

borne de conexión para el conductor neutro y por otro lado también contará de un borne de conexión a tierra en caso de que esta sea metálica.

Las características técnicas son las siguientes:

- Modelo CGPH-40 / 7
- Equipada con base de cortocircuito tipo UTE que admiten cartuchos tamaño 1 y que están dotadas de bornes bimetálicos.
- Neutro seccionable con todos los esquemas normalizados.
- Admiten conductores de hasta 25 mm<sup>2</sup> de sección de cobre o aluminio.

#### 3.3.5.2.9. Interruptor horario.

El interruptor que se instalará será de primeras marcas de prestigio conocido.

Es un programador electrónico digital automático del encendido y apagado del alumbrado público, dispone de un circuito secundario independiente que se puede programar para producir una reducción del flujo. También tendrá un cambio automático de invierno a verano, con gran reserva de marcha, máxima presión, estará protegido según normas, la tensión nominal será de 120 / 230 V A.C, frecuencia de 50Hz, la precisión de marcha 1 sg / día entre 20 y 30 °C, la exactitud de maniobra de 1 segundo, consumo propio de 3 VA y una vida a plena carga de 150000 maniobras.

#### 3.3.5.2.10. Protección de bajantes.

En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante, mediante la prolongación del tubo de PVC de los diámetros especificados en el proyecto.

#### **3.3.5.3. Zanjas.**

Tendrán las dimensiones que se indican en los planos correspondientes, y solo se podrán variar con el consentimiento de la Dirección Técnica. Su excavación se llevará a cabo cuando se vaya a proceder al tendido de cables. Se procederá al limpiado del

fondo y se retirarán todas las piezas que puedan considerarse como puntiagudas o cortantes.

El conductor estará constituido por 4 cables (3 fases y neutro) más el hilo de mando para reactancia de doble nivel de potencia de sección correspondiente de cobre que se introducirá en un tubo protector de PVC flexible duro.

La zanja tendrá una profundidad mínima de 40 cm y un ancho de 40 cm, donde se tenderá el conductor aislado de 1000 V de tensión.

Bajo aceras se realizará un relleno de 10 cm de arena de río para el asiento del tubo y a continuación se colocará un relleno de tierra con tongadas apisonado hasta una altura de 40 cm.

Bajo cruces de calzadas se verterá una capa de hormigón en masa de 100 Kg/cm<sup>2</sup> de 10 cm de espesor para el asiento del cable. Una vez colocado el tubo se terminará de llenar hasta una altura de 35 cm.

Se situarán pozos de escape a lo largo de la canalización para evitar posibles acumulaciones de agua o de gas.

Se colocarán arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos o en las derivaciones de las líneas de alumbrado.

#### **3.3.5.4. Cimentaciones.**

Comprenderá las obras que aseguren el correcto asiento de la construcción en terreno firme, con las dimensiones adecuadas especificadas en los planos del Proyecto. Estas características no son definitivas, podrán ser modificadas si la calidad del terreno lo exigiese.

El relleno no se procederá sin el previo consentimiento de la Dirección Técnica.

Si se realizasen cimentaciones de columnas no manteniendo los empotramientos adecuados, el Director de Obra podrá obligar al Contratista a rehacer dicha cimentación siendo por cuenta de este el gasto que con ello se pudiera ocasionar.

#### **3.3.5.5. Canalizaciones de cables subterráneos.**

En el tendido de cables, se evitarán torceduras de los mismos o todo aquello que pudiera dañarlos.

En los circuitos de alumbrado los empalmes solo se realizaran mediante cajas de derivación.

#### **3.3.5.6. Conexión de los puntos de luz a la red de alumbrado.**

La red de alumbrado público será subterránea e irá conectándose a cada uno de los báculos del circuito; estas conexiones se realizarán mediante regletas en el interior de las mismas donde se colocarán además fusibles de protección alojados en las mismas.

#### **3.3.5.7. Ensayo de la red de alumbrado exterior público.**

A continuación se nombrarán los ensayos mínimos a realizar para la red de alumbrado exterior público:

- Caída de tensión desde el centro de mando hasta los extremos de los diversos ramales que se realizará con todos los puntos encendidos sin que se permita una caída de tensión superior al 3% de la tensión nominal.
- Para cada uno de los conductores activos aislados se realizarán medidas del aislamiento.
- El ensayo de aislamiento consiste en mantener la instalación durante 100 horas de funcionamiento, si el resultado es correcto, se dará paso a la instalación normal de tensión de servicio.
- Identificación de fases y neutro mediante colores distintos.

- La comprobación del nivel de alumbrado se realizará transcurridos 30 días de funcionamiento. A los doce (12) meses de la recepción provisional, se medirá de nuevo el nivel medio de alumbrado, y en ningún caso rebajará al treinta por ciento (30%) de la medición que se realizó a los treinta (30) días de media.
- Comprobación de las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos; se comprobará que la intensidad nominal de los diversos fusibles será igual o inferior al valor de la intensidad máxima de servicio del conductor protegido.

### **3.4. Pliego de Condiciones de funcionamiento y mantenimiento.**

La instalación eléctrica se someterá a una comprobación del perfecto montaje de las diferentes partes de la instalación.

La instalación de puesta a tierra deberá ser comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación anualmente en la época en que el terreno esté más seco.

#### **3.4.1. Jurisdicción.**

Cualquier divergencia que pueda surgir entre las partes en orden a la interpretación o incumplimiento del presente pliego, se someterá a la Jurisdicción de los Jueces y Tribunales competentes.

#### **3.4.2. Reglamento de servicio de centros de transformación.**

En el Centro de Transformación que se proyecta se observarán las siguientes normas:

1. Queda terminantemente prohibido el acceso al Centro de Transformación a toda persona ajena al servicio, salvo autorización especial de la Dirección.
2. La puerta de acceso al C.T. deberá estar cerrada con llave cuando no se efectúe ninguna intervención en la instalación.

3. Todas las maniobras que se hayan de realizar en la parte de Alta Tensión, se harán utilizando una banqueta aislante que a tal efecto existirá en el Centro de Transformación.
4. Se prohíbe abrir o retirar y cerrar los paneles y enrejados de protección de las celdas mientras estén con tensión los conductores o aparatos en ellas contenidos.
5. Para el cambio de fusibles, previamente deberá de retirarse la tensión de todos los conductores a los que el operario pueda aproximarse al efectuar la sustitución.
6. Se realizará un corte visible de los circuitos de alta tensión o una señalización adecuada que por medio seguro, garantice la apertura del elemento de corte, y visible o no en los de baja tensión, seguido de la verificación de ausencia de tensión en ambos lados y en cada uno de los fusibles que protegen al circuito, así como de las puesta a tierra y cortocircuito en alta tensión y puesta en cortocircuito en baja tensión.
7. Primeramente los circuitos de la tensión más baja y posteriormente los de más alta. En el caso de que haya seccionador o aparato de corte en carga en el lado de alta
8. tensión y no en el de baja tensión, el orden de la operación indicada en el párrafo anterior será a la inversa.
9. El restablecimiento del servicio en un transformador de potencia, se efectuará, normalmente, restableciendo primeramente la continuidad de los circuitos de la más alta tensión y después los de la más baja tensión.
10. Los trabajos en un transformador de potencia o de tensión, requieren el corte visible o una señalización adecuada que por medio seguro garantice la apertura del elemento de corte, y la comprobación de ausencia de tensión a ambos lados del transformador, teniendo presente la posibilidad de la existencia de tensión en la parte de alta tensión, a través de los equipos de medida y en la parte de baja tensión por la existencia de otra fuente de alimentación ( grupo generador etc.,)

11. Para dejar fuera de servicio un transformador de intensidad, se cortan únicamente los circuitos de la más alta tensión.
12. Toda intervención en el circuito alimentado por el secundario de un transformador de intensidad en servicio, debe estar precedido de la puesta en cortocircuito de los bornes de dicho secundario.
13. Cuando en una consignación o descaro se intervenga en elementos con, mando a distancia, se bloquearán también, en posición de apertura, todos los órganos del mando a distancia (mecánicos, eléctricos, hidráulicos o de aire comprimido etc.)
14. Nunca se cerrará el seccionador de tierra de una celda de alimentación sin comprobar previamente la ausencia de tensión en la línea por medio de los indicadores de tensión situados en el frente de la celda. Existirá además un enclavamiento entre el seccionador de tierra y entre el interruptor-seccionador de la celda correspondiente, de forma que no pueda cerrarse el de tierra sin haber abierta previamente éste. No se podrá abrir una celda sin que el seccionador de puesta a tierra está cerrado.
15. En caso de incendio queda terminantemente prohibido hacer uso de agua para sofocarlo, debiéndose emplear para ello preferentemente extintores de nieve carbónica.
16. Todo Centro de Transformación debe estar correctamente señalado y deben de disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

### **3.4.3. Mantenimiento.**

Todos los trabajos de mantenimiento se realizarán sin tensión en las líneas, no poniéndose estas en funcionamiento de nuevo hasta la comprobación de ausencia de operarios en las mismas.

### **3.4.4. Redes Subterráneas.**

#### **3.4.4.1. Conducción de Media Tensión subterránea.**

Cada tres años como plazo máximo, se comprobarán la continuidad del aislamiento y de los conductores, así como las conexiones, corrigiéndose los defectos encontrados.

##### **3.4.4.1.2. Conducción de Alumbrado.**

Cada año, se comprobarán la continuidad del aislamiento y de los conductores, así como las conexiones, corrigiéndose los defectos encontrados.

##### **3.4.4.1.3. Arqueta de Alumbrado.**

Una vez al año se limpiará y se comprobarán las conexiones.

##### **3.4.4.1.4. Armario de Acometida.**

Cada dos años se comprobarán las conexiones, así como los fusibles cortocircuitos y se corregirán los defectos encontrados.

### **3.4.5. Alumbrado Exterior Público.**

El mantenimiento se llevará a cabo por personal especializado. Se entregarán a la propiedad de la urbanización planos de la instalación realizada y detalles del flujo medio mínimo de reposición de las lámparas. La comprobación de la iluminación se llevará a cabo por personal especializado con luxómetro. No se realizará modificación alguna que suponga disminución de los valores de la iluminación.

Se realizará una limpieza cada año de la lámpara y de la luminaria. No se emplearán detergentes muy alcalinos o muy ácidos para la limpieza de los reflectores de aluminio.

Las luminarias se reemplazarán en función de un plan de reposición en función de factores económicos. Durante los trabajos de mantenimiento y de limpieza, estos se realizarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia con un comprobador de tensión.

## 4. PRESUPUESTO

### 4.1. Presupuesto parcial.

#### 4.1.1. Línea subterránea de Media Tensión:

NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (€)
1	Equipos de protección. Instalación	48,00 €/unidad	48,00
10	Terminales de Media Tensión	97,50 €/unidad	975,00
5	Arqueta tipo A-2 para cableo de dirección.	410,00 €/unidad	2.050,00
125 m	Línea trifásica de Media Tensión de: - 20/24 KV de - sección 150 mm <sup>2</sup> de aluminio  Instalación en canalización y conexionado entre las diferentes arquetas.	64,50 €/unidad	8.062,50
125 m	Conducción subterránea para línea de Media Tensión, tubos protectores de PVC de 140 mm de ø. Incluye montaje y acabados.	68,30 €/unidad	8.537,50
125 m	Cinta de señalización.	12,50 €/unidad	1.562,50

#### 4.1.2. Centro de transformación:

NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (€)
1	OBRA CIVIL: Excavación de un foso de dimensiones 3.100 x 3140 mm. para alojar un edificio de hormigon compacto EHA1, con un lecho de arena nivelada de 150 mm.(quedando una profundidad de foso libre de 940 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	916,00 €/unidad	916,00 €
1	APARATAMENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO: Centro de transformación compacto de superficie modelo EHA1IB de maniobra exterior de Schneider Electric, referencia EHAIB630-24, constituido por una plataforma PLT1 fija, conteniendo en su interior un transformador MT/BT de 630kVA 20/0.42 kV (conforme UE 548/2014 de ecodiseño). 1Ud. De aparamenta RM6 2L1P y un CBT de reducidas dimensiones. Las dimensiones exteriores del centro serán 2140 x 2100 y altura vista 1750 mm. Incluido transporte y montaje en obra.	30.965,00 €/unidad	30.965,00 €
2	Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	410,00 €/unidad	820,00 €
1	EQUIPO DE BT:  El Cuadro de Baja Tensión es un cuadro de baja tensión basado en la NI 50.44.02 concebido y dimensionado para ser instalado en centros de transformación compactos tipo PLT-1.	2.400,00 €/unidad	2.400,00 €

NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (€)
1	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA: De tierras exteriores código 5/62 Unesa, incluyendo 6 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1Kv y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	953,33 €/unidad	953,33 €
1	Ud. De tierras exteriores código 40-30/5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1Kv y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	829,52 €/unidad	829,52 €

#### 4.1.3. Red de baja tensión:

NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (€)
8	Arqueta tipo A-2. Incluye montaje y acabado.	250,00 €/unidad	2.000,00
76	Arqueta tipo A-1. Incluye montaje y acabado.	145,50 €/unidad	11.058,00
1040 m	Conducción subterránea para línea de Baja Tensión, tubos protectores de PVC de 140 mm de $\phi$ . Incluye montaje y acabados.	16,00 €/unidad	16.640,00
65 m	Conducción subterránea para línea de Baja Tensión, tubos protectores de PVC de 140 mm de $\phi$ . Incluye montaje y acabados.	42,50 €/unidad	2.762,50
320 m	Línea trifásica de Baja Tensión subterránea de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.6 / 1 Kv de</li> <li>- sección 150 mm<sup>2</sup> de aluminio</li> <li>- neutro 95 mm<sup>2</sup></li> </ul> Instalación en canalización y conexión entre las diferentes arquetas.	17,50 €/unidad	5.600,00
825 m	Línea trifásica de Baja Tensión subterránea de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.6 / 1 Kv de</li> <li>- sección 240 mm<sup>2</sup> de aluminio</li> <li>- neutro 150 mm<sup>2</sup></li> </ul> Instalación en canalización y conexión entre las diferentes arquetas.	22,00 €/unidad	18.150,00
5	Empalmes de manguitos termorretractil.	155,00 €/unidad	775,00

#### 4.1.4. Instalación de Alumbrado exterior público:

NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (€)
65	Arqueta de derivación a los puntos de luz existentes. Incluye montaje y acabado.	40,50 €/unidad	2.632,50
7	Arqueta para cambios de dirección y cruce de calzadas. Incluye montaje y acabado.	75,00 €/unidad	525,00
1435 m	Conducción subterránea para línea de alumbrado exterior público, tubos protectores de PVC de 48 mm de $\varnothing$ . Incluye montaje y acabados.	16,00 €/unidad	22.962,00
1445 m	Línea trifásica de alumbrado público exterior subterránea de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.6 / 1 Kv de</li> <li>- sección 6 mm<sup>2</sup> de aluminio</li> <li>- neutro 6 mm<sup>2</sup></li> <li>- línea de mando monofásica</li> </ul> Instalación en canalización, conexionado entre arquetas y los diferentes puntos de luz.	27,00 €/unidad	38.630,00

NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (€)
1	Cuadro de mando, protección y medida para alumbrado exterior público. Incluye montaje y acabado	1850,00 €/unidad	1.850,00
65	Puntos de luz para alumbrado exterior público con luminaria Indalux modelo IVH con báculo galvanizada IEP BC-2 de 6 m de altura. Incluye montaje y acabado.	985,25 €/unidad	64.041,00

#### 4.2. Presupuesto total.

NÚMERO DE UNIDADES	DESIGNACIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (€)
1	Línea subterránea de M.T.	21.235,50	21.235,50
1	Centro de transformación	56.040,00	36.883,85
1	Red de B.T.	56.985,50	56.985,50
1	Alumbrado público	130.640,50	130.640,50
	<b>Total:</b>		245.745,35
	+5% de margen de error:		12.287,27
	<b>Subtotal</b>		258.032,68
	+21% de I.V.A.		54.186,85
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>312.219,53 €</b>

## 5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

### 5.1. Línea de Media Tensión.

#### 5.1.1 Tensión de la línea subterránea.

Según el Reglamento de Alta Tensión (RAT) la línea subterránea de Media Tensión del presente proyecto se considera de tercera categoría, ya que trabajará con una tensión de servicio de 20 KV.

#### 5.1.2. Cálculo de la línea subterránea de MT.

Según el artículo 21 del RAT deben constar los siguientes apartados:

##### 5.1.2.1. Intensidad máxima.

Partiendo de la potencia que ha de transportar el cable se calculará la sección en función de la intensidad máxima admisible y de las futuras ampliaciones de la instalación.

La potencia con la que se trabajará será de 630 KVA y la tensión de servicio de 20 KV, por tanto la intensidad de corriente es:

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

Donde:

- **I** = Potencia en Amperios
- **S** = Potencia aparente en KVA
- **U** = Tensión compuesta en KV

Obteniendo una intensidad de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U} \rightarrow I = \frac{630 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 20} \rightarrow I = 18,19 \text{ A}$$

La acometida cumple con las condiciones de instalación tipo, es decir, una terna de cables unipolares enterrados en toda su longitud en una zanja de un metro de

profundidad en terreno de 1,5 Km/W y temperatura ambiente del terreno de 25°C siendo el único factor de corrección utilizado el de agrupación de cables.

En las tablas siguientes se indican la sección en función de las intensidades máximas admisibles y los factores de corrección que se deben aplicar, según el número de ternas de cables unipolares y la distancia entre ternas según la ITC-LAT-06 del REBT.

Según se especificó con anterioridad, el tipo de conductor a utilizar es el EPR (Etileno Propileno), tomando inicialmente una sección de **150 mm<sup>2</sup>** que es la menor aceptada por la compañía eléctrica.

**Tabla 12. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV tubo**

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

		Factor de corrección								
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Para una sección de 150 mm<sup>2</sup> el factor de corrección será 0,83 por tanto:

$I_n \times f.d.c. = 235 \times 0,83 = 195,05$  A que es muy superior a la intensidad prevista de 18,19

A

### 5.1.2.2. Caída de tensión de la línea.

Mediante la siguiente fórmula procederemos a realizar el cálculo de la caída de tensión:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * L(R * \text{Cosp} + X * \text{Sen}\rho)$$

Siendo:

$\Delta U$  = Caída de tensión en %

I = Intensidad en Amperios

L = Longitud de la línea en Km

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{Km}$  a la temperatura de servicio

X = Reactancia a 50 Hz de frecuencia en  $\Omega/\text{Km}$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 18,19 * 0,125(0,277 * 0,9 + 0,112 * 0,435) = 1,17 \text{ V}$$

Con lo que se obtiene:

$$\Delta V \% = 1,17/20.000 * 100 = 0,0058 \% < 5 \% \text{ por tanto cumple.}$$

**Tabla 2**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
150	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

**5.1.2.3. Intensidad máxima de cortocircuito.**

Siendo la potencia máxima de cortocircuito de 350 MVA para una tensión de servicio de 20 KV la intensidad máxima de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

$I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito, en KA

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito, en MVA

U = Tensión de suministro en M.T., en Kv

Obtendremos una intensidad de cortocircuito de:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U} \rightarrow I_{cc} = \frac{350 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 20 \text{ KV}} \rightarrow I_{cc} = 10,10 \text{ kA}$$

Siendo un valor inferior a valor admisible por el cable a utilizar.

## 5.2. Centro de Transformación.

### 5.2.1. Intensidad de alta tensión.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador

U = Tensión compuesta del primario en Kv = 20 KV

$I_p$  = Intensidad del primario en Amperios

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U} \rightarrow I_p = \frac{630 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 20 \text{ KV}} \rightarrow I_p = 18,19 \text{ A}$$

Obtenemos una intensidad total del primario de 18,19 A.

### 5.2.2. Intensidad de baja tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en KVA

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro

$W_{cu}$  = Pérdidas en los arrollamientos

U = Tensión compuesta en carga del secundario en KV (0,38 Kv)

$I_s$  = Intensidad secundaria en Amperios

Una vez sustituidos los valores, obtendremos una intensidad secundaria  $I_s = 899,08 \text{ A}$

### 5.2.3. Cortocircuitos.

#### 5.2.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

#### 5.2.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

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

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

$$I_{ccp} = \frac{S_c}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

**S<sub>c</sub>** = Potencia de cortocircuito de la red en MVA

**U** = Tensión primaria en Kv

**I<sub>ccp</sub>** = Intensidad de cortocircuito primaria en kA

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

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión

(despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

**S** = Potencia del transformador en kVA.

**U<sub>cc</sub>** = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

**U<sub>s</sub>** = Tensión secundaria en carga en voltios.

Iccs= Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### **5.2.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.**

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$S_{cc} = 350 \text{ MVA}$ .

$U = 20 \text{ kV}$ .

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 10.1 \text{ kA}$$

### **5.2.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.**

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador: 630 KVA

Ucc (%): 4

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja

tensión.

$$I_{ccs} = 22.73 \text{ kA}$$

## **5.2.4. Dimensionado del embarrado.**

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

### **5.2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.**

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

#### **5.2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.**

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

#### **5.2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.**

La comprobación por sollicitación térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

#### **5.2.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.**

\* ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de

corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
630	40

\* BAJA TENSIÓN.

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por la Compañía Suministradora.

Potencia del transformador (kVA)	Nº de Salidas en B.T.
630	5

### **5.2.6. Dimensionado de la ventilación del c.t.**

El centro compacto EHA1ID ha sido sometido al ensayo correspondiente al número 99013126 de LCOE, para certificar la correcta ventilación del centro así como del cálculo del caudal de aire y las rejillas usadas en el mismo.

### **5.2.7. Dimensiones del pozo apagafuegos.**

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del edificio prefabricado. Estará diseñada para recoger en su interior el aceite de un transformador de hasta 630kVA sin que éste se derrame por la base.

### **5.2.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.**

#### **5.2.8.1. Investigación de las características del suelo.**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial  $\sigma = 150 \Omega\text{m}$ .

#### **5.2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.**

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 0.4s.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 12.7 \Omega \text{ con}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_{d(máx)} = \frac{U_{S(máx)}}{\sqrt{3} Z_n}$$

con lo que el valor obtenido es  $I_d = 909.21 \text{ A}$ , valor que la Compañía redondea o toma como valor genérico de 1000 A.

### 5.2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

#### \* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 40-30/5/42 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.1 \Omega / (\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0231 V / (\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 14 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

\* TIERRA DE SERVICIO.

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

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.073 \Omega/(\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.012 V/(\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros  $K_r$  y  $K_p$  de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ( $=37 \times 0,650$ ).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

#### **5.2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.**

\* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ), intensidad y tensión de defecto correspondientes ( $I_d$ ,  $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r * \sigma .$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U_{s\max} \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde  $U_{s\max}=20$

- Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega\text{m}.$$

$$K_r = 0.1 \Omega/(\Omega \text{ m}).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 15 \Omega$$

$$I_d = 587.51 \text{ A.}$$

$$U_d = 8812.6 \text{ V.}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 10000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

\* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 150 = 11 \Omega$$

que vemos que es inferior a  $37 \Omega$ .

#### **5.2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.**

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.0231 * 150 * 587.51 = 2035.7 \text{ V.}$$

#### 5.2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 15 * 587.51 = 8812.6 \text{ V.}$$

#### 5.2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios que se puede aceptar, será conforme a la Tabla 1 de la ITC-RAT 13 de instalaciones de puestas a tierra que se transcribe a continuación:

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.1	633
0.2	528
0.3	420
0.4	310
0.5	204
1.0	107

El valor de tiempo de duración de la corriente de falta proporcionada por la compañía eléctrica suministradora es de 0.4 seg., dato que aparece en la tabla adjunta, por lo que la máxima tensión de contacto aplicada admisible al cuerpo humano es:

$$U_{ca} = 310 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{P(\text{exterior})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 6\sigma}{1000} \right)$$

$$U_{P(\text{acceso})} = 10U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + 3\sigma + 3\sigma_h}{1000} \right)$$

Siendo:

$$U_{ca} = \text{Tensiones de contacto aplicada} = 310 \text{ V}$$

$$R_{a1} = \text{Resistencia del calzado} = 2.000 \text{ } \Omega.m$$

$$\sigma = \text{Resistividad del terreno} = 150 \text{ } \Omega.m$$

$$\sigma_h = \text{Resistividad del hormigón} = 3.000 \text{ } \Omega.m$$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 18290 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 44795 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 2035.7 \text{ V. } < U_p(\text{exterior}) = 18290 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 8812.6 \text{ V. } < U_p(\text{acceso}) = 44795 \text{ V.}$$

#### **5.2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.**

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de

separación mínima  $D_{\text{mín}}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\text{mín}} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$I_d = 587.51 A.$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\text{mín}} = 14.03 m.$$

#### **5.2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.**

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

### **5.3. Instalación de baja tensión.**

A continuación se determinarán los cálculos necesarios para hallar las secciones de los circuitos de BT que suministran la energía a las 150 viviendas.

#### **5.3.1. Previsión de potencia.**

La previsión de la potencia de la urbanización será el sumatorio de las potencias del conjunto de viviendas y de la instalación de alumbrado público.

##### Alimentación a viviendas:

En este apartado calcularemos las potencias del conjunto de viviendas.

La previsión de potencia para las viviendas irá en función de dos parámetros esenciales que son:

- El grado de electrificación de la vivienda viene clasificado en el punto 2.1 de la ITC-BT-10. En este caso será de electrificación básica, con una potencia mínima a prever por vivienda no inferior a los 5,75 Kw.

- El coeficiente de simultaneidad vendrá determinado en función del número de viviendas alimentadas desde una misma línea del transformador.

Como la urbanización cuenta con 150 viviendas, según el REBT en la Tabla 1. ITC-BT-10 el coeficiente de simultaneidad es:

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

**Tabla 1. Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas**

$$\text{Coeficiente de simultaneidad} = 15,3+(n-21)*0,5$$

La potencia prevista en la zona de actuación en función de las viviendas unifamiliares se determina con la siguiente expresión:

$$P_T = X*[15,3+(n-21)*0,5]$$

Siendo:

- X: Potencia prevista por vivienda (5750W).
- N: Número de viviendas unifamiliares (150).

$$P_V = 5750*[15,3+(150-21)*0,5] \rightarrow P_T = 458.85 \text{ KW}$$

La carga total prevista para viviendas unifamiliares es aproximadamente de **459 KW**.

Alumbrado público:

Se dispone de un total de 65 luminarias modelo PHILIPS SPP368 de 169 W de potencia.

$$p = 65 \text{ lumi.} \times 169 \text{ w} = 10.985 \text{ W}$$

Según el apartado 3. del REBT en el apartado ITC-BT-09 la potencia aparente mínima (VA), se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

Además, el factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90.

$$P_c = p * 1,8 \rightarrow P_c = 10.985 * 1,8 = 19.773 \text{ W}$$

Demanda de la potencia total calculada:

La potencia activa total demandada por nuestra instalación es de:

$$P = P_v + P_c = 459 \text{ Kw} + 19,773 \text{ Kw} = 479 \text{ Kw}$$

La previsión de potencia necesaria para el transformador, es la suma de las potencias aparentes totales de las viviendas unifamiliares y las potencias totales del alumbrado público.

$$P_T = P_v + P_{al}$$

Siendo:

- $P_T$ : Potencia total prevista del transformador (KVA).
- $P_v$ : Potencia total viviendas unifamiliares (KVA).
- $P_{al}$ : Potencia total alumbrado público (KVA).

$$P_v = \sqrt{(459)^2 + [459 \text{tg}(\text{arcos}0,8)]^2} = 573,75 \text{ KVA}$$

$$P_{al} = \sqrt{(19,73)^2 + [19,73 \text{tg}(\text{arcos}0,9)]^2} = 21,92 \text{ KVA}$$

$$P_T = P_V + P_{al} \rightarrow P_T = 595,65 \text{ KVA}$$

Optaremos por instalar un transformador de **630 KVA**, situado en el centro de transformación.

### 5.3.2. Cálculos Eléctricos de las líneas de distribución.

La urbanización cuenta con 4 circuitos de alimentación que salen del centro de transformación. De los 4 circuitos:

- 3 circuitos están destinados a alimentar las 150 viviendas, y
- 1 circuito está destinado a alimentar la línea del alumbrado público exterior constituyente de la urbanización, que alimentara a 65 luminarias.

#### 5.3.2.1. Línea 1.

Del centro de transformación parte la línea 1, estableciendo de energía a las 44 viviendas que se encuentran en las calles I y IV de la urbanización.

#### a) Cálculo de las intensidades de la línea 1:

##### Punto C

En el punto C tenemos 22 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (15,8), obtenemos una potencia de 90,85 Kw en el punto C:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} * U * \cos\phi}$$

$$I_c = \frac{90850}{\sqrt{3} * 380 * 0,8} \rightarrow I_c = 172.54 \text{ A}$$

##### Punto D

En el punto D tenemos las mismas viviendas que en punto C, 22 viviendas:

$$I_c = I_d = 90,85 \text{ A}$$

**b) Máxima caída de tensión admisible:**

Según la instrucción REBT artículo ITC-BT-17, el 5% es la máxima caída de tensión admisible, obteniendo en nuestro caso un resultado de:

$$\Delta U = \frac{5 \cdot 380}{100} \rightarrow \Delta U_{\max} = 19 \text{ V}$$

**c) Centro virtual de consumo:**

Dimensionado del primer tramo de la línea 1, tramo AB, común para todas las ramificaciones de esta línea:

$$\lambda_{AB} = \frac{L_1 I_1 \cos \rho_1 + L_2 I_2 \cos \rho_2 + \dots + L_n I_n \cos \rho_n}{I_1 \cos \rho_1 + I_2 \cos \rho_2 + \dots + I_n \cos \rho_n}$$

$$\lambda_{AB} = \frac{2 \cdot 154 \cdot 172,54}{2 \cdot 172,54} \rightarrow \lambda_{AB} = 154 \text{ m}$$

A partir de la siguiente expresión y sabiendo que  $I_{AL} = 0.0282$ , calculamos la sección del tramo AB:

$$S_{AB} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1}{\Delta U_{\max}} \cdot \lambda_{AB} + \sum I \cdot \cos \rho$$

$$S_{AB} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,0282}{19} \cdot 154 \cdot 172,54 \cdot 0,8 \rightarrow S_{AB} = 54,65 \text{ mm}^2$$

$$S_{AB} = 54,65 \cdot 2 = 109,29 \text{ mm}^2 \text{ (sección teórica).}$$

Elegiremos la sección práctica seleccionando la inmediata superior aceptada por las normas de la compañía eléctrica suministradora, siendo de:

$$S_{AB} = 150 \text{ mm}^2$$

La caída real de tensión entre el tramo AB es:

$$\Delta U_{AB} = \sqrt{3} \rho \frac{L_{AB}}{S_{AB}} \cdot I_{AB} \cdot \cos \rho$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,0282}{150} \cdot 58 \cdot 2 \cdot 172,54 \cdot 0,8 \rightarrow \Delta U_{AB} = 5,21 \text{ V}$$

Desde el punto B hasta los puntos C y D se podrá perder:

$$\Delta U = \Delta U_{\text{máx}} - \Delta U_{AB} = 19 - 5.21 = 13.78 \text{ V}$$

#### **d) Ramificaciones:**

##### Tramo BC y Tramo BD

Como los dos tramos son iguales, solo calculamos una derivación.

En las dos derivaciones de este circuito se instalarán conductores de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección.

$$\Delta U_{BC} = \sqrt{3} \rho \frac{L_{BC}}{S_{BC}} * I_{BC} * \text{Cos} \rho$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{150} * 128 * 172.54 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{AB} = 5.75 \text{ V}$$

Este resultado es la derivación tanto para BC como para BD.

#### **5.3.2.2. Línea 2**

Del centro de transformación parte la línea 2, estableciendo de energía a las 54 viviendas que se encuentran en las calles II y VII de la urbanización.

#### **a) Cálculo de intensidades:**

##### PUNTO C

En el punto C tenemos 10 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (8.5), obtenemos una potencia de 48.87 Kw en el punto C:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} * U * \text{cosp}}$$

$$I_c = \frac{48875}{\sqrt{3} * 380 * 0,8} \rightarrow I_c = 92.82 \text{ A}$$

### PUNTO D

En el punto D tenemos 12 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (9.9), obtenemos una potencia de 56.93 Kw en el punto D:

$$I_D = \frac{56930}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \rightarrow I_D = 108.11 \text{ A}$$

### PUNTO E

En este punto tenemos 12 viviendas al igual que en punto D, por lo tanto:

$$I_D = I_E = 108.11 \text{ A}$$

### PUNTO F

En el punto F tenemos 20 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (14.8), obtenemos una potencia de 85.1 Kw en el punto F:

$$I_F = \frac{85100}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \rightarrow I_D = 161.62 \text{ A}$$

### **b) Máxima caída de tensión admisible:**

Según la instrucción REBT artículo ITC-BT-17, el 5% es la máxima caída de tensión admisible, obteniendo en nuestro caso un resultado de:

$$\Delta U = \frac{5 \cdot 380}{100} \rightarrow \Delta U_{\max} = 19 \text{ V}$$

### **c) Centro virtual de consumo:**

Dimensionado del primer tramo de la línea 1, tramo AB, común para todas las ramificaciones de esta línea:

$$\lambda_{AB} = \frac{L_1 I_1 \cos \rho_1 + L_2 I_2 \cos \rho_2 + \dots + L_n I_n \cos \rho_n}{I_1 \cos \rho_1 + I_2 \cos \rho_2 + \dots I_n \cos \rho_n}$$

$$\lambda_{AB} = \frac{92.82(8+60) + 108.11 \cdot (68+66) + 108.11(68+68) + 161.62(68+182)}{92.82 + 108.11 + 108.11 + 161.62} \rightarrow \lambda_{AB} = 161.27 \text{ m}$$

A partir de la siguiente expresión y sabiendo que  $I_{AL} = 0.0282$ , calculamos la sección del tramo AB:

$$S_{AB} = \frac{\sqrt{3} * 1}{\Delta U_{máx}} * \lambda_{AB} + \sum I * \cos \rho$$

$$S_{AB} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{19} * 161.27 * 470.66 * 0.8 \rightarrow S_{AB} = 156.1 \text{ mm}^2 \text{ (sección teórica)}$$

Elegiremos la sección práctica seleccionando la inmediata superior aceptada por las normas de la compañía eléctrica suministradora, siendo de:

$$S_{AB} = 240 \text{ mm}^2$$

La caída real de tensión entre el tramo AB es:

$$\Delta U_{AB} = \sqrt{3} \rho \frac{L_{AB}}{S_{AB}} * I_{AB} * \cos \rho$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{240} * 8 * (92.82 + 108.11 + 108.11 + 161.62) * 0.8 \rightarrow \Delta U_{AB} = 0.61 \text{ V}$$

Desde el punto B hasta los puntos C se podrá perder:

$$\Delta U = \Delta U_{máx} - \Delta U_{AB} = 19 - 0.61 = 18.39 \text{ V}$$

#### d) Ramificaciones:

##### Tramo BC

En las derivaciones de este circuito se instalarán conductores de aluminio de 240 mm<sup>2</sup> de sección.

$$\Delta U_{BC} = \sqrt{3} \rho \frac{L_{BC}}{S_{BC}} * I_{BC} * \cos \rho$$

$I_{BC}$  es igual a la suma de todas las intensidades que soporta el tramo BC, y que  $L_{BC}$ , por tanto, se calcula:

$$L_{BC} = \frac{92.82 * 60 + 108.11 * 126 + 108.11 * 128 + 161.62 * 242}{92.82 + 108.11 + 108.11 + 161.62} \rightarrow L_{BC} = 153.27 \text{ m}$$

Ahora calculamos  $\Delta U_{BC}$ :

$$\Delta U_{BC} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{240} * 153.27 * 470.66 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{BC} = 11.75 \text{ V}$$

$$\Delta U_{BC} = 19 - 11.75 = 7.25 \text{ V}$$

Como máximo desde el punto C hasta los puntos D, E y F se podrá perder:

$$\Delta U = \Delta U_{AB} - \Delta U_{BC} = 18.23 - 7.25 = 10.98 \text{ V}$$

#### TRAMO CF

En esta derivación se instalarán conductores de sección constante de 240 mm<sup>2</sup>

La caída real de tensión en el tramo CF es de:

$$\Delta U_{CF} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{240} * 182 * 161.62 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{CF} = 4.79 \text{ V}$$

#### TRAMO CD

En esta derivación se instalarán conductores de sección constante de 240 mm<sup>2</sup>

La caída real de tensión en el tramo CD es de:

$$\Delta U_{CD} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{240} * 66 * 108.11 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{CF} = 1.16 \text{ V}$$

#### TRAMO CE

En esta derivación se instalarán conductores de sección constante de 240 mm<sup>2</sup>

La caída real de tensión en el tramo CE es de:

$$\Delta U_{CE} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{240} * 68 * 108.11 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{CE} = 1.2 \text{ V}$$

### **5.3.2.3. Línea 3**

Del centro de transformación parte la línea 3, estableciendo de energía a las 52 viviendas que se encuentran en las calles II y VI de la urbanización.

#### **a) Cálculo de intensidades:**

##### PUNTO C

En el punto C tenemos 6 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (5.4), obtenemos una potencia de 31.05 Kw en el punto C:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} * U * \cos\phi}$$

$$I_c = \frac{31050}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \rightarrow I_c = 58.96 \text{ A}$$

#### PUNTO D

En el punto D tenemos 16 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (12.5), obtenemos una potencia de 71.87 Kw en el punto D:

$$I_D = \frac{71870}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \rightarrow I_D = 136.5 \text{ A}$$

#### PUNTO E

En el punto E tenemos 11 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (9.2), obtenemos una potencia de 52.9 Kw en el punto E:

$$I_D = \frac{52900}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \rightarrow I_D = 105.5 \text{ A}$$

#### PUNTO F

En el punto F tenemos 19 viviendas con un grado de electrificación básico, según el REBT artículo ITC-BT-10 para este tipo de viviendas la potencia mínima será de 5,75 Kw, una vez aplicado su coeficiente de simultaneidad (14.3), obtenemos una potencia de 82.23 Kw en el punto F:

$$I_D = \frac{83230}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} \rightarrow I_D = 156.16 \text{ A}$$

#### **b) Máxima caída de tensión admisible:**

Según la instrucción REBT artículo ITC-BT-17, el 5% es la máxima caída de tensión admisible, obteniendo en nuestro caso un resultado de:

$$\Delta U = \frac{5 \cdot 380}{100} \rightarrow \Delta U_{\max} = 19 \text{ V}$$

**c) Centro virtual de consumo:**

Dimensionado del primer tramo de la línea 1, tramo AB, común para todas las ramificaciones de esta línea:

$$\lambda_{AB} = \frac{L_1 I_1 \cos \rho_1 + L_2 I_2 \cos \rho_2 + \dots + L_n I_n \cos \rho_n}{I_1 \cos \rho_1 + I_2 \cos \rho_2 + \dots I_n \cos \rho_n}$$

$$\lambda_{AB} = \frac{58.96(16+30)+136.5*(46+96)+100.5(46+98)+156.16(46+150)}{58.96+136.5+100.5+156.16} \rightarrow \lambda_{AB} = 148.6 \text{ m}$$

A partir de la siguiente expresión y sabiendo que  $I_{AL} = 0.0282$ , calculamos la sección del tramo AB:

$$S_{AB} = \frac{\sqrt{3} * 1}{\Delta U_{\text{máx}}} * \lambda_{AB} + \sum I * \cos \rho$$

$$S_{AB} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{19} * 148.6 * 452.11 * 0.8 \rightarrow S_{AB} = 138.17 \text{ mm}^2 \text{ (sección teórica)}$$

Elegiremos la sección práctica seleccionando la inmediata superior aceptada por las normas de la compañía eléctrica suministradora, siendo de:

$$S_{AB} = 150 \text{ mm}^2$$

La caída real de tensión entre el tramo AB es:

$$\Delta U_{AB} = \sqrt{3} \rho \frac{L_{AB}}{S_{AB}} * I_{AB} * \cos \rho$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{\sqrt{3} * 0,0282}{150} * 16 * 452.11 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{AB} = 1.88 \text{ V}$$

Desde el punto B hasta los puntos C se podrá perder:

$$\Delta U = \Delta U_{\text{máx}} - \Delta U_{AB} = 19 - 1.88 = 17.11 \text{ V}$$

#### d) Ramificaciones:

##### Tramo BC

En las derivaciones de este circuito se instalarán conductores de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección.

$$\Delta U_{BC} = \sqrt{3} \rho \frac{L_{BC}}{S_{BC}} * I_{BC} * \cos \rho$$

$I_{BC}$  es igual a la suma de todas las intensidades que soporta el tramo BC, y que  $L_{BC}$ , por tanto, se calcula:

$$L_{BC} = \frac{58.96*30+136.5*126+100.5*128+156.16*150}{452.11} \rightarrow L_{BC} = 122.22 \text{ m}$$

Ahora calculamos  $\Delta U_{BC}$ :

$$\Delta U_{BC} = \frac{\sqrt{3}*0,0282}{150} * 122.22 * 452.11 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{AB} = 14.4 \text{ V}$$

Desde el punto C a los puntos D, E, y F se podrá perder como máximo:

$$\Delta U = \Delta U_{AB} - \Delta U_{BC} = 17.52 - 14.4 = 3.12 \text{ V}$$

##### TRAMO CF

En esta derivación se instalarán conductores de sección constante de 150 mm<sup>2</sup>

La caída real de tensión en el tramo CF es de:

$$\Delta U_{CF} = \frac{\sqrt{3}*0,0282}{240} * 150 * 156.16 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{CF} = 6.10 \text{ V}$$

##### TRAMO CD

En esta derivación se instalarán conductores de sección constante de 150 mm<sup>2</sup>

La caída real de tensión en el tramo CD es de:

$$\Delta U_{CD} = \frac{\sqrt{3}*0,0282}{240} * 96 * 136.5 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{CF} = 3.41 \text{ V}$$

##### TRAMO CE

En esta derivación se instalarán conductores de sección constante de 150 mm<sup>2</sup>

La caída real de tensión en el tramo CE es de:

$$\Delta U_{CE} = \frac{\sqrt{3}*0,0282}{240} * 98 * 100.5 * 0.8 \rightarrow \Delta U_{CE} = 2.56 \text{ V}$$

### 5.3.2.4. Líneas de distribución de Baja Tensión.

➤ Línea 1

TRAMO	Sección Teórica	Sección práctica	$\Delta U$ Real
A-B	109.29mm <sup>2</sup>	150 mm <sup>2</sup>	5.21 V
B-C	Sec. Constante	150 mm <sup>2</sup>	5.75 V
B-D	Sec. constante	150 mm <sup>2</sup>	5.75 V

➤ Línea 2

TRAMO	Sección Teórica	Sección práctica	$\Delta U$ Real
A-B	156.1 mm <sup>2</sup>	240 mm <sup>2</sup>	0.61 V
B-C	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	11.75 V
C-F	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	4.79 V
C-D	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	1.16 V
C-E	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	1.2 V

➤ Línea 3

TRAMO	Sección Teórica	Sección práctica	$\Delta U$ Real
A-B	176.4 mm <sup>2</sup>	240 mm <sup>2</sup>	1.88 V
B-C	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	14.4 V
C-F	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	6.10 V
C-D	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	3.41 V
C-E	Sec. Constante	240 mm <sup>2</sup>	2.56 V

### **5.3.3. Cálculo de las protecciones de las líneas de distribución.**

#### **Línea 1.**

La línea 1 tiene una sección de 150 mm<sup>2</sup>, y según el REBT en su instrucción ITC-BT-07, apartado 3, tabla 4, nos dice que la máxima intensidad admisible para conductores de Aluminio de sección 150 mm<sup>2</sup> y con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) es de 330 A.

También nos dice que por ir alojada bajo tubo directamente enterrado el coeficiente correspondiente que le debemos aplicar según la ITC-BT-07, es de 0,8, resultando una intensidad final de:

$$I = I_{\text{máx adm}} * 0.8 \rightarrow I = 330 * 0.8 \rightarrow I = 264 \text{ A}$$

#### **Líneas 2 y 3.**

Las líneas 2 y 3 tienen una sección de 240 mm<sup>2</sup>, y según el REBT en su instrucción ITC-BT-07 apartado 3, tabla 4, nos dice que la máxima intensidad admisible para conductores de Aluminio de sección 240 mm<sup>2</sup> y con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) es de 430 A.

También nos dice que por ir alojada bajo tubo directamente enterrado el coeficiente correspondiente que le debemos aplicar según la ITC-BT-07, es de 0,8, resultando una intensidad final de:

$$I = I_{\text{máx adm}} * 0.8 \rightarrow I = 430 * 0.8 \rightarrow I = 344 \text{ A}$$

#### **Línea 4**

Se calculará en el siguiente apartado de Alumbrado Público Exterior.

### **5.4. Instalación del Alumbrado Público Exterior.**

#### **5.4.1. Cálculos eléctricos.**

Mediante la red subterránea de Baja Tensión se efectuará la alimentación a la red de alumbrado público exterior, formada por tres fases y un neutro.

La tensión entre fases es de 380 V y la tensión entre fases y neutro es de 220 V, con una frecuencia de 50 Hz.

Los conductores serán unipolares independientes tanto para las fases como para el neutro, siendo la sección mínima de los conductores de 6 mm<sup>2</sup> según el REBT en su instrucción ITC-BT-09, la caída de tensión no excederá del 3% desde el receptor más alejado al cuadro de mando según lo especificado en el REBT en su instrucción ITC-BT-19 y la potencia total será la multiplicación de la potencia por 1,8 según el REBT en su instrucción ITC-BT-09 por tratarse de equipos con lámparas.

#### 5.4.1.1. Secciones y protecciones.

A partir de todos los datos de partida de la instalación y de los resultados obtenidos anteriormente se han realizado los siguientes cálculos:

Para los últimos tramos, suministro monofásico:

- Cálculo de la intensidad:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

Siendo:

I = Intensidad (A)

P = Potencia de cálculo correspondiente a 1,8 veces la potencia teórica de las lámparas

U= Tensión entre fases y neutro

$\varphi$ = Angulo de desfase entre tensión e intensidad

- Cálculo de la caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\rho \cdot S \cdot U}$$

Siendo:

u = Caída de tensión (V)

L = Longitud en cada tramo

P = Potencia correspondiente a cada tramo

$\rho$  = Resistividad del cobre (=56)

U = Tensión (V)

S = Sección adoptada

Para los demás tramos, suministro trifásico:

- Cálculo de la intensidad:

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

Siendo:

I = Intensidad (A)

P = Potencia de cálculo correspondiente a 1,8 veces la potencia teórica de las lámpara

U = Tensión entre fase y neutro

$\varphi$  = Angulo de desfase entre tensión e intensidad

- Cálculo de la caída de tensión:

$$u = \frac{P * L}{\rho * S * U}$$

Siendo:

u = Caída de tensión (V)

L = Longitud en cada tramo

P = Potencia correspondiente a cada tramo

$\rho$  = Resistividad del cobre (=56)

U = Tensión (V)

S = Sección comercial adoptada

Los cálculos se han realizado a partir de las siguientes características:

- Tensión 380/220 V
- Resistividad del cobre  $\rho = 56$
- Caída de tensión máxima: 3%
- Factor de potencia 0,8
- Factor que multiplica la potencia nominal de las lámparas de descarga: 1.8
- Tipo de instalación: Subterránea

#### 5.4.1.2. Resumen de los cálculos realizados.

##### ➤ CIRCUITO 1

Circuito principal

TRAMO	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t Parcial (V)	C.d.t Total (V)
CM-48	15	2028	6,93	4 * 6	0,36	0,36
48-47	15	1859	6,36	4 * 6	0,33	0,68
47-46	15	1690	5,78	4 * 6	0,30	0,98
46-19	15	1521	5,20	4 * 6	0,27	1,25
19-20	15	1352	4,62	4 * 6	0,24	1,49
20-21	15	1183	4,04	4 * 6	0,21	1,70
21-22	15	1014	3,47	4 * 6	0,18	1,88
22-23	15	845	2,89	4 * 6	0,15	2,03
23-24	15	676	2,31	4 * 6	0,12	2,14
24-25	15	507	1,73	4 * 6	0,09	2,23
25-26	15	338	3,46	3 * 6	0,16	2,39
26-27	15	169	1,73	2 * 6	0,12	2,51

**C.d.t = 2.51 V**

**% C.d.t = 0.66 %**

Derivación 1.1

TRAMO	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t Parcial (V)	C.d.t Total (V)
19-18	30	1352	4,62	4 * 6	0,48	1,73
18-17	15	1183	4,04	4 * 6	0,21	1,93
17-16	15	1014	3,47	4 * 6	0,18	2,11
16-15	15	845	2,89	4 * 6	0,15	2,26
15-14	15	676	2,31	4 * 6	0,12	2,38
14-13	60	507	1,73	4 * 6	0,36	2,74
13-12	15	338	3,46	3 * 6	0,16	2,90
12--11	15	169	1,73	2 * 6	0,12	3,02

**C.d.t = 3.02 V**

**% C.d.t = 0.79 %**

➤ **CIRCUITO 2**

Circuito principal

TRAMO	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t Parcial (V)	C.d.t Total (V)
CM-49	15	2197	7,51	4 * 6	0,39	0,39
49-50	15	2028	6,93	4 * 6	0,36	0,74
50-51	15	1859	6,36	4 * 6	0,33	1,07
51-52	15	1690	5,78	4 * 6	0,30	1,37
52-53	15	1521	5,20	4 * 6	0,27	1,64
53-54	15	1352	4,62	4 * 6	0,24	1,88
54-55	15	1183	4,04	4 * 6	0,21	2,08
55-56	15	1014	3,47	4 * 6	0,18	2,26
56-57	15	845	2,89	4 * 6	0,15	2,41
57-31	15	676	2,31	4 * 6	0,12	2,53
31-30	15	507	1,73	4 * 6	0,09	2,62
30-29	15	324	3,31	3 * 6	0,15	2,77
29-28	15	169	1,73	2 * 6	0,12	2,89

**C.d.t = 2.89 V**

**% C.d.t = 0.76 %**

Derivación 2.1

TRAMO	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t Parcial (V)	C.d.t Total (V)
31-32	15	676	2,31	4 * 6	0,12	2,47
32-33	15	507	1,73	4 * 6	0,09	2,56
33-34	15	338	3,46	3 * 6	0,16	2,72
34-35	15	169	1,73	2 * 6	0,12	2,84

**C.d.t = 2.84 V**

**% C.d.t = 0.74 %**

➤ **CIRCUITO 3**

Circuito principal

TRAMO	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t Parcial (V)	C.d.t Total (V)
CM-45	15	2366	8,09	4 * 6	0,42	0,42
45-44	15	2197	7,51	4 * 6	0,39	0,80
44-43	15	2028	6,93	4 * 6	0,36	1,16
43-42	15	1859	6,36	4 * 6	0,33	1,49
42-41	15	1690	5,78	4 * 6	0,30	1,79
41-40	15	1521	5,20	4 * 6	0,27	2,05
40-39	15	1352	4,62	4 * 6	0,24	2,29
39-38	15	1183	4,04	4 * 6	0,21	2,50
38-37	15	1014	3,47	4 * 6	0,18	2,68
37-36	15	845	2,89	4 * 6	0,15	2,83
36-5	15	676	2,31	4 * 6	0,12	2,95
5-6	15	507	1,73	4 * 6	0,09	3,04
6-7	15	338	3,46	3 * 6	0,16	3,20
7-8	15	169	1,73	2 * 6	0,12	3,32

**C.d.t = 3.32 V**

**% C.d.t = 0.87 %**

### Derivación 3.1

TRAMO	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t Parcial (V)	C.d.t Total (V)
5--4	15	676	2,31	4 * 6	0,12	3,07
4--3	15	507	1,73	4 * 6	0,09	3,16
3--2	15	338	3,46	3 * 6	0,16	3,32
2--1	15	169	1,73	2 * 6	0,12	3,44

**C.d.t = 3.44 V**

**% C.d.t = 0.9 %**

#### ➤ **CIRCUITO 4**

Circuito principal

TRAMO	Longitud (m)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	C.d.t Parcial (V)	C.d.t Total (V)
CM-62	30	1352	4,62	4 * 6	0,48	0,48
62-63	15	1183	4,04	4 * 6	0,21	0,68
63-64	15	1014	3,47	4 * 6	0,18	0,86
64-65	15	845	2,89	4 * 6	0,15	1,01
65-61	15	676	2,31	4 * 6	0,12	1,13
61-60	60	507	1,73	4 * 6	0,36	1,49
60-59	15	338	3,46	3 * 6	0,16	1,65
59-58	15	169	1,73	2 * 6	0,12	1,77

**C.d.t = 1.77 V**

**% C.d.t = 0.47 %**

#### **5.4.1.3. Sección de las líneas de mando.**

Para las líneas de mando tendremos en cuenta las mismas consideraciones que para la instalación subterránea de Alumbrado Público.

Al comparar las potencias, observamos que la potencia consumida por los equipos auxiliares es menor, por tanto, no es necesario realizar los cálculos de la sección y optamos por la mínima establecida por el REBT en el ITC-BT-09, la cual está establecida en 6 mm<sup>2</sup>.

#### 5.4.1.4. Cuadro de mando.

En el cuadro de mando hay conectadas 65 luminarias Indalux modelo IVH, con una potencia de 169 W de V.A.S.P. por luminaria, siendo la potencia total de 10.985 W.

Por tratarse de lámparas, la potencia de cálculo será:

$$P_c = P * 1.8 \rightarrow P_c = 10.985 * 1.8 \rightarrow P_c = 19.773 \text{ W}$$

Siendo la intensidad:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3}U \cos \varphi}$$

$$I = \frac{19.773}{\sqrt{3} * 380 * 1,8} \rightarrow I_D = 16.69 \text{ A}$$

##### 5.4.1.4.1. Caídas de tensión en el cuadro de mando.

CIRCUITO	CAIDA DE TENSIÓN (V)	CAIDA DE TENSIÓN (%)
Nº 1	3.02	0.79
Nº 2	2.84	0.74
Nº 3	3.44	0.9
Nº 4	1.77	0.49

La caída de tensión disponible será:

3,44 V (09%) es la caída de tensión más desfavorable, por tanto:

$$3 \% - 0,9 \% = 2,1 \%$$

Lo equivalente a:

$$u = \frac{u(\%) * U}{100}$$

$$u = \frac{2.1 * 380}{100} \rightarrow u = 7.98 \text{ A}$$

Obtenemos una caída máxima de tensión admisible en la acometida de 7.98 V.

A partir de la intensidad demandada y con la caída máxima de tensión admisible, calculamos la sección de la acometida del cuadro:

$$S = \frac{P_c * L}{\rho * U * u}$$

$$S = \frac{19773 * 6}{56 * 380 * 7.98} \rightarrow S = 0.7 \text{ mm}^2$$

Siendo esta sección menor a la mínima establecida por el REBT en su instrucción ITC-BT-09 de 6 mm<sup>2</sup>, optaremos por utilizar la sección de 6 mm<sup>2</sup> para el cálculo de la caída de tensión:

$$u = \frac{P_c * L}{\rho * U * S}$$

$$u = \frac{19773 * 6}{56 * 380 * 6} \rightarrow u = 0.93 \text{ V mm}^2$$

Obteniendo una caída de tensión en tanto por ciento de:

$$u (\%) = \frac{0.93 * 100}{380} \rightarrow u = 0.25 \text{ V mm}^2$$

Por lo que la caída de tensión total será:

$$2.1 \% + 0.25 \% = 2.35 \%$$

Siendo menor que la caída de tensión máxima establecida por el REBT en ITC-BT-09, establecida con el 3 %.

Comprobación de la sección por densidad de corriente:

$$d = \frac{I}{S}$$

Siendo:

**d** = Densidad de corriente

**I** = Intensidad (A)

**S** = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

Según el REBT, tabla 5 de la instrucción ITC-BT-07, para un conductor tetrapolar de cobre de 6 mm<sup>2</sup> con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), corresponde a una intensidad de 66 A.

Además, según el REBT, apartado 3.1.3 de las instrucciones del ITC-BT-07, debemos aplicarle el correspondiente factor de potencia por conductores enterrados que es 0,8.

$$d_{\max} = \frac{I}{S}$$

$$d_{\max} = \frac{66 \cdot 0.8}{6} \rightarrow d_{\max} = 8.80 \text{ A/mm}^2$$

Siendo la densidad de:

$$d = \frac{I}{S}$$

La densidad será:

$$d = \frac{42.5 \cdot 0.8}{6} \rightarrow d_{\max} = 5.66 \text{ A/mm}^2$$

#### **5.4.1.5. Puesta a tierra de las columnas de alumbrado.**

Según el REBT en ITC-BT-09, la puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.

En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.

Al ser conductores de cobre desnudo, la sección mínima será de 35 mm<sup>2</sup>.

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación.

## **6. Estudio Básico de Seguridad y Salud.**

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

#### **6.1.1.- Objeto.**

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 (y modificaciones según RD 604/2006), 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 (y modificaciones según RD 604/2006), de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y 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.

### **6.1.2. Campo de aplicación.**

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud se aplica en las obras de construcción de Líneas Subterráneas, que realiza la compañía eléctrica Iberdrola.

### **6.1.3. Normativa aplicable.**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

#### **6.1.4. Metodología y desarrollo del estudio.**

##### **6.1.4.1. Aspectos generales.**

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

##### **6.1.4.2. Identificación de riesgos.**

En función de las tareas a realizar y de las distintas fases de trabajos de que se compone la obra, aparecen una serie de riesgos asociados ante los cuales se deberá adoptar unas medidas preventivas. A continuación se enumeran las distintas fases, o tareas significativas de la obra, que más adelante serán descritas.

###### **6.1.4.2.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.**

Los riesgos más frecuentes durante las obras de construcción son:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.)
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.)
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos.

- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frio-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes, cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turnos.

#### 6.1.4.2.2. Medidas preventivas de carácter general.

- Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).
- Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías aparatos de calefacción y climatización etc.)
- Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.
- El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.
- El transporte de elementos pesados (saco de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.
- Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.
- Se tendrán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.
- La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.
- El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

- Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.
- Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.
- Se tratará que la carga y su volumen permitan hacerla con facilidad.
- Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.
- Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.
- La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

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

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

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 metros.
- La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zavorras.

- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- Se efectuará el achique inmediato e las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:
  - Se procederá a solicitar a la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
  - La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
  - La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 metros, en zonas accesibles durante la construcción.
  - Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### 6.1.4.2.3.2. Relleno de tierras.

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
  - Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
  - Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 metros en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### 6.1.4.2.3.3. Encofrados.

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán barandillas, reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
  - Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

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

- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,50 metros.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc) de trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### 6.1.4.2.3.5. Trabajos de manipulación del hormigón.

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonas, que dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde “castilletes de hormigonado”.
- En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.
- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
  - Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defecto apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas de antihumedad.
- Las mangueras de “alargadera” por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los apartamentos verticales.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a “pies derechos” firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla asilante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
  - 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
  - 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde.  
Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:
  - Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manquera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentación a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a 2 metros, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- No se permitirán las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.
- No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### 6.1.4.2.4. Medidas preventivas para líneas subterráneas de Media y Baja

Tensión.

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

##### 6.1.4.2.4.1. Transporte y acopio de materiales.

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales al lugar de realización de la obra. Los vehículos deben cumplir exactamente lo estipulado en el Código de Circulación.

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

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes de protección.
- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.

Otros aspectos a considerar:

En cuanto al Acopio de material, hay que tener en cuenta, que antes de realizarlo se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger el mejor camino para llegar a los puntos de ubicación de los Apoyos, o bien limpiar o adecuar un camino.

Los caminos, pistas o veredas acondicionadas para el acopio del material deberán ser lo suficientemente anchos para evitar roces y choques, con ramas, árboles, piedras, etc.

El almacenamiento de los materiales, se, deberá realizar de tal manera que estos no puedan producir derrumbamientos o deslizamientos. Se procurará seguir la siguiente clasificación:

- Áridos, cemento y gravas en filas y montones de no más de un metro.
- Cajas de aisladores se depositarán unas sobre otras sin que se rebase el metro de altura, se colocarán cuñas laterales para evitar deslizamientos o derrumbes.
  - Herrajes para en armado de los apoyos y tortillería necesaria se depositará clasificando los hierros de mayor a menor dimensión, procurando no apilar cantidades excesivas.

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

Riesgos Asociados	Medidas Preventivas
1. Caída a las zanjas. 2. Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas. 3. Atropellos causados por la maquinaria. 4. Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.	1 Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas. 2 Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las maquinas en movimiento. 3 Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento. 4 Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada. 5 Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios. 6 Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria. 7 Prohibir el paso a toda persona ajena. 8 Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma. 9 Establecer zonas de paso y acceso a la obra. 10 Dotar de la adecuada protección al personal

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

Riesgos Asociados	Medidas Preventivas
<p>Caída de las personas al mismo nivel.                      Caída de las personas a distinto nivel.                      Caída de objetos.                      Desprendimientos, desplomes y derrumbes.                      Choques y golpes.                      Proyecciones.</p>	<p>En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad.                      Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.                      Zona de evolución del a maquinaria delimitada y señalizada.                      Estimación de las distancias por exceso.</p>
<p>Contactos eléctricos.                      Arco eléctrico.                      Explosiones.                      Incendios.</p>	<p>Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.                      Distancias específicas para personal sin facultad a trabajar en instalaciones eléctricas.                      Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.                      Puestas a tierra en buen estado.                      Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.                      Protección contra sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.                      Solicitar permisos de trabajos con riesgos especiales.</p>

6.1.4.2.4.4. Tendido, empalme y terminales de conductores subterráneos.

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

**6.1.4.3 Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.**

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

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados.  
Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.

#### **6.1.4.4. Protecciones.**

##### Ropas de trabajo:

Ropas de trabajo adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

##### Equipos de protección:

- Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesario según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
  - Calzado de seguridad.
  - Casco de seguridad.
  - Guantes aislantes de electricidad Baja Tensión y Alta Tensión.
  - Guantes de protección mecánica.
  - Pantalla contra proyecciones.
  - Gafas de seguridad.
  - Cinturón de seguridad.
  - Discriminador de Baja Tensión.
  - Señalización: cintas, banderolas, etc.
  - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar.

##### Equipo de primeros auxilios:

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

##### Equipo de protección contra incendios:

Extintores de polvo seco clase A, B y C.

#### **6.1.4.5. Características generales de la obra.**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

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

- Servicios higiénicos. No se prevé.
- Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores. Entre otras cosas se deberá de disponer de:
  - Instrucciones de operación normal y de emergencia.
  - Señalización clara de mandos de operación y emergencia.
  - Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento.
  - Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

#### **6.1.4.6. Riesgos laborales no eliminables completamente.**

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos.

La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse en:

##### Toda la obra

- Riesgos más frecuentes:
- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de objetos sobre terceros.
- Choques o golpes contra objetos.
- Fuertes vientos.
- Trabajos en condición de humedad.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobresfuerzos.

##### Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1 m) a líneas eléctricas de Baja Tensión.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3-5 m) a líneas eléctricas de Alta Tensión.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
-

Señalización de la obra (señales y carteles).

- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2 m.
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes.
- Extintor de polvo seco.
- Evacuación de escombros.
- Escaleras auxiliares.
- Información específica.
- Grúa parada y en posición veleta.

#### Equipos de protección individual:

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

#### Movimientos de tierras

##### Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de materiales transportados.
- Caídas de operarios al vacío.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas.
- Ruidos y vibraciones.
- Interferencia con instalaciones enterradas.
- Electrocuciiones.

##### Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras.
- Achique de aguas.
- Pasos o pasarelas.
- Separación de tránsito de vehículos y operarios.
- No acoplar junto al borde de la excavación.
- No permanecer bajo el frente de excavación.
- Barandillas en bordes de excavación (0,9 m).
- Acotar las zonas de acción de las máquinas.
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.

### 6.1.5. Conclusión.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra, en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

### 6.1.6. Anexos.

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

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

Actividad	Riesgos	Acciones preventivas y protecciones
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de <u>instalaciones</u> ).	<ul style="list-style-type: none"><li>- Golpes.</li><li>- Heridas.</li><li>- Caídas.</li><li>- Atrapamientos.</li><li>- Contacto eléctrico directo e indirecto en Alta Tensión y Baja Tensión.</li><li>- Presencia de animales, colonias, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</li><li>- Mantenimientos equipos y <u>utilización de EPI's</u>.</li><li>- Utilización de <u>EPI's</u>, adecuación de cargas, control de maniobras y <u>vigilancia</u> continuada.</li><li>- Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.</li></ul>

#### Riesgos de cada actividad:

Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).

Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contactos eléctricos.

Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).

Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.

- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.
- Ver Anexo I y presencia de colonias, nidos.

Acciones preventivas y protecciones:

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

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

Actividades:

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

Riesgos de cada actividad:

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

Acciones preventivas y protecciones:

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

- Ver punto 3.1.4.4., Utilización de EPI's, coordinar con el cliente los trabajos a realizar, aplicar las 5 reglas de oro\*, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Ver punto 3.1.4.4, orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y atención continuada, apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, informar por parte del jefe de trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puentes en tensión más cercanos.

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

##### Actividades.

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

##### Riesgos de cada actividad.

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

#### Acciones preventivas y protecciones.

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

#### **6.1.6.5. Anexo 5: Trabajos en tensión.**

##### Disposiciones generales.

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los

apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc. En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios:

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

3. A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante. En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Como ya se ha dicho, todos los equipos utilizados en los distintos métodos de trabajo en tensión deben ser elegidos entre los diseñados específicamente para este fin, de acuerdo con la normativa legal y/o técnica que les resulte de aplicación.

Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:

- Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión).
- Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.).
- Los requisitos de mantenimiento y conservación.
- Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad.

Los materiales aislantes y las herramientas aisladas deben ser guardados en lugares secos y su transporte al lugar de trabajo debe hacerse en estuches o fundas que garanticen su protección. Asimismo, en el lugar de trabajo deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables a salvo del polvo y la humedad.

Antes de su utilización se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantías de que están bien secas y limpias. Del mismo modo, los equipos de protección individual deben guardarse en lugares secos y transportarse en estuches o fundas adecuadas.

En todo caso, los referidos equipos de trabajo deben cumplir las disposiciones del RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre equipos de trabajo.

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

### **6.2.1. Objeto.**

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

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

### **6.2.2. Características de la obra.**

#### Descripción de la obra y situación

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

#### **6.2.2.1. Suministros de energía eléctrica.**

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

### **6.2.2.2. Suministro de agua potable.**

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

### **6.2.2.3. Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos.**

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

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

### **6.2.2.4. Interferencias y servicios afectados.**

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

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

## **6.2.3. Memoria.**

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

### **6.2.3.1. Obra civil.**

#### **6.2.3.1.1. Movimiento de tierras y cimentaciones.**

- a) Riesgos más frecuentes
- Caídas a las zanjas.
  - Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
  - Atropellos causados por la maquinaria.
  -

Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

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

6.2.3.1.2. Estructura.

a) Riesgos más frecuentes:

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

b) Medidas preventivas:

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
-

Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.

- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### 6.2.3.1.3. Cerramientos.

- a) Riesgos más frecuentes:
- Caídas de altura.
  - Desprendimiento de cargas-suspendidas.
  - Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
  - Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).
- b) Medidas de prevención:
- Señalizar las zonas de trabajo.
  - Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
  - Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
  - Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### 6.2.3.1.4.- Albañilería.

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

b) Medidas de prevención:

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

**6.2.3.2. Montaje.**

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

**6.2.3.2.1.- Colocación de soportes y embarrados.**

a) Riesgos más frecuentes:

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

b) Medidas de prevención:

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

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

a) Riesgos más frecuentes:

-

Atrapamientos contra objetos.

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

b) Medidas de prevención:

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

6.2.3.2.3. Operaciones de puesta en tensión.

a) Riesgos más frecuentes:

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

b) Medidas de prevención:

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### **6.2.4. Aspectos generales.**

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

##### **6.2.4.1. Botiquín de obra.**

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

## **7. BIBLIOGRAFÍA.**

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

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