



---

# PROYECTO FIN DE CARRERA

## Electrificación de Polígono Residencial

Titulación: I.T.I. ESP. ELECTRICIDAD  
Alumno: EDUARDO JAVIER MARTINEZ MARIN  
Directores: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

MURCIA A 27 DE FEBRERO DE 2015



---

# ÍNDICE

## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1. OBJETO DEL PROYECTO

### 1.2. TITULAR AL PRINCIPIO Y AL FINAL DE LA INSTALACIÓN

### 1.3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN

### 1.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

### 1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA.

#### 1.5.1. RED DE BAJA TENSIÓN

#### 1.5.2. RED DE MEDIA TENSIÓN

#### 1.5.3. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO

#### 1.5.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 1.5.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

### 1.6. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

### 1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 1.8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

#### 1.8.1. TRAZADO

#### 1.8.2. LONGITUD



### 1.8.3. INICIO Y FINAL DE LA LÍNEA

### 1.8.4. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

### 1.8.5. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI

### 1.8.6. PUESTA A TIERRA

## 1.9. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

### 1.9.1. CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

### 1.9.2. POTENCIA A TRANSPORTAR

### 1.9.3. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

### 1.9.4. MATERIALES

### 1.9.5. CONDUCTORES

### 1.9.6. AISLAMIENTOS

### 1.9.7. HERRAJES Y ACCESORIOS

### 1.9.8. APOYOS

### 1.9.9. CRUCETAS

### 1.9.10. SEÁLIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO

### 1.9.11. PUESTA A TIERRA

### 1.9.12. PROTECCIÓN Y MANIOBRA

### 1.9.13. CIMENTACIÓN DE LOS APOYOS



#### 1.9.14. ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

### 1.10. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

#### 1.10.1. TRAZADO

#### 1.10.2. LONGITUD

#### 1.10.3. INICIO Y FINAL DE LA LÍNEA

#### 1.10.4. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

#### 1.10.5. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI

#### 1.10.6. MATERIALES

##### 1.10.6.1. CONDUCTORES

##### 1.10.6.2. ACCESORIOS

##### 1.10.6.3. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FÍN DE LÍNEA

##### 1.10.6.4. ZANJAS Y SISTEMA DE ENTERRAMIENTO

##### 1.10.6.5. MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD

#### 1.10.7. PUESTA A TIERRA

### 1.11. DESCRIPCIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 1.11.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO PFU

##### 1.11.1.1. DESCRIPCIÓN

##### 1.11.1.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA



1.11.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

1.11.1.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1.11.1.5. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADORES

1.11.1.6. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN

1.11.1.7. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MT Y BT

1.11.1.8. MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.11.1.9. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL

1.11.1.10. PUESTA A TIERRA

1.11.1.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS

1.11.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK – 24

1.11.2.1. DESCRIPCIÓN

1.11.2.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.11.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

1.11.2.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1.11.2.5. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADORES

1.11.2.6. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN

1.11.2.7. CARACTERÍSTICAS DE MATERIAL VARIO DE BT Y MT



1.11.2.8. MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

1.11.2.9. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL

1.11.2.10. PUESTA A TIERRA

1.11.2.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS

1.12. OBRA CIVIL

1.13. DOCUMENTACIÓN

1.14. CONCLUSIÓN

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

2.1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA

2.1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO Y CONSIDERACIONES

2.1.3. CÁLCULO DE ANILLOS DE BAJA TENSIÓN

2.1.3.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE REPARTO (CT R)

2.1.3.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 1)

2.1.3.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 2)

2.1.3.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 3)

2.1.3.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 4)

2.1.3.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 5)



2.1.3.7. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 6)

2.1.3.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 7)

2.1.3.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 8)

2.1.3.10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 9)

2.1.3.11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 10)

2.1.3.12. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 11)

2.1.3.13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 12)

2.1.3.14. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 13)

## 2.2. RED DE MEDIA TENSIÓN

2.2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

2.2.1.1. INTENSIDAD NOMINAL DE DISEÑO

2.2.1.2. DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE

2.2.1.3. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD  
MÁXIMA ADMISIBLE

2.2.1.4. SELECCIÓN DEL ARMADO DE LOS APOYOS

2.2.1.5. SELECCIÓN DE LA ALTURA DE LOS APOYOS

2.2.2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALIMENTACIÓN DESDE EL ENTRONQUE HASTA EL CT  
DE REPARTO

2.2.2.1. PREVISIÓN DE POTENCIA



#### 2.2.2.2. INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

#### 2.2.2.3. CAÍDA DE TENSIÓN

#### 2.2.2.4. CORTOCIRCUITO

#### 2.2.2.5. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

#### 2.2.2.6. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAILES, VALLAS. CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN

### 2.2.3. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO

#### 2.2.3.1. PREVISIÓN DE POTENCIA

#### 2.2.3.2. INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

#### 2.2.3.3. CAÍDA DE TENSIÓN

#### 2.2.3.4. CORTOCIRCUITO

#### 2.2.3.5. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

#### 2.2.3.6. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAILES, VALLAS. CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN

### 2.2.4. CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN

#### 2.2.4.1. CAÍDA DE TENSIÓN

#### 2.2.4.2. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

#### 2.2.4.3. CORTOCIRCUITO





#### 2.2.4.4. RESULTADO CÁLCULOS

2.2.4.5. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAILES, VALLAS. CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN

### 2.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 2.3.1. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400 KVA TIPO PFU

##### 2.3.1.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

##### 2.3.1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

##### 2.3.1.3. CORTOCIRCUITOS

##### 2.3.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

##### 2.3.1.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

##### 2.3.1.6. DIMENSIONADO DE PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

##### 2.3.1.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

##### 2.3.1.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

##### 2.3.1.9. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

###### 2.3.1.9.1. PUESTA A TIERRA CT PFU-5/20

###### 2.3.1.9.2. PUESTA A TIERRA CT PFU-3/20

#### 2.3.2. CÁLCULO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE 400 KVA TIPO MINIBLOK

##### 2.3.2.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN



#### 2.3.2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

#### 2.3.2.3. CORTOCIRCUITOS

#### 2.3.2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

#### 2.3.2.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

#### 2.3.2.6. DIMENSIONADO DE PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

#### 2.3.2.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

#### 2.3.2.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

#### 2.3.2.9. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1. CONDICIONES GENERALES

##### 3.1.1. ALCANCE

##### 3.1.2. REGLAMENTO Y NORMAS

##### 3.1.3. EJECUCIÓN DE OBRAS

##### 3.1.3.1. COMIENZO

##### 3.1.3.2. PLAZO DE EJECUCIÓN

##### 3.1.3.3. LIBRO DE ÓRDENES

##### 3.1.4. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

##### 3.1.5. OBRAS COMPLEMENTARIAS



### 3.1.6. MODIFICACIONES

### 3.1.7. OBRA DEFECTUOSA

### 3.1.8. MEDIOS AUXILIARES

### 3.1.9. CONSERVACIÓN DE OBRAS

### 3.1.10. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.1.10.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL

#### 3.1.10.2. PLAZO DE GARANTIA

#### 3.1.10.3. RECEPCIÓN DEFINITIVA

#### 3.1.10.4. MODO DE CONTRATACIÓN

#### 3.1.10.5. PRESENTACIÓN

#### 3.1.10.6. SELECCIÓN

### 3.1.11. FIANZA

## 3.2. CONDICIONES ECONÓMICAS

### 3.2.1. ABONO DE LA OBRA

### 3.2.2. PRECIOS

### 3.2.3. REVISIÓN DE PRECIOS

### 3.2.4. PENALIZACIONES

### 3.2.5. CONTRATO



### 3.2.6. RESPONSABILIDADES

### 3.2.7. RESCISIÓN DE CONTRATO

### 3.2.8. LIQUIDACIÓN

## 3.3. CONDICIONES FACULTATIVAS

### 3.3.1. NORMAS A SEGUIR

### 3.3.2. PERSONAL

## 3.4. PLIEGO DE CONCIONES DE BAJA TENSIÓN

### 3.4.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN

#### 3.4.1.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES

#### 3.4.1.2. ACCESORIOS

#### 3.4.1.3. MEDIDAS ELÉCTRICAS

#### 3.4.1.4. OBRA CIVIL

#### 3.4.1.5. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO

### 3.4.2. NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 3.4.3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA

### 3.4.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

### 3.4.5. REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIODICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE LOS INSTALADORES, MANTENEDORES Y ORGANISMOS DE CONTROL



### 3.5. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

#### 3.5.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN

##### 3.5.1.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES

##### 3.5.1.2. ACCESORIOS

##### 3.5.1.3. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO

#### 3.5.2. NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 3.6. PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 3.6.1. CALIDADES DE LOS MATERIALES

##### 3.6.1.1. OBRA CIVIL

##### 3.6.1.2. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

##### 3.6.1.3. TRANSFORMADORES

##### 3.6.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA

#### 3.6.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

#### 3.6.3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA

#### 3.6.4. CONDICIONES DE USO MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

#### 3.6.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

#### 3.6.6. LIBRO DE ÓRDENES



### 3.7. PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

#### 3.7.1. LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES

#### 3.7.2. OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA

#### 3.7.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

#### 3.7.4. INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIJIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES

#### 3.7.5. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

#### 3.7.6. CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS

### 3.8. PLIEGO DE CONDICIONES DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

#### 3.8.1. OBLIGACIONES AGENTES INTERVINIENTES

#### 3.8.2. GESTIÓN DE RESIDUOS

#### 3.8.3. DERRIBO Y DEMOLICIÓN

#### 3.8.4. SEPARACIÓN

#### 3.8.5. DOCUMENTACIÓN

#### 3.8.6. NORMATIVA

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

### 4.1. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSION

#### 4.1.1. OBJETO

#### 4.1.2. CAMPO DE APLICACION



#### 4.1.3. NORMATIVA APLICABLE

#### 4.1.4. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO

##### 4.1.4.1. ASPECTOS GENERALES

##### 4.1.4.2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

##### 4.1.4.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS

##### 4.1.4.4. PROTECCIONES

##### 4.1.4.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

#### 4.1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

##### 4.1.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

##### 4.1.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

##### 4.1.5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

##### 4.1.5.3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS. EXCAVACIÓN DE POZOS Y ZANJAS

##### 4.1.5.3.2. RELLENO DE TIERRAS

##### 4.1.5.3.3. ENFOCADOS

##### 4.1.5.3.4. TRABAJOS CON FERRALLA, MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA

##### 4.1.5.3.5. TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN

##### 4.1.5.3.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA

##### 4.1.5.4. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN



4.1.5.4.1. TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES

4.1.5.4.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICION DE PAVIMENTO

4.1.5.4.3. CERCANÍA A LAS LÍNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

4.1.5.4.4. TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS

4.1.5.4.5. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

4.1.6. CONCLUSIÓN

4.1.7. ANEXOS

4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PREFABRICADOS

4.2.1. OBJETO

4.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

4.2.2.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

4.2.2.2. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

4.2.2.3. VERTIDO DE AGUAS SÚCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS

4.2.2.4. INTERFERENCIAS Y SERVÍCIOS AFECTADOS

4.2.3. MEMORIA

4.2.3.1. OBRA CIVIL

4.2.3.2. MONTAJE





#### 4.2.4. ASPECTOS GENERALES

##### 4.2.4.1. BOTIQUÍN DE OBRA

#### 4.2.5. NORMATIVA APLICABLE

##### 4.2.5.1. NORMAS OFICIALES

#### 4.2.6. ANEXOS

## 5. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### 5.1. NORMATIVA DE REFERENCIA

#### 5.1.2. DEFINICIONES

### 5.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

### 5.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

#### 5.3.1. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

#### 5.3.2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA, EN TONELADAS Y METROS CÚBICOS

### 5.4. MEDIDAS PARA LA PREVIENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

### 5.5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

### 5.6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

### 5.7. INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES

### 5.8. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



## 6. PRESUPUESTO

### 6.1. PRESUPUESTO PARCIAL

#### 6.1.1. PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL

#### 6.1.2. PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN

#### 6.1.3. PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN

#### 6.1.4. PRESUPUESTO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 6.1.5. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 6.2. PRESUPUESTO TOTAL

## 7. PLANOS

PLANO Nº 1: SITUACIÓN

PLANO Nº 2: ANILLOS 1,2 Y3 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE REPARTO

PLANO Nº 3: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

PLANO Nº 4: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

PLANO Nº 5: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

PLANO Nº 6: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4



PLANO Nº 7: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5

PLANO Nº 8: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 6

PLANO Nº 8 B: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 7

PLANO Nº 9: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8

PLANO Nº 10: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 9

PLANO Nº 11: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 10

PLANO Nº 12: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 11

PLANO Nº 13: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 12

PLANO Nº 14: ANILLOS 1 Y 2 – BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 13

PLANO Nº 15: PERFIL DE LINÉA AÉREA

PLANO Nº 16: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20

PLANO Nº 17: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20

PLANO Nº 18: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK



PLANO Nº 19: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK

PLANO Nº 20: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN FPU-3/20

PLANO Nº 21: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN FPU-3/20

PLANO Nº 22: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

PLANO Nº 23: RECORRIDO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

PLANO Nº 24: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO MINIBLOK

PLANO Nº 25: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO REPARTO

PLANO Nº 26: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 13) PFU3/20

PLANO Nº 27: TIPOS DE ZANJAS POLIGONO – ACERAS

PLANO Nº 28: TIPO DE ZANJAS POLIGONO CRUCE CALAZADA

PLANO Nº 29: PLANO POLIGONO RESIDENCIAL

---



# PROYECTO FIN DE CARRERA

Electrificación de Polígono  
Residencial

DOCUMENTO Nº1

Memoria Descriptiva

Titulación: I.T.I. ESP. ELECTRICIDAD  
Alumno: EDUARDO JAVIER MARTINEZ MARIN  
Directores: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

MURCIA FEBRERO DE 2015



## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1. OBJETO DEL PROYECTO

Proyecto final de carrera por encargo del departamento de ingeniería eléctrica de la Universidad Politécnica de Cartagena, tiene por objeto definir las características técnicas y de seguridad del suministro eléctrico de las diferentes parcelas que componen el polígono industrial, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo, y obtener las autorizaciones pertinentes por parte de los organismos competentes, especialmente el Exmo. Ayuntamiento de Murcia, Consejería de Industria y la Compañía suministradora de energía eléctrica “Iberdrola, S.A.”

### 1.2. TITULAR AL PRINCIPIO Y AL FINAL DE LA INSTALACIÓN

El presente proyecto se redacta por encargo de la UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA, que asumirá también la titularidad inicial de las instalaciones objeto del proyecto. Los datos son los siguientes:

- Razón Social: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA
- Dirección: Plaza del Cronista Isidoro Valverde, Edificio “La Milagrosa”, s/n CP. 30202 Cartagena (Murcia).

Finalmente la titularidad de la instalación será traspasada a la distribuidora eléctrica IBERDROLA. Los datos son los siguientes:

- Razón Social: IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.
- Dirección: C/ Sofía S/N, polígono industrial Cabezo Beaza (Cartagena).

### 1.3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN.

La instalación está destinada para el abastecimiento eléctrico de las viviendas particulares situadas en el polígono, así como los servicios públicos ubicados en dicho polígono, por lo que los usuarios finales serán las personas residentes en dicho polígono, así como los usuarios que utilicen los equipamientos sociales, educativos y zonas ajardinadas

### 1.4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

El polígono residencial está ubicado en la zona en la pedanía de la Tercia perteneciente término municipal de Murcia y queda limitado:

- Por el Norte, con la Tercia
- Por el Sur, con Polaris World
- Por el Este, con Avileseles
- Por el Oeste, con Casas del Cura



El emplazamiento del polígono residencial que limitado por:

- Por el Norte con la Avenida de Balsicas
- Por el Sur, con la RM19, Autovía del Mar Menor
- Por el Este, con la Carretera de San Javier
- Por el Oeste, con la RM – F13

## **1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA.**

### **1.5.1. RED DE BAJA TENSIÓN.**

Está formado por un polígono residencial de quince parcelas diseñadas para la creación de viviendas unifamiliares (1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 21) y seis parcelas destinadas a edificios (4, 5, 8, 9, 19 y 20), seis zonas comunes con jardín, un equipamiento social y otro juvenil. Las viviendas unifamiliares tendrán una electrificación elevada (9,2 KW) mientras que las viviendas para los edificios será una electrificación básica (5,75 KW), en cuanto a las zonas de jardín, la potencia que le asignaremos será la correspondiente a una luminaria Na HP de 100 W por cada 30 m<sup>2</sup>, el equipamiento social se le asignará una potencia de 10 W por cada m<sup>2</sup>, al equipamiento educativo se le asignará una potencia de 5 W por cada m<sup>2</sup> y la potencia que se tendrá en cuenta para el alumbrado de viales se resolverá instalando tres centros de mando de 20 KW cada uno. INGENIERÍA

### **1.5.2. RED DE MEDIA TENSIÓN.**

Para el desarrollo de la L.S.M.T. en primer lugar realizaremos una derivación de la Línea Media Tensión procedente de una subestación transformadora hasta el punto de acometida. A partir de aquí se enlazará con el Centro de Transformación de Reparto. Desde éste se desarrollará un anillo de MT en instalación subterránea que enlace los 14 CT ubicados en nuestro polígono y el suministro a un Centro de Transformación de Abonado en MT para un centro comercial exterior de la parcela objeto de estudio.

### **1.5.3. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO.**

Se prevé que la Línea Subterránea de Media de Tensión (L.S.M.T) alimente a un total de 14 Centros de Transformación con una potencia cada uno de 400 KVA, por lo que el total de potencia será de 5600 KVA. En función de esta potencia total escogeremos el conductor más apropiado para el diseño y obtendremos la Potencia Máxima a Transportar. Todo el proceso de cálculo será realizado en el apartado referente a los cálculos eléctricos justificativos.



#### 1.5.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Los Centros de Transformación de compañía, tienen la misión de suministrar energía, sin necesidad de medición de la misma. La energía eléctrica será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 20 KV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos directamente soterrados. Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son: Centro de Transformación PFU: - CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas. - CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas. Centros de Transformación MINIBLOK: - CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas

#### 1.5.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 230/400 V, con una potencia máxima simultánea de 3156,84 KW. Donde 3037,98 KW pertenecen a viviendas unifamiliares, edificios, centro de mando de viales y jardines (aplicándole un coeficiente de simultaneidad de 0,4). Por otro lado disponemos de 118.86 KW pertenecen a equipamiento social y equipamiento educativo a los cuales le aplicamos un coeficiente de simultaneidad perteneciente a zonas comerciales (aplicándole un coeficiente de simultaneidad de 0,6). Estos coeficientes de simultaneidad, está establecido por Iberdrola para el cálculo de centros de transformación, el cual se recoge en MT 2.03.02 CAPITULO II apartado 3.2 coeficiente de simultaneidad para zona de viviendas y comercios. Desde 14 C.T de baja tensión de tipo prefabricado interior y miniblok, enlazados mediante un anillo de M.T. propiedad de Iberdrola, se dará suministro en Baja Tensión a las Cajas Generales de Protección del polígono residencial, distribuidas por las parcelas tal y como queda reflejado en el plano de planta de la red de Baja Tensión, mediante redes en anillo de tipo subterráneo. Las redes subterráneas estarán formadas por conductores unipolares de aluminio a sección constante, y discurrirán por acera según planos. Las Cajas Generales de Protección, consisten en armarios de distribución PLT-1 sin compartimento de medida montados sobre zócalos de hormigón y recubierto de fábrica de ladrillo para el caso de edificio con viviendas de electrificación básica, y armarios PLT-2 CGP con compartimento para medida en el caso de las viviendas unifamiliares (1 CGP por dos viviendas), en caso de que la parcela tenga un número impar de viviendas unifamiliares se utilizará un CGP individual para la vivienda en cuestión.

#### 1.6. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.

En el presente proyecto las normas que se han aplicado y que están en uso actualmente son: Normas Generales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión





- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
  
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.
  
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Murcia.
  
- Contenidos mínimos en proyectos, Resolución de 3 de Julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
  
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
  
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
  
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba 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.
  
- **Normas UNE y normas EN.**
  
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
  
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
  
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
  
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
  
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
  
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.



- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
  
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
  
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
  
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
  
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
  
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
  
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Normas y recomendaciones de diseño de los edificios para los Centros de Transformación:

- CEI 61330 UNE-EN 61330, Centros de Transformación prefabricados.
  
- RU 1303A, Centros de Transformación prefabricados de hormigón.
  
- NBE-X, Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:

- CEI 60694 UNE-EN 60694, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
  
- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
  
- CEI 60298 UNE-EN 60298, Aparamta bajo envoltente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores o iguales a 52 KV.
  
- CEI 60129 UNE-EN 60129, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.



- RU 6407B, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafluoruro de Azufre SF<sub>6</sub> para Centros de Transformación de hasta 36 KV.

- CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 KV e inferiores a 52 KV.

- CEI 60420 UNE-EN 60420, Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- CEI 60076-X UNE-EN 60076-X, Transformadores de potencia.

- UNE 20101-X-X, Transformadores de potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- RU 5201D, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.

- UNE 21428-X-X, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 KVA a 2500 KVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 KV.

### **1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

El plazo de ejecución de las instalaciones se estima en seis meses. No obstante, dada la necesaria coordinación con el desarrollo de las demás infraestructuras del polígono, se adoptara a la planificación conjunta de ejecución que se establezca por el Órgano Gestor de las mismas.

### **1.8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.**

La instalación de Baja Tensión estará compuesta por 30 redes dispuestas en anillo, las cuales están repartidas en los 14 Centros de Transformación, de los cuales 12 serán de tipo Miniblock disponiendo cada uno de dos anillos de Baja Tensión y 2 Centros de Transformación serán del tipo PFU teniendo cada uno de ellos 3 anillos de Baja Tensión.

Las cargas en los anillos deben estar compensadas y no tiene que haber grandes diferencias entre las potencias de un anillo y otro.

Se emplearán los conductores normalizados por Iberdrola S.A. con aislamiento de Polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo (XLPE)

Nomenclatura: XZ1 3x(1x240 mm<sup>2</sup>)+(1x150 mm<sup>2</sup>) Al Las características más comunes de estos conductores serán:



INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
P.F.C. ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO RESIDENCIAL



|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Sección.....                                 | 240mm <sup>2</sup> | 150mm <sup>2</sup> |
| Tipo constructivo.....                       | Unipolar           | Unipolar           |
| Naturaleza.....                              | Aluminio           | Aluminio           |
| Tensión de servicio.....                     | 1000 V             | 1000 V             |
| Cubierta.....                                | PVC                | PVC                |
| Espesor radial de aislamiento.....           | 1,7mm              | 1,4mm              |
| Diámetro s/aislamiento.....                  | 22,9mm             | 18mm               |
| Diámetro exterior.....                       | 26,3mm             | 21,2mm             |
| Peso (Kg/Km)                                 | 960                | 620                |
| Radio min. Curvatura.....                    | 135mm              | 85                 |
| I <sub>adm</sub> a régimen permanente a 25°C | 340 A              | 260 A              |
| C. Tensión entre fases                       | 0,3 V/A Km         | 0,44 V/A Km        |



Las líneas subterráneas estarán formada por tres fases activas (un conductor por fase) más neutro (1 conductor por neutro) con sección especificada a continuación, la cual ha sido calculada en el apartado correspondiente a Cálculos Justificativos.

|         |          | CONDUCTOR  | POTENCIA(KW) |
|---------|----------|--|--------------|
| CT - R  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 182,78       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 215,18       |
|         | Anillo 3 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 169,28       |
| CT - 1  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 249,47       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 230,75       |
| CT - 2  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 290,25       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 290,25       |
| CT - 3  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 291,78       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 202,96       |
| CT - 4  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 171,85       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 217,12       |
| CT - 5  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 218,96       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 327,61       |
| CT - 6  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 242,7        |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 256,78       |
| CT - 7  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 280,07       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 280,33       |
| CT - 8  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 204,98       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 204,98       |
| CT - 9  | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 190,88       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 199,16       |
| CT - 10 | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 202          |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 224,98       |
| CT - 11 | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 279,02       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 238,7        |
| CT - 12 | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 204,98       |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 202          |
| CT - 13 | Anillo 1 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>3</sup> | 142,6        |
|         | Anillo 2 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>4</sup> | 156,4        |
|         | Anillo 3 | Al RV 0,6/1 KV 3× 1×240 mm <sup>2</sup> +1×150 mm <sup>2</sup> | 175,72       |

### 1.8.1. TRAZADO

El trazado de la línea de Baja Tensión puede verse en planos, discurriendo éste en su totalidad en los terrenos del Polígono Residencial en el término municipal de la Tercia. Todas las líneas discurrirán por aceras, según plano correspondiente. El trazado será lo más rectilíneo posible sin ángulos pronunciados y a poder ser paralelo a referencias fijas, como



líneas en fachadas o bordillos. Asimismo, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos a respetar en los cambios de dirección. Cuando tenga que cruzar una calle, será lo más ortogonal posible a ella. A continuación se detalla las Cajas Generales de Protección que componen cada uno de los anillos de baja tensión en su trazado:

|         |          |   |
|---------|----------|---|
| CT - R  | Anillo 1 | CGP 15.4, CGP 15.3, CGP 15.1, CGP 15.2, CGP 16.1, CGP 16.2, CGP 16.3, CGP 16.4, CGP 16.5, CGP 16.6, CGP 16.7, CGP 22.6  |
|         | Anillo 2 | CGP 15.7, CGP 10.7, CGP 10.8, CGP 10.10, CGP 10.12, CGP 10.14, CGP 10.13, CGP 10.11, CGP 10.9, CGP 15.5   |
|         | Anillo 3 | CGP 15.8, CGP 14.2, CGP 14.1, CGP 14.9, CGP 14.8, CGP 14.7, CGP 14.6, CGP 14.5, CGP 14.4, CGP 14.3, CGP 15.9, CGP 15.6  |
| CT - 1  | Anillo 1 | CGP 20.7 , CGP 20.5 , CGP 21.5 , CGP 21.1, CGP 21.3 , CGP 21.4 , CGP 21.2 , CGP 20.4 , CGP 20.6   |
|         | Anillo 2 | CGP 20.8 , CGP 20.10 , CGP 19.14 , CGP 19.15 , CGP 20.9   |
| CT - 2  | Anillo 1 | CGP 19.9 , CGP 19.11 , CGP 19.13 , CGP 19.12 , CGP 19.10  |
|         | Anillo 2 | CGP 19.8 , CGP 19.6 , CGP 19.4 , CGP 19.5 , CGP 19.7  |
| CT - 3  | Anillo 1 | CGP 19.1 , CGP 19.3 , CGP 17.8 , CGP 17.6 , CGP 17.7 , CGP 17.9 CGP 17.11 , CGP 17.12 , CGP 17.10 , CGP 19.2  |
|         | Anillo 2 | CGP 22.5 , CGP 20.2 , CGP 18.6 , CGP 18.7 , CGP 18.1 , CGP 18.2 , CGP 18.3 , CGP 18.4 , CGP 18.5 , CGP 20.3 , CGP 20.1  |
| CT - 4  | Anillo 1 | CGP 22.4 , CGP 13.5 , CGP 13.3 , CGP 13.1 , CGP 13.2 , CGP 13.4 , CGP 13.6 , CGP 13.8 , CGP 13.10 , CGP 13.12 , CGP 13.13 , CGP 13.11 , CGP 13.9 , CGP 13.7                 |
|         | Anillo 2 | CGP CM 3 , CGP 13.17 , CGP 13.15 , CGP 13.14 , CGP 13.16 , CGP 23 , CGP 17.1 , CGP 17.3 , CGP 17.5 , CGP 17.4 , CGP 17.2  |
| CT - 5  | Anillo 1 | CGP 12.1 , CGP 12.2 , CGP 12.3 , CGP 12.4 , CGP 12.5 , CGP 12.6 , CGP 12.7 , CGP 10.5 , CGP 10.6 , CGP 10.3 , CGP 10.1 , CGP 10.2 , CGP 10.4 , CGP 12.8 , CGP 12.9          |
|         | Anillo 2 | CGP 11.1 , CGP 11.2 , CGP 11.3 , CGP 11.4 , CGP 7.10 , CGP 7.8 , CGP 7.6 , CGP 7.7 , CGP 7.9 , CGP 11.5 , CGP 11.6 , CGP 11.7 , CGP 11.8 , CGP 11.9 , CGP 11.10 , CGP 11.11 |
| CT - 6  | Anillo 1 | CGP 9.7 , CGP 9.9 , CGP 9.10 , CGP 9.8 , CGP 9.6 , CGP 9.5  |
|         | Anillo 2 | CGP 9.3 , CGP 9.1 , CGP 9.2 , CGP 9.4   |
| CT - 7  | Anillo 1 | CGP 8.6 , CGP 8.8 , CGP 7.1 , CGP 7.11 , CGP 7.2 , CGP 7.4 , CGP 7.5 , CGP 7.3 , CGP 8.7  |
|         | Anillo 2 | CGP 8.5 , CGP 8.3 , CGP 8.1 , CGP 22.3 , CGP 8.2 , CGP 8.4  |
| CT - 8  | Anillo 1 | CGP 4.11 , CGP 4.9 , CGP 4.8 , CGP 4.10   |
|         | Anillo 2 | CGP 4.14 , CGP 4.12 , CGP 4.13  |
| CT - 9  | Anillo 1 | CGP 22.1 , CGP 1.11 , CGP 1.10 , CGP 1.9 , CGP 1.8 , CGP 1.6 , CGP 1.7 , CGP 3.4 , CGP 3.3 , CGP 3.2 , CGP 3.1 , CGP 1.12   |
|         | Anillo 2 | CGP 1.1 , CGP 1.3 , CGP 1.5 , CGP 1.4 , CGP 1.2 , CGP CM 2 , CGP 24   |
| CT - 10 | Anillo 1 | CGP 5.5 , CGP 5.7 , CGP 5.6 , CGP 5.4   |
|         | Anillo 2 | CGP CM 1 , CGP 5.2 , CGP 5.3 , CGP 5.1  |
| CT - 11 | Anillo 1 | CGP 5.14 , CGP 5.13 , CGP 9.11 , CGP 9.12 , CGP 22.2  |



|         |          |   |
|---------|----------|---|
| CT - 11 | Anillo 2 | CGP 5.12 , CGP 5.10 , CGP 5.8 , CGP 5.9 , CGP 5.11  |
| CT - 12 | Anillo 1 | CGP 4.1 , CGP 4.3 , CGP 4.2   |
|         | Anillo 2 | CGP 4.4 , CGP 4.6 , CGP 4.6 , CGP 4.5   |
| CT - 13 | Anillo 1 | CGP 2.16 , CGP 2.14 , CGP 2.12 , CGP 2.10 , CGP 2.9 , CGP 3.5 , CGP 3.6 , CGP 2.11 , CGP 2.13 , CGP 2.15      |
|         | Anillo 2 | CGP 2.17 , CGP 2.2 , CGP 2.4 , CGP 2.6 , CGP 2.8 , CGP 2.7 , CGP 2.5 , CGP 2.3 , CGP 2.1                      |
|         | Anillo 3 | CGP 6.1 , CGP 6.2 , CGP 6.3 , CGP 6.4 , CGP 6.5 , CGP 6.6 , CGP 6.7 , CGP 6.8 , CGP 6.9 , CGP 6.10 , CGP 6.11 |

### 1.8.2. LONGITUD

La longitud de los anillos de BT, partiendo desde los diferentes centros de transformación serán de:

|         | LONGITUD ANILLOS         | LONGITUD CT   |
|---------|--------------------------|---------------|
| CT - R  | Anillo 1 → 540,2 metros  | 1699,8 metros |
|         | Anillo 2 → 566,8 metros  |               |
|         | Anillo 3 → 592,8 metros  |               |
| CT - 1  | Anillo 1 → 459,4 metros  | 685 metros    |
|         | Anillo 2 → 225,6 metros  |               |
| CT - 2  | Anillo 1 → 179,6 metros  | 343,4 metros  |
|         | Anillo 2 → 163,8 metros  |               |
| CT - 3  | Anillo 1 → 409,8 metros  | 758,7 metros  |
|         | Anillo 2 → 348,9 metros  |               |
| CT - 4  | Anillo 1 → 516,5 metros  | 1124,3 metros |
|         | Anillo 2 → 607,8 metros  |               |
| CT - 5  | Anillo 1 → 505,1 metros  | 1077,8 metros |
|         | Anillo 2 → 572,7 metros  |               |
| CT - 6  | Anillo 1 → 282,3 metros  | 455,4 metros  |
|         | Anillo 2 → 173,1 metros  |               |
| CT - 7  | Anillo 1 → 470,71 metros | 743,99 metros |
|         | Anillo 2 → 273,28 metros |               |
| CT - 8  | Anillo 1 → 222,05 metros | 306,6 metros  |
|         | Anillo 2 → 84,55 metros  |               |
| CT - 9  | Anillo 1 → 572,2 metros  | 985,6 metros  |
|         | Anillo 2 → 413,4 metros  |               |
| CT - 10 | Anillo 1 → 127,4 metros  | 252,03 metros |
|         | Anillo 2 → 124,63 metros |               |
| CT - 11 | Anillo 1 → 203,75 metros | 432,72 metros |
|         | Anillo 2 → 228,97 metros |               |



|         |                                      |               |
|---------|--------------------------------------|---------------|
| CT - 12 | Anillo 1 $\rightarrow$ 87,02 metros  | 326,89 metros |
|         | Anillo 2 $\rightarrow$ 239,87 metros |               |
| CT - 13 | Anillo 1 $\rightarrow$ 676,3 metros  | 1757,9 metros |
|         | Anillo 2 $\rightarrow$ 716,9 metros  |               |
|         | Anillo 2 $\rightarrow$ 364,7 metros  |               |

LONGITUD TOTAL DE LA RED DE BAJA TENSIÓN.....10950.13 metros

### 1.8.3. INICIO Y FINAL DE LA LÍNEA

Al tratarse de una configuración de la red en anillo el inicio y el final de las redes de baja tensión están en el centro de transformación respectivo de cada trazado, conectando a la diferentes Cajas Generales de Protección (CGP) y Centros de Mando (CM) pertenecientes a cada centro de transformación.

### 1.8.4. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

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

#### Calles y carreteras:

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc. los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. Pero si en algún caso esto no resultara posible y la profundidad fuera inferior a 80 cm, deberán protegerse con chapa de hierro, tubos de fundición y otras disposiciones que aseguren una resistencia mecánica equivalente.

Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.

Las zanjas serán de una anchura que oscila entre los 35cm y los 80cm, en ningún caso inferior a 35cm, para permitir el correcto tendido de los conductores y la apertura de la zanja.

#### Otros cables de energía eléctrica:

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los de alta tensión.





La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT- 07.

#### Cables de telecomunicación:

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m.

La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07. Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

#### Canalizaciones de agua y gas:

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07.

#### Conducciones de alcantarillado:

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07.

### **PARALELISMOS:**

#### Otros cables de energía eléctrica:

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los



cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07.

#### Cables de telecomunicación:

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07.

#### Canalizaciones de agua:

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07. Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### Acometidas (conexiones de servicio):

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07.

### **1.8.5. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI**

La instalación de baja Tensión objeto del presente proyecto discurre por espacio de dominio público, propiedad de Excmo. Ayuntamiento de Murcia, transcurriendo bajo la acera y viales. EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MURCIA

### **1.8.6. PUESTA A TIERRA**

El conductor de Neutro de las redes subterráneas de distribución pública se conectará a tierra en el Centro de Transformación, aunque fuera del centro es aconsejable su puesta a tierra en otros puntos de la red, con el objeto de disminuir su resistencia global a tierra. La continuidad del Conductor Neutro quedará asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, por lo menos cada 200 m y en las cajas generales de protección, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borde del neutro mediante conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo.



El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguiente:

a) Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.

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

### **1.9. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN**

La línea aérea que corresponde al estudio del presente proyecto está constituida por dos apoyos uno correspondiente al punto de entronque y el otro al entronque aéreo-subterráneo, el vano comprendido entre ambos es de una longitud de 49,25 metros y de tense reducido.

#### **1.9.1. CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA**

La línea, con arreglo a lo establecido en el Reglamento Técnico de Alta Tensión, queda clasificada como:

- Línea de 3ª categoría. Tensión nominal 20 KV
- Zona A. Altura sobre el nivel del mar entre 0 y 500 metros.

#### **1.9.2. POTENCIA A TRANSPORTAR**

La potencia a transportar por el conductor corresponde a los 14 centros de transformación conectados en anillo y el centro de transformación de abonado, la cuál es 6230 KVA

La tensión de la red es de 20 KV.

La intensidad de transporte máxima para la que está calculada la línea es 180,05 A

En los cálculos justificativos, se demuestra que la intensidad máxima admisible en el conductor utilizado es superior a la demandada.

#### **1.9.3. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

Los cruzamientos que aparecen en el perfil topográfico y que se analizan con detalle en los cálculos son los definidos en la siguiente tabla. Cruce con línea de telecomunicaciones y con una carretera.

- La línea de teléfono tiene una altura de 6 m y una separación con el apoyo más cercano a calcular de 23,11 m.



- La carretera está a una distancia de 4 m con respecto al apoyo más cercano a calcular.

#### 1.9.4. MATERIALES

Todo el material, así como los transformadores deberán ser de los tipo homologados por la Compañía Suministradora.

#### 1.9.5. CONDUCTORES

El conductor a emplear será de Aluminio - Acero, según recomendación UNESA 23401, del tipo LA-56 y de las siguientes características:

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Composición.....                  | Al-Ac (1 + 6 alambres)         |
| Sección de Aluminio.....          | 46,80 mm <sup>2</sup>          |
| Sección de Acero.....             | 7,79 mm <sup>2</sup>           |
| Sección total.....                | 54,60 mm <sup>2</sup>          |
| Diámetro aparente.....            | 9,45 mm                        |
| Peso.....                         | 0,189 Kg/m                     |
| Carga de rotura.....              | 1666 Kg                        |
| Coefficiente de dilatación.....   | 19,1 x 10 <sup>-6</sup> por °C |
| Módulo de elasticidad.....        | 8100 Kg/mm <sup>2</sup>        |
| Resistencia eléctrica a 20°C..... | 0,614 ohm/Km                   |
| Densidad de corriente máxima..... | 3,70 A/mm <sup>2</sup>         |

La densidad de corriente viene determinada por la aplicación del Artículo 22 del R.L.A.T.

#### 1.9.6. AISLAMIENTOS

Los conductores irán sujetos y aislados por medio de cadenas de suspensión y de amarre con aisladores de vidrio de tipo caperuza y vástago. La composición de estas se definen a continuación:

**CADENAS DE AMARRE** Se utilizarán, por cadena, dos aisladores tipo U70BS, cuyas características son:

Características mecánicas:

|  |          |
|--|----------|
| Material.....                                      | Vidrio   |
| Esfuerzo de rotura electromecánica o mecánica..... | 10.000 N |
| Diámetro nominal máximo de la parte aislante.....  | 255 mm   |
| Paso nominal.....                                  | 127 mm   |
| Línea de fuga nominal.....                         | 310 mm   |
| Diámetro del vástago.....                          | 16 mm    |



Características eléctricas (para dos aisladores):

|   |        |
|---|--------|
| Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz 1 m.....    | 72 KV  |
| Tensión 50% bajo onda de choque 1,2/50 $\mu$ s..... | 190 KV |

### 1.9.7. HERRAJES Y ACCESORIOS

Todos los herrajes utilizados en la instalación están galvanizados en caliente.

Las crucetas serán de tipo normalizado respondiendo a la Recomendación UNESA 6704 A. y normas UNE 17721-36 y 36531.

Los herrajes para cadenas cumplirán con las normas UNE 21009-21073 y 21124.

Los tornillos, tuercas y arandelas cumplirán con las medidas indicadas en la norma DIN 7990 cumpliendo con la norma UNE 17721 y siendo de calidad 5.6.

Las arandelas cumplirán la DIN 7989 e impedirán que la rosca del tornillo se introduzca en ella más del 50% del espesor.

Las tuercas cumplirán la DIN 555.

### 1.9.8. APOYOS

Los apoyos estarán contruidos con perfiles laminados de acero cumpliendo con la recomendación UNESA 6702 y norma UNE 36531.

Serán metálicos galvanizados por inmersión en caliente y de la resistencia adecuada al esfuerzo que vayan a soportar con estructura soldada y atornillada.

Los apoyos utilizados, según su colocación y el esfuerzo que soportan, son los que se mencionan a continuación:

| APOYOS FIN DE LINEA APOYO ADOPTADO                | COEFICIENTE DE SEGURIDAD $n > 1,5$ |
|---|------------------------------------|
| Apoyo punto de entronque ----> FL-12 C-2000       | 1,8                                |
| Apoyo entronque aereo-subteraneo --->FL-12 C-2000 | 1,8                                |

### 1.9.9. CRUCETAS

Las crucetas estarán galvanizadas por inmersión en aceite, de estructura soldada y atornillada, correspondiente a un armado del tipo convencional de un circuito horizontal.



Cumplirán las normas particulares de Iberdrola utilizando los armados normalizados para ello.

Para los apoyos de alineación, se utilizarán para apoyos de final de línea las crucetas rectas RC.

#### **1.9.10. SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO**

Todos los apoyos llevarán la placa de "Peligro de Muerte" a una altura suficiente para que sea visible y legible desde el suelo, pero sin acceso directo desde el mismo, a una distancia mínima de 2 m.

#### **1.9.11. PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo establecido en los Art. 12.6 y 26 del R.A.T.

Podrán efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

Electrodos de difusión o Anillo cerrado.

#### ELECTRODOS DE DIFUSIÓN

Se dispondrán tantos electrodos de difusión como sean necesarios. Los electrodos se conectarán entre si y al apoyo y estarán separados uno de otro vez y media como mínimo de la longitud de uno de ellos. El extremo superior de cada electrodo quedará al menos a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno.

A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

#### ANILLO CERRADO

La realización de la puesta a tierra mediante anillo, se efectuará enterrando el anillo a 0,50 m de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m como mínimo de las aristas del macizo de la cimentación.

Los conductores de conexión a tierra cumplirán lo dispuesto en el Apartado 6 del Art. 12 y 1 del Art. 8 del R.A.T.

#### **1.9.12. PROTECCIÓN Y MANIOBRA**

En el apoyo anterior al entronque aéreo-subterráneo, es decir en el de punto de entronque, se instalarán tres cortacircuitos seccionadores de intemperie, con fusibles de expulsión XS-200 A/24kV, visibles desde éste, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento..... 24 KV

Intensidad nominal..... 200 A



Tensión de ensayo al choque..... 150 KV

Capacidad de interrupción en c/c trifásico simétrico 24 KV.....7100 A

En el apoyo del entronque aéreo-subterráneo, se instalarán unos pararrayos autovalvulares de resistencia variable, de características 24 Kv de tensión más elevada y 5 KA de corriente de descarga nominal, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento..... 24 KV

Corriente de carga nominal..... 5 KA

Nivel de protección..... 80 KV

Tensión residual..... 80 KV

### 1.9.13. CIMENTACIÓN DE APOYOS

Se realizará con hormigón de la siguiente composición por m<sup>3</sup>:

- 150 Kg. de cemento Portland.
- 900 litros de gravilla de río o cantera, limpia de composición granítica o caliza compacta.

Su tamaño será entre 1 y 6 cm. de diámetro.

- 450 litros de arena viva y limpia, de grueso no superior a 4 mm. debiendo contener granos intermedios.

- 150 litros de agua.

Podría emplearse gravos (arena y grava mezclada), con la condición que esté exenta de tierra y materias extrañas y tanto la arena como la grava tengan aproximadamente las dimensiones estipuladas y estén en la proporción anteriormente fijada.

Trabajando a mano el hormigón se volteará tres veces la mezcla seca de cemento, gravilla y arena, hasta que la mezcla adquiera un tono uniforme, se añadirá agua poco a poco volteándose dos veces hasta alcanzar la pastosidad requerida.

El hormigón se colocara debidamente apisonado.



Las dimensiones de las cimentaciones de los apoyos para  $K = 10 \text{ Kg/cm}^3$  serán las siguientes:

| CIMENTACIÓN  |                   |            |                            |                          |
|--------------|-------------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| APOYO        | BASE CUADRADA (m) | ALTURA (m) | VOLUMEN DE EXCAVACIÓN (m3) | VOLUMEN DE HORMIGÓN (m3) |
| FL-12 C-2000 | 1,05              | 2          | 2,21                       | 2,35                     |

#### 1.9.14. ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

La red de la cual alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo a la tensión de 20 KV y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida es de 350 MVA lo que equivale a 10 KA eficaces, según datos proporcionados por la Compañía Suministradora.

En el apoyo aéreo-subterráneo previo al transformador se instalarán unos pararrayos autovalvulares de resistencia variable, de características 24 Kv de tensión más elevada y 5 KA de corriente de descarga nominal, de las siguientes características:

Tensión de aislamiento..... 24 KV

Corriente de carga nominal..... 5 KA

Nivel de protección..... 80 KV

Tensión residual..... 80 KV

El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, ira protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrara en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel de terreno un mínimo de 2,5 m.

En el tubo se alojaran las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 150 mm.

#### 1.10. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

Para su desarrollo, primero se realizara una línea desde el entronque aéreo-subterráneo hasta el centro de reparto (CT-R), desde este centro de reparto, saldrá una línea que trascurrirá hasta el centro de abonado situado en las afueras del polígono industrial y otra línea en anillo la cual unirá todos los centros de transformación del polígono residencial.





### 1.10.1. TRAZADO

La línea discurrirá por terrenos de dominio público pertenecientes al término municipal de Murcia, su disposición será bajo la acera con conductores directamente enterrados.

La red de Media Tensión dispondrá de cables directamente enterrados a un metro de profundidad.

Se dispondrán de tres líneas subterráneas de media tensión:

1ª Línea → Entronque A/S - Centro de Reparto (CT-R).

2ª Línea → Centro de Reparto - Centro de transformación de Abonado (630 KVA).

3ª Línea → Anillo de los centros de transformación del polígono residencial.

### 1.10.2. LONGITUD

La longitud de las respectivas líneas de Media Tensión serán de:

1ª Línea → Entronque A/S - Centro de Reparto (CT-R). Longitud = 268,4 metros

2ª Línea → Centro de Reparto - Centro de transformación de Abonado (650 KVA). Longitud = 242,6 metros

3ª Línea → Anillo de los centros de transformación del polígono residencial. Longitud = 1976,4 metros.

### 1.10.3. INICIO Y FINAL DE LA LÍNEA

Los inicios y finales de cada línea de Media Tensión serán:

1ª Línea → Entronque A/S - Centro de Reparto (CT-R).

La línea subterránea de acometida empezará en el apoyo de entronque aéreo-subterráneo y finalizará en el centro de transformación de reparto prefabricado PFU-5.

2ª Línea → Centro de Reparto - Centro de transformación de Abonado (630 KVA).

Esta línea subterránea comenzará en el centro de transformación de reparto prefabricado PFU-5 y finalizará en el centro de transformación de abonado para el centro comercial situado a las afueras del polígono residencial.

3ª Línea → Anillo de los centros de transformación del polígono residencial.

Al tratarse de una configuración de la red en anillo el inicio y el final de la red de Media Tensión está el centro de transformación de reparto prefabricado PFU 5, conectando a los diferentes centros de transformación tipo MiniBLOK del polígono residencial



#### 1.10.4. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

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

##### Calles y Carreteras:

Los conductores se colocarán en tubos protectores (ITC-BT-21) recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros. Siempre que sea posible, el cruce perpendicular al eje del vial.

##### Otros cables de energía eléctrica:

La distancia mínima entre un cable de baja Tensión y otros cables de energía eléctrica será de 0.25m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

##### Canalizaciones de Agua:

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre calves de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. PARALELISMOS:

##### Otros cables de energía eléctrica:

La distancia mínima entre un cable de baja Tensión y otros cables de energía eléctrica será de 0.25m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

##### Canalizaciones de Agua:

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,20 m.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. En las canalizaciones los cables irán directamente enterrados y por ello, para las canalizaciones deben de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulo pronunciados.

La longitud de la canalización será lo más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.



- b) El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 10 veces el diámetro exterior.
- c) Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
- d) Los cables se alojarán en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocarán los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocará una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra, apisonada por medios manuales.

Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Las canalizaciones entubadas estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja.

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

Se evitarán los cambios de dirección de los tubos.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm, en cada uno de los tubos se instalará un solo circuito.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán de arquetas con tapa, registrables o no.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables o ciegas, como máximo cada 40 m.

A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5cm.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H20/B/20/IIa, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

A continuación se colocará otra capa de hormigón con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.



Para finalizar, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H20/B/20/IIa, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras.

#### **1.10.5. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI**

La instalación de Media Tensión objeto del presente proyecto discurre por espacio de dominio público, propiedad de Excmo. Ayuntamiento de Cartagena, transcurriendo bajo la acera y viales.

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE MURCIA

#### **1.10.6. MATERIALES**

##### **1.10.6.1. CONDUCTORES**

Los conductores empleados serán de aluminio de sección  $3 \times (1 \times 150)$  mm<sup>2</sup>

indicadas en planos y con aislamiento de etileno propileno (EPR), con denominación HEPRZ1 y pantalla de 16 mm<sup>2</sup>.

La tensión nominal de los cables será de 12/20kV.

Solamente se utilizarán conductores cuyos tipos correspondan a los aceptados por la Compañía Suministradora.

##### **1.10.6.2. ACCESORIOS**

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT-NEDIS correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminales: Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02. Los conectores para terminales de AT quedan recogidos en NI 56.86.01.

En los casos que se considere oportuno el empleo de terminales enchufables, será de acuerdo con la NI 56.80.02

Empalmes: Las características de los empalmes serán las establecidas en la NI 56.80.02.



### **1.10.6.3. PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FÍN DE LÍNEA**

#### **PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES**

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos.

Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

#### **PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO**

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435.

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

#### **PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES**

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

### **1.10.6.4. ZANJAS Y SISTEMA DE ENTERRAMIENTO**

Los cables de Media Tensión alojarán en zanjas de 0.95 metros de profundidad mínima en aceras y de 1.10 en calzada y una anchura mínima de 0,35m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple las condiciones de paralelismo cuando las haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.



En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, sobre el grano se depositará el cable o cables a instalar.

Encima irá otra capa de arena de idénticas características.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja.

Tanto la protección mecánica como la cinta de señalización se colocarán una por cada cable. Y por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

Después se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Se colocaran arquetas cada 40 metros para la inspección y tendido de los conductores.

#### **1.10.6.5. MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD**

Para la canalización directamente enterrada, se colocara a una distancia mínima de 0.1 metros una cinta de señalización de advertencia sobre la presencia de cables eléctricos, además se colocara un tubo protector de 160 mm de diámetro, que podrá ser usado como conducto de cables de control.

Para la canalización directamente enterrada en cruces se utilizara la misma forma indicada anteriormente.

#### **1.10.7. PUESTA A TIERRA**

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas.

Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicando en la ITC-LAT 07, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible.

Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficientemente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

#### **1.11. DESCRIPCIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

Los Centros de Transformación constan de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.



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

Las dimensiones interiores del C.T. deben permitir:

El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.

La ejecución de maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.

Los CT deberán cumplir las siguientes condiciones: No contendrá canalizaciones ajenas al CT, tales como agua, aire, gas, teléfonos, etc. Será construido enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores del CT (muros, tabiques, cubiertas, etc), así como los estructurales en él contenidos (vigas, pilares, etc) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase M0 de acuerdo con la Norma UNE 23727. Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión. Bajo la solera se disponen los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión.

### **1.11.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU**

#### **1.11.1.1. DESCRIPCIÓN**

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

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

Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### **Envolvente:**

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes:



una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de  $300 \text{ kg/cm}^2$ .

Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras.

Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de  $10 \text{ K}\Omega$  respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación. En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT.

Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

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

#### Placa piso:

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

#### Accesos:

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de  $180^\circ$ ) y las rejillas de ventilación.

Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación.

Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### Ventilación:

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





Acabado:

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

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

Calidad:

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

Alumbrado:

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido. Varios: Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación:

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

**Tabla resumen descripción del Centro de Transformación PFU-5/20**

**CARACTERÍSTICAS**

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Nº de Transformadores.....    | 1      |
| Tipo de Ventilación.....      | Normal |
| Puertas de Acceso Peatón..... | 1      |

**DIMENSIONES EXTERIORES**

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Longitud.....     | 6080 mm  |
| Fondo.....        | 2380 mm  |
| Altura.....       | 3045 mm  |
| Altura Vista..... | 2585 mm  |
| Peso.....         | 17460 Kg |



### DIMENSIONES INTERIORES

|                  |         |
|------------------|---------|
| Longitud.....    | 5900 mm |
| Fondo.....       | 3180 mm |
| Profundidad..... | 560 mm  |

### Tabla resumen descripción del Centro de Transformación PFU-3/20

#### CARACTERÍSTICAS

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Nº de Transformadores.....    | 1      |
| Tipo de Ventilación.....      | Normal |
| Puertas de Acceso Peatón..... | 1      |

### DIMENSIONES EXTERIORES

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Longitud.....     | 3280 mm  |
| Fondo.....        | 2380 mm  |
| Altura.....       | 3045 mm  |
| Altura Vista..... | 2585 mm  |
| Peso.....         | 10545 Kg |

### DIMENSIONES INTERIORES

|                  |         |
|------------------|---------|
| Longitud.....    | 3100 mm |
| Fondo.....       | 3180 mm |
| Profundidad..... | 560 mm  |

#### 1.11.1.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

##### Características de la Red de Alimentación:

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 KV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.



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

### 1.11.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas: CGMCOSMOS.

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

#### Construcción:

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

3 Divisores capacitivos de 24 KV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

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

#### Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada.

Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

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

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



Inundabilidad:

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

Grados de Protección:

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

Protección a impactos en:

Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010 Cuba: IK 09 según EN 5010

Conexión de cables:

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

Enclavamientos:

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

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

#### 1.11.1.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

##### CARACTERÍSTICAS

Tensión Nominal..... 24 KV

##### NIVEL DE AISLAMIENTO

Frecuencia Industrial (1 min) a tierra y entre fases..... 50 KV  
Frecuencia Industrial (1 min) a la distancia de seccionamiento..... 60 KV  
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases..... 125 KV  
Impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento..... 145 KV



### **1.11.1.5. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADORES**

#### Centro de Transformación PFU-5:

ENTRADA / SALIDA 1: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

ENTRADA / SALIDA 2: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

ENTRADA / SALIDA 3: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

ENTRADA / SALIDA 4: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

ENTRADA / SALIDA 5: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

#### Centro de Transformación PFU-3:

ENTRADA / SALIDA 1: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

ENTRADA / SALIDA 2: CGMCOSMOS-L INTERRUPTOR-SECCIONADOR

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

La celda CGMCOSMOS-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

### **CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

|  |       |
|--|-------|
| Tensión Asignada.....                            | 24 KV |
| Intensidad Asignada.....                         | 400 A |
| Intensidad de corta duración (1 seg) eficaz..... | 16 KA |
| Intensidad de corta duración (1 seg) cresta..... | 40 KA |



### NIVEL DE AISLAMIENTO

|   |       |
|---|-------|
| Frecuencia Industrial 1 min a tierra y entre fases..... | 28 KV |
| Impulso tipo rayo a tierra y entre fases cresta .....   | 75 KA |
| Capacidad de cierre (cresta).....                       | 40 KA |
| Corriente principalmente activa.....                    | 400 A |

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

|            |         |
|------------|---------|
| Ancho..... | 355 mm  |
| Fondo..... | 735 mm  |
| Alto.....  | 1740 mm |
| Peso.....  | 95 Kg   |

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

|  |               |
|--|---------------|
| Mecanismo de maniobra interruptor..... | Manual tipo B |
|--|---------------|

#### PROTECCIÓN TRANSFORMADOR: CGMCOSMOS-P PROTECCIÓN FUSIBLES

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

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

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



### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

|  |          |
|--|----------|
| Tensión Asignada.....                          | 24 KV    |
| Intensidad Asignada en el Embarrado.....       | 400 A    |
| Intensidad Asignada en la derivación.....      | 200 A    |
| Intensidad Fusibles.....                       | 3 x 25 A |
| Intensidad de corta duración 1 seg eficaz..... | 16 KA    |
| Intensidad de corta duración 1 seg cresta..... | 40 KA    |

### NIVEL DE AISLAMIENTO

|   |        |
|---|--------|
| Frecuencia Industrial 1 min a tierra y entre fases..... | 50 KV  |
| Impulso tipo rayo a tierra y entre fases cresta .....   | 125 KV |
| Capacidad de cierre cresta .....                        | 40 KA  |
| Corriente principalmente activa.....                    | 400 A  |

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

|            |         |
|------------|---------|
| Ancho..... | 470 mm  |
| Fondo..... | 735 mm  |
| Alto.....  | 1740 mm |
| Peso.....  | 140 Kg  |

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

|   |                |
|---|----------------|
| Mando posición con fusibles.....        | Manual tipo BR |
| Combinación interruptor - fusibles..... | Combinados     |

### TRANSFORMADOR: TRANSFORMADOR ACEITE 24 KV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA



y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

### CARACTERÍSTICAS

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Regulación del Primario.....                 | +2,5% ; +5% ; +7,5% ; +10% |
| Tensión de Cortocircuito.....                | 4%                         |
| Grupo de Conexión.....                       | Dyn11                      |
| Protección Incorporada al Transformador..... | Termómetro                 |

### **1.11.1.6. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN**

#### CUADROS BT - B2 TRANSFORMADOR:

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

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

a) Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

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

CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

b) Zona de salidas:

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida.

Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

### CARACTERÍSTICAS

|  |        |
|--|--------|
| Tensión Asignada de Empleo.....            | 400 V  |
| Tensión Asignada de Aislamiento.....       | 500 V  |
| Intensidad Asignada en los Embarrados..... | 1600 A |
| Frecuencia Asignada.....                   | 50 Hz  |

### NIVEL DE AISLAMIENTO





|   |         |
|---|---------|
| Frecuencia Industrial (1 min) a tierra y entre fases..... | 10 KV   |
| Frecuencia Industrial 1 min entre fases.....              | 2,5 KV  |
| Intensidad asignada de Corta duración (1seg .....         | 24 KA   |
| Intensidad asignada de Cresta.....                        | 50,5 KA |

#### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

|            |         |
|------------|---------|
| Ancho..... | 1000 mm |
| Fondo..... | 350 mm  |
| Alto.....  | 1360 mm |

#### OTRAS CARACTERÍSTICAS

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Salidas de BT..... | 5 Salidas (4 x 400 A) |
|--------------------|-----------------------|

#### **1.11.1.7. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VARIO DE MT Y BT**

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

##### Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador.

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

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

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

##### **Interconexiones de BT:**

Puentes BT - B2 Transformador: Puentes transformador-cuadro.

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



## **Defensa de transformadores**

### Defensa de Transformador:

Protección física transformador Protección metálica para defensa del transformador.

### Equipos de iluminación:

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

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

## **1.11.1.8. MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

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

## **1.11.1.9. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

## **1.11.1.10. PUESTA A TIERRA**

### TIERRA DE PROTECCIÓN:

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

### TIERRA DE SERVICIO:

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

## **1.11.1.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS**

### Armario de primeros auxilios:

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.



### Medidas de seguridad:

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

- a) No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
  
- b) Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
  
- c) Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
  
- d) Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
  
- e) El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## **1.11.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN MINIBLOK – 24**

### **1.11.2.1. DESCRIPCIÓN**

Miniblok es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).

Miniblok es aplicable a redes de distribución de hasta 36 KV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 KVA. Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares.

Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad. El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.



La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes. Así mismo, la utilización de aparataje de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

#### Envolvente:

Los edificios prefabricados de hormigón para miniblok están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta móvil.

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

Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras.

Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 K $\Omega$  respecto de la tierra de la envolvente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm. de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm, de diámetro.

La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

Tabla resumen descripción del Centro de Transformación:

#### CARACTERÍSTICAS

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Nº de Transformadores.....    | 1 |
| Puertas de Acceso Peatón..... | 1 |

#### DIMENSIONES EXTERIORES

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Longitud.....     | 2100 mm |
| Fondo.....        | 2100 mm |
| Altura.....       | 2240 mm |
| Altura Vista..... | 1540 mm |
| Peso.....         | 7500 Kg |

#### DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN

|               |         |
|---------------|---------|
| Longitud..... | 4300 mm |
|---------------|---------|



|                  |         |
|------------------|---------|
| Fondo.....       | 4300 mm |
| Profundidad..... | 800 mm  |

### 1.11.2.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### Características de la Red de Alimentación:

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 KV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

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

### 1.11.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

#### CELDAS: CGMCOSMOS-2L1P:

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

#### CELDAS CGMCOSMOS:

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha.

Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

#### Base y frente:

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT.

La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones.



El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparatenta a la altura idónea para su operación. La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra.

En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.

Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

#### Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales).

El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas. Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparatenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

#### Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

#### Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.



### Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P):

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior.

El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

### Conexión de cables:

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

### Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que: No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

## **1.11.2.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

### CARACTERÍSTICAS

Tensión Nominal..... 24 KV

### NIVEL DE AISLAMIENTO

Frecuencia Industrial 1 min a tierra y entre fases..... 50 KV

Frecuencia Industrial 1 min a la distancia de seccionamiento..... 60 KV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases..... 125 KV

Impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento..... 145 KV



### **1.11.2.5. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN Y TRANSFORMADORES**

#### **CGMCOSMOS-2LP:**

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características: CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

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

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.

Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra.

Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### **TRANSFORMADOR:**

##### **TRANSFORMADOR ACEITE 24 KV:**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 KVA





y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 KV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

### CARACTERÍSTICAS

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Regulación del Primario.....                 | +2,5% ; +5% ; +7,5% ; +10% |
| Tensión de Cortocircuito.....                | 4%                         |
| Grupo de Conexión.....                       | Dyn11                      |
| Protección Incorporada al Transformador..... | Termómetro                 |

### **1.11.2.6. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS CUADROS DE BAJA TENSIÓN**

#### CUADROS BT - B2 TRANSFORMADOR:

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

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

#### a) Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares:

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

#### b) Zona de salidas:

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

### CARACTERÍSTICAS

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Tensión Asignada de Empleo..... | 400 V |
|---------------------------------|-------|



|  |        |
|--|--------|
| Tensión Asignada de Aislamiento.....       | 500 V  |
| Intensidad Asignada en los Embarrados..... | 1600 A |
| Frecuencia Asignada.....                   | 50 Hz  |

#### NIVEL DE AISLAMIENTO

|   |         |
|---|---------|
| Frecuencia Industrial 1 min a tierra y entre fases..... | 10 KV   |
| Frecuencia Industrial 1 min entre fases.....            | 2,5 KV  |
| Intensidad asignada de Corta duración (1seg .....)      | 24 KA   |
| Intensidad asignada de Cresta.....                      | 50,5 KA |

#### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

|            |         |
|------------|---------|
| Ancho..... | 1000 mm |
| Fondo..... | 350 mm  |
| Alto.....  | 1260 mm |

#### OTRAS CARACTERÍSTICAS

|                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Salidas de BT..... | 5 Salidas (5 x 400 A) |
|--------------------|-----------------------|

#### 1.11.2.7. CARACTERÍSTICAS DE MATERIAL VARIO DE BT Y MT

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

##### Interconexiones de MT:

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 KV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

##### Interconexiones de BT:

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



Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

Equipos de iluminación:

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

#### **1.11.2.8. MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

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

#### **1.11.2.9. UNIDADES DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

#### **1.11.2.10. PUESTA A TIERRA**

TIERRA DE PROTECCIÓN:

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

No se unirán, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

TIERRA DE SERVICIO:

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



### 1.11.2.11. INSTALACIONES SECUNDARIAS

#### Alumbrado:

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

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

#### Medidas de seguridad:

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

a) No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra.

Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

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

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

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

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

### 1.12. OBRA CIVIL

Desde los Centro de Transformación PFU4 se realizan zanjas que contendrán los conductores de los anillos, tal como se puede apreciar en el plano de planta de la red del apartado de planos.



La obra civil corresponderá a la necesaria desde el cuadro de baja tensión del C.T., hasta los diversos CS y CGP de las parcelas.

#### CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS:

Los cables se alojarán en zanjas de 0,60 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.

En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar.

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI-52.95.1.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.

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

El tubo de 160 mm que se instará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT.

Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación por medios mecánicos.

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

#### CABLES BAJO TUBO PARA CRUCES:

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.



Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos, se dan varios tipos de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo (véase en planos).

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón HM-12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos.

A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón HM-12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, incisorias de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.



### **1.13. DOCUMENTACIÓN**

Integran el presente proyecto los siguientes documentos:

- 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA
- 2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- 3.- PLIEGO DE CONDICIONES
- 4.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- 5.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- 6.- PRESUPUESTO
- 7.- PLANOS

### **1.14. CONCLUSIÓN**

Estimando que para la redacción del presente proyecto y con los documentos que a éste se acompañan, se han descrito suficientemente las instalaciones que se proyectan, ateniéndose éstas a lo dispuesto en la normativa y reglamentación vigentes, por lo que él que suscribe da por finalizada la redacción del mismo, esperando que merezca la aprobación de los Organismos Competentes, quedando a disposición de estos para aclarar y facilitar cuantos puntos al respecto se estimen convenientes.

Fecha: Murcia, Febrero de 2.015

Firmado: Eduardo Javier Martinez Marin  
Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad



---

# PROYECTO FIN DE CARRERA

Electrificación de Polígono  
Residencial

DOCUMENTO Nº2

**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

Titulación: I.T.I. ESP. ELECTRICIDAD  
Alumno: EDUARDO JAVIER MARTINEZ MARIN  
Directores: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

MURCIA FEBRERO DE 2015





## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

#### 2.1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA

Para el cálculo de la previsión de potencia nos basamos en los datos ofrecidos para las parcelas proyectadas.

Tabla de viviendas colectivas y unifamiliares:

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 1          | 12       | 24           | elevada         | unifamiliar   |
| 2          | 17       | 34           | elevada         | unifamiliar   |
| 3          | 6        | 12           | elevada         | unifamiliar   |
| 4          | 14       | 140          | básica          | colectiva     |
| 5          | 14       | 140          | básica          | colectiva     |
| 6          | 11       | 21           | elevada         | unifamiliar   |
| 7          | 11       | 22           | elevada         | unifamiliar   |
| 8          | 8        | 88           | básica          | colectiva     |
| 9          | 12       | 132          | básica          | colectiva     |
| 10         | 14       | 27           | elevada         | unifamiliar   |
| 11         | 11       | 22           | elevada         | unifamiliar   |
| 12         | 9        | 18           | elevada         | unifamiliar   |
| 13         | 17       | 33           | elevada         | unifamiliar   |
| 14         | 9        | 17           | elevada         | unifamiliar   |
| 15         | 9        | 17           | elevada         | unifamiliar   |
| 16         | 7        | 14           | elevada         | unifamiliar   |
| 17         | 12       | 24           | elevada         | unifamiliar   |
| 18         | 7        | 13           | elevada         | unifamiliar   |
| 19         | 15       | 150          | básica          | colectiva     |
| 20         | 10       | 100          | básica          | colectiva     |
| 21         | 5        | 9            | elevada         | unifamiliar   |

Tabla de zonas públicas del polígono residencial:

|                      |   |
|----------------------|---|
| Equipamiento social  | previsión de 10 w / m <sup>2</sup>            |
| Equipamiento juvenil | previsión de 5 w / m <sup>2</sup>             |
| Jardines             | luminaria Na HP 100 w. cada 30 m <sup>2</sup> |
| Alumbrado de viales  | tres centros de mando 20 kw / ud              |



En primer lugar haremos una clasificación según el tipo de electrificación:

Básica: potencia de 5.750 W.

Elevada: potencia de 9.200 W.

Teniendo en cuenta que:

Todos los edificios según la normativa tendrán un consumo mínimo de servicios generales de 3,45 KW según ITC-BT 10 apartado 3.2.

Cada edificio dispondrá de un ascensor ITA - 1 con un consumo 4,5 KW

Los edificios de viviendas colectivas tendrán 1 garaje con ventilación forzada que según la normativa tiene un consumo de 20 W/m<sup>2</sup>, y cuya superficie será igual a la de la parcela menos un 20% que formaría parte de los muros, rampas, etc.

Esta potencia de los garajes será repartida en diferentes C.G.P. de la parcela en cuestión.

Cada escalera tendrá su CGP, en la cual habrá que incluir el consumo del ascensor, la potencia prevista para los servicios generales del edificio, la potencia de las viviendas de grado de electrificación básico.

A continuación procedemos a calcular Previsión de potencia por parcelas y distribución de los Cuadros Generales de Protección (C.G.P.) y de los Centros de Mando ( C.M.)

### PARCELA Nº 1

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 1          | 12       | 24           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{Electrificación} = \text{Potencia Total de la Parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 1          | 24           | 9200         | <b>220,8</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.) de la parcela.

|            | C.G.P. |      |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 1          | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |



|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |           |           |           |
|-------------------|---------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>7</b>      | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| <b>1</b>          | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4      | 18,4      | 18,4      |

## PARCELA Nº 2

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº C.G.P</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>ELECTRIFICACIÓN</b> | <b>TIPO VIVIENDA</b> |
|-------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 2                 | 17              | 34                  | Elevada                | unifamiliar          |

Electrificación Elevada 9,2 kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>POTENCIA (W)</b> | <b>POTENCIA TOTAL (Kw)</b> |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 2                 | 34                  | 9200                | <b>312,8</b>               |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| <b>2</b>          | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     |

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |           |           |           |
|-------------------|---------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>7</b>      | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| <b>2</b>          | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4      | 18,4      | 18,4      |

|                   | <b>C.G.P.</b> |           |           |           |           |
|-------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>13</b>     | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> |
| <b>2</b>          | 18,4          | 18,4      | 18,4      | 18,4      | 18,4      |



### PARCELA Nº 3

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 3          | 6        | 12           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 3          | 12           | 9200         | <b>110,4</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.) de la parcela.

| Parcela nº | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>3</b>   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

### PARCELA Nº 4

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 4          | 14       | 140          | Básica          | colectiva     |

Electrificación Básica 5,75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total}$



| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) | PARCELA (m2) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| 4          | 140          | 5750         | 805                 | 5893,6       |

| PARCELA Nº | ASCENSOR | SERVICIOS GENERALES | POTENCIA DEL GARAJE |
|------------|----------|---------------------|---------------------|
| 4          | 4,5      | 3,45                | 94,2976             |

La potencia total de la parcela será el producto de:

$$P = (\text{Nº DE VIVIENDAS} * \text{ELECTRIFICACIÓN}) + \\ + (\text{C.G.P.} * (\text{ASCENSOR} + \text{SERVICIOS GENERALES}) + \text{POTENCIA DEL GARAJE}$$

|                                   |
|-----------------------------------|
| POTENCIA TOTAL DE LA PARCELA (Kw) |
| <b>1010,5976</b>                  |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.) de la parcela.

|            | C.G.P.       |       |       |       |       |       |
|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Parcela nº | 1            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| 4          | <b>112,6</b> | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 |

|            | C.G.P. |       |       |       |       |       |
|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Parcela nº | 7      | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| 4          | 65,45  | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 |

|            | C.G.P. |              |
|------------|--------|--------------|
| Parcela nº | 13     | 14           |
| 4          | 65,45  | <b>112,6</b> |

#### PARCELA Nº 5

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 5          | 14       | 140          | Básica          | colectiva     |



Electrificación Básica 5,75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total}$

| PARCELA N <sup>o</sup> | N <sup>o</sup> VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------------------|--------------------------|--------------|---------------------|
| 5                      | 140                      | 5750         | <b>805</b>          |

| PARCELA N <sup>o</sup> | ASCENSOR | SERVICIOS GENERALES | POTENCIA DEL GARAJE |
|------------------------|----------|---------------------|---------------------|
| 5                      | 4,5      | 3,45                | 95,6464             |

La potencia total de la parcela será el producto de:

$P = (N^{\circ} \text{ DE VIVIENDAS} * \text{ELECTRIFICACIÓN}) +$

$+ (\text{C.G.P.} * (\text{ASCENSOR} + \text{SERVICIOS GENERALES})) + \text{POTENCIA DEL GARAJE}$

| POTENCIA TOTAL DE LA PARCELA (Kw) |
|-----------------------------------|
| <b>1011,9464</b>                  |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

| Parcela n <sup>o</sup> | 1            | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5                      | <b>112,6</b> | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 |

|                        | C.G.P. |       |       |       |       |       |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Parcela n <sup>o</sup> | 7      | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| 5                      | 65,45  | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 |

|                        | C.G.P. |              |
|------------------------|--------|--------------|
| Parcela n <sup>o</sup> | 13     | 14           |
| 5                      | 65,45  | <b>112,6</b> |



### PARCELA Nº 6

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 6          | 11       | 21           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 6          | 21           | 9200         | <b>193,2</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

| Parcela nº | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 6          | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

|            | C.G.P.     |      |      |      |      |
|------------|------------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 7          | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 6          | <b>9,2</b> | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

### PARCELA Nº 7

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 7          | 11       | 22           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$



| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 7          | 22           | 9200         | <b>202,4</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|            | C.G.P. |      |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 7          | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

|            | C.G.P. |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 7      | 8    | 9    | 10   | 11   |
| 7          | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

#### PARCELA Nº 8

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 8          | 8        | 88           | Básica          | colectiva     |

Electrificación Básica 5,75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 8          | 88           | 5750         | <b>506</b>          |

| PARCELA Nº | ASCENSOR | SERVICIOS GENERALES | POTENCIA DEL GARAJE |
|------------|----------|---------------------|---------------------|
| 8          | 4,5      | 3,45                | 36,7088             |

La potencia total de la parcela será el producto de:





$$P=(N^{\circ} \text{ DE VIVIENDAS } * \text{ELECTRIFICACIÓN}) + \\ + (\text{C.G.P.} * (\text{ASCENSOR} + \text{SERVICIOS GENERALES}) + \text{POTENCIA DEL GARAJE})$$

|  |
|--|
| <b>POTENCIA TOTAL DE LA PARCELA (Kw)</b> |
| <b>606,3088</b>                          |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |              |          |          |          |              |
|-------------------|---------------|--------------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b>     | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b>     |
| <b>8</b>          | 71,2          | <b>89,56</b> | 71,2     | 71,2     | 71,2     | <b>89,56</b> |

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |
|-------------------|---------------|----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>7</b>      | <b>8</b> |
| <b>8</b>          | 71,2          | 71,2     |

### PARCELA Nº 9

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº C.G.P</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>ELECTRIFICACIÓN</b> | <b>TIPO VIVIENDA</b> |
|-------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 9                 | 12              | 132                 | Básica                 | colectiva            |

Electrificación Básica 5,75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total}$

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>POTENCIA (W)</b> | <b>POTENCIA TOTAL (Kw)</b> |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 9                 | 132                 | 5750                | <b>759</b>                 |



| PARCELA Nº | ASCENSOR | SERVICIOS GENERALES | POTENCIA DEL GARAJE |
|------------|----------|---------------------|---------------------|
| 9          | 4,5      | 3,45                | 69,82464            |

La potencia total de la parcela será el producto de:

$$P=(N^{\circ} \text{ DE VIVIENDAS *ELECTRIFICACIÓN})+ \\ +(C.G.P.*(ASCENSOR +SERVICIOS GENERALES)+POTENCIA DEL GARAJE)$$

| POTENCIA TOTAL DE LA PARCELA (Kw) |
|-----------------------------------|
| 924,22464                         |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

| Parcela nº | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    |
|------------|------|------|-------|------|------|------|
| 9          | 71,2 | 71,2 | 106,8 | 71,2 | 71,2 | 71,2 |

|            | C.G.P. |       |      |      |      |      |
|------------|--------|-------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 7      | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 9          | 71,2   | 106,8 | 71,2 | 71,2 | 71,2 | 71,2 |

### PARCELA Nº 10

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 10         | 14       | 27           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P=N^{\circ} \text{ viviendas *potencia} =\text{potencia total de la parcela}$



| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 10         | 27           | 9200         | <b>248,4</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|            | C.G.P. |      |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| <b>10</b>  | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

|            | C.G.P.     |      |      |      |      |      |
|------------|------------|------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 7          | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| <b>10</b>  | <b>9,2</b> | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

|            | C.G.P. |      |
|------------|--------|------|
| Parcela nº | 13     | 14   |
| <b>10</b>  | 18,4   | 18,4 |

### PARCELA Nº 11

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 11         | 11       | 22           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw Básica 5,75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 11         | 22           | 9200         | <b>202,4</b>        |



Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| <b>11</b>         | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     |

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |           |           |
|-------------------|---------------|----------|----------|-----------|-----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>7</b>      | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> |
| <b>11</b>         | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4      | 18,4      |

#### PARCELA Nº 12

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº C.G.P</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>ELECTRIFICACIÓN</b> | <b>TIPO VIVIENDA</b> |
|-------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 12                | 9               | 18                  | Elevada                | unifamiliar          |

Electrificación Elevada 9,2 Kw Básica 5,75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>POTENCIA (W)</b> | <b>POTENCIA TOTAL (Kw)</b> |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 12                | 18                  | 9200                | <b>165,6</b>               |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| <b>12</b>         | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     |



| Parcela nº | C.G.P. |      |      |
|------------|--------|------|------|
|            | 7      | 8    | 9    |
| 12         | 18,4   | 18,4 | 18,4 |

### PARCELA Nº 13

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 13         | 17       | 33           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 13         | 33           | 9200         | 303,6               |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

| Parcela nº | C.G.P. |      |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|------|
|            | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 13         | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

| Parcela nº | C.G.P. |      |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|------|
|            | 7      | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 13         | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

| Parcela nº | C.G.P. |      |      |      |     |
|------------|--------|------|------|------|-----|
|            | 13     | 14   | 15   | 16   | 17  |
| 13         | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 9,2 |



### PARCELA Nº 14

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 14         | 9        | 17           | levada          | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 14         | 17           | 9200         | <b>156,4</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

| Parcela nº | C.G.P. |      |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|------|
|            | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| <b>14</b>  | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

| Parcela nº | C.G.P. |      |            |
|------------|--------|------|------------|
|            | 7      | 8    | 9          |
| <b>14</b>  | 18,4   | 18,4 | <b>9,2</b> |

### PARCELA Nº 15

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 15         | 9        | 17           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$



| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 15         | 17           | 9200         | <b>156,4</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|            | C.G.P. |      |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| <b>15</b>  | 18,4   | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

|            | C.G.P. |      |            |
|------------|--------|------|------------|
| Parcela nº | 7      | 8    | 9          |
| <b>15</b>  | 18,4   | 18,4 | <b>9,2</b> |

#### PARCELA Nº 16

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 16         | 7        | 14           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 16         | 14           | 9200         | <b>128,8</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)



|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| <b>16</b>         | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     |

|                   | <b>C.G.P.</b> |
|-------------------|---------------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>7</b>      |
| <b>16</b>         | 18,4          |

### PARCELA Nº 17

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº C.G.P.</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>ELECTRIFICACIÓN</b> | <b>TIPO VIVIENDA</b> |
|-------------------|------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 17                | 12               | 24                  | Elevada                | unifamiliar          |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>POTENCIA (W)</b> | <b>POTENCIA TOTAL (Kw)</b> |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 17                | 24                  | 9200                | <b>220,8</b>               |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| <b>17</b>         | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     | 18,4     |

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |           |           |           |
|-------------------|---------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>7</b>      | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| <b>17</b>         | 18,4          | 18,4     | 18,4     | 18,4      | 18,4      | 18,4      |





### PARCELA Nº 18

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 18         | 7        | 13           | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de la parcela}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 18         | 13           | 9200         | <b>119,6</b>        |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|            | C.G.P.     |      |      |      |      |      |
|------------|------------|------|------|------|------|------|
| Parcela nº | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| <b>18</b>  | <b>9,2</b> | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

|            | C.G.P. |
|------------|--------|
| Parcela nº | 7      |
| <b>18</b>  | 18,4   |



## PARCELA Nº 19

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 19         | 15       | 150          | Básica          | colectiva     |

Electrificación Básica 5.75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total}$

| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 19         | 150          | 5750         | <b>862,5</b>        |

| PARCELA Nº | ASCENSOR | SERVICIOS GENERALES | POTENCIA DEL GARAJE |
|------------|----------|---------------------|---------------------|
| 19         | 4,5      | 3,45                | 103,1552            |

La potencia total de la parcela será el producto de:

$P = (N^{\circ} \text{ DE VIVIENDAS} * \text{ELECTRIFICACIÓN}) +$

$+ (C.G.P. * (\text{ASCENSOR} + \text{SERVICIOS GENERALES}) + \text{POTENCIA DEL GARAJE})$

| POTENCIA TOTAL DE LA PARCELA (Kw) |
|-----------------------------------|
| <b>1084,9052</b>                  |



Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |          |          |               |
|-------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b>      |
| <b>19</b>         | 65,45         | 65,45    | 65,45    | 65,45    | 65,45    | <b>117,05</b> |

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |               |           |           |           |
|-------------------|---------------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>7</b>      | <b>8</b> | <b>9</b>      | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| <b>19</b>         | 65,45         | 65,45    | <b>117,05</b> | 65,45     | 65,45     | 65,45     |

|                   | <b>C.G.P.</b> |           |           |
|-------------------|---------------|-----------|-----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>13</b>     | <b>14</b> | <b>15</b> |
| <b>19</b>         | 65,45         | 65,45     | 65,45     |

### PARCELA Nº 20

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº C.G.P</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>ELECTRIFICACIÓN</b> | <b>TIPO VIVIENDA</b> |
|-------------------|-----------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 20                | 10              | 100                 | Básica                 | colectiva            |

Electrificación Básica 5.75 Kw

Potencia total  $P = N^{\circ} \text{ viviendas} * \text{potencia} = \text{potencia total de}$

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>POTENCIA (W)</b> | <b>POTENCIA TOTAL (Kw)</b> |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| 20                | 100                 | 5750                | <b>575</b>                 |

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>ASCENSOR</b> | <b>SERVICIOS GENERALES</b> | <b>POTENCIA DEL GARAJE</b> |
|-------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|
| 20                | 4,5             | 3,45                       | 40,0088                    |



La potencia total de la parcela será el producto de:

$$P=(N^{\circ} \text{ DE VIVIENDAS *ELECTRIFICACIÓN})+ \\ +(C.G.P.*(ASCENSOR +SERVICIOS GENERALES))+POTENCIA DEL GARAJE$$

|  |
|--|
| <b>POTENCIA TOTAL DE LA PARCELA (Kw)</b> |
| <b>694,5088</b>                          |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

| Parcela nº | 1      | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 20         | 105,46 | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 | 65,45 |

|            | C.G.P. |       |       |       |
|------------|--------|-------|-------|-------|
| Parcela nº | 7      | 8     | 9     | 10    |
| 20         | 65,45  | 65,45 | 65,45 | 65,45 |

#### PARCELA Nº 21

| PARCELA Nº | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS | ELECTRIFICACIÓN | TIPO VIVIENDA |
|------------|----------|--------------|-----------------|---------------|
| 21         | 5        | 9            | Elevada         | unifamiliar   |

Electrificación Elevada 9,2 Kw

Potencia total  $P=N^{\circ} \text{ viviendas *potencia} =\text{potencia total de la parcela}$



| PARCELA Nº | Nº VIVIENDAS | POTENCIA (W) | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|------------|--------------|--------------|---------------------|
| 21         | 9            | 9200         | 82,8                |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

| Parcela nº | C.G.P. |      |      |      |      |
|------------|--------|------|------|------|------|
|            | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 21         | 9,2    | 18,4 | 18,4 | 18,4 | 18,4 |

### POTENCIA EN JARDINES

Sera el producto del area del jardín por la potencia m2 que se solicita .

| JARDINES | luminaria Na HP 100 w. cada 30 m2 |                                   |          |
|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------|
|          | m <sup>2</sup>                    | luminaria Na HP 100 w. cada 30 m2 | redondeo |
| JARDIN 1 | 3591,83                           | 119,73                            | 120      |
| JARDIN 2 | 4020,5                            | 134,02                            | 134      |
| JARDIN 3 | 1425,63                           | 47,52                             | 48       |
| JARDIN 4 | 1316,6                            | 43,89                             | 44       |
| JARDIN 5 | 2223,13                           | 74,1                              | 74       |
| JARDIN 6 | 2123,23                           | 70,77                             | 71       |

Aplicando un factor de corrección de 1.8 tendremos una potencia para cada jardín

de:

|          | POTENCIA (Kw) |
|----------|---------------|
| JARDIN 1 | 21,6          |
| JARDIN 2 | 24,12         |
| JARDIN 3 | 8,64          |



|          | <b>POTENCIA (Kw)</b> |
|----------|----------------------|
| JARDIN 4 | 7,92                 |
| JARDIN 5 | 13,32                |
| JARDIN 6 | 12,78                |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.) en los jardines:

| Parcela nº | C.G.P. |       |      |      |       |       |
|------------|--------|-------|------|------|-------|-------|
|            | 1      | 2     | 3    | 4    | 5     | 6     |
| 22         | 21,6   | 24,12 | 8,64 | 7,92 | 13,32 | 12,78 |

### Equipamiento Social

| EQUIPAMIENTO SOCIAL | prevision de 10 w / m2 |             |
|---------------------|------------------------|-------------|
|                     | m <sup>2</sup>         | potencia Kw |
| Eq. Soc.            | 1661,25                | 16,61       |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|            | C.G.P. |
|------------|--------|
| Parcela nº | 1      |
| 23         | 16,61  |

### Equipamiento Juvenil

| EQUIPAMIENTO JUVENIL | previsión de 5 w / m2 |             |
|----------------------|-----------------------|-------------|
|                      | m <sup>2</sup>        | potencia Kw |
| Eq. Juv.             | 20191,47              | 100,96      |



Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |
|-------------------|---------------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      |
| <b>24</b>         | 100,96        |

### Alumbrado de Viales:

Tres Centros de Mando de 20 KW cada uno

| <b>ALUMBRADO VIALES</b> |    |
|-------------------------|----|
| <b>potencia kw</b>      |    |
| 3x20Kw                  | 60 |

Distribución de la potencia en los cuadros generales de protección (C.G.P.)

|                   | <b>C.G.P.</b> |          |          |
|-------------------|---------------|----------|----------|
| <b>Parcela nº</b> | <b>1</b>      | <b>2</b> | <b>3</b> |
| <b>CM</b>         | 20            | 20       | 20       |

Tabla de la previsión de cargas que habrá en el polígono residencial

| <b>PARCELA Nº</b> | <b>Nº C.G.P</b> | <b>Nº VIVIENDAS</b> | <b>POTENCIA TOTAL (Kw)</b> |
|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------------|
| 1                 | 12              | 24                  | <b>220,8</b>               |
| 2                 | 17              | 34                  | <b>312,8</b>               |
| 3                 | 6               | 12                  | <b>110,4</b>               |
| 4                 | 14              | 140                 | <b>1010,6</b>              |
| 5                 | 14              | 140                 | <b>1011,95</b>             |
| 6                 | 11              | 21                  | <b>193,2</b>               |
| 7                 | 11              | 22                  | <b>202,4</b>               |
| 8                 | 8               | 88                  | <b>606,31</b>              |



| PARCELA Nº                  | Nº C.G.P | Nº VIVIENDAS   | POTENCIA TOTAL (Kw) |
|-----------------------------|----------|----------------|---------------------|
| 9                           | 12       | 132            | 924,22              |
| 10                          | 14       | 27             | 248,4               |
| 11                          | 11       | 22             | 202,4               |
| 12                          | 9        | 18             | 165,6               |
| 13                          | 17       | 33             | 303,6               |
| 14                          | 9        | 17             | 156,4               |
| 15                          | 9        | 17             | 156,4               |
| 16                          | 7        | 14             | 128,8               |
| 17                          | 12       | 24             | 220,8               |
| 18                          | 7        | 13             | 119,6               |
| 19                          | 15       | 150            | 1084,91             |
| 20                          | 10       | 100            | 694,51              |
| 21                          | 5        | 9              | 82,8                |
| <b>EQUIPAMIENTO SOCIAL</b>  |          |                |                     |
| <b>Potencia Kw</b>          |          | <b>16,61</b>   |                     |
| <b>EQUIPAMIENTO JUVENIL</b> |          |                |                     |
| <b>Potencia Kw</b>          |          | <b>100,96</b>  |                     |
| <b>JARDINES</b>             |          |                |                     |
| <b>POTENCIA TOTAL</b>       |          | <b>88,38</b>   |                     |
| <b>ALUMBRADO VIALES</b>     |          |                |                     |
| <b>Potencia Kw</b>          |          | <b>60</b>      |                     |
| <b>Potencia total (Kw)</b>  |          | <b>8422,85</b> |                     |
| <b>Potencia total (Kva)</b> |          | <b>9228,09</b> |                     |

## 2.1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO Y CONSIDERACIONES

### CÁLCULO DEL Nº DE TRANSFORMADORES:

La potencia total en vatios de todas las parcelas es de:

$$P_T = 8422,85 \text{ KW}$$

Donde 8305,28 KW pertenecen a viviendas unifamiliares, edificios, centro de mando de viales y jardines (aplicándole un coeficiente de simultaneidad de 0,4).

Por otro lado disponemos de 117,57 KW pertenecen a equipamiento social y equipamiento juvenil a los cuales le aplicamos un coeficiente de simultaneidad perteneciente a zonas comerciales (aplicándole un coeficiente de simultaneidad de 0,6).





Para convertir esta potencia a KVA se dividirá entre el factor de potencia  $\cos \varphi=0.9$ .

$$S_1=P/\cos\varphi=8305,28/0,9=9228,08 \text{ KVA}$$

$$S_2=P/\cos\varphi=117,57/0,9=130,63 \text{ KVA}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Transformadores}=(S_1 \cdot 0,4 + S_2 \cdot 0,6) / S_{\text{Trafo}}=(9228,08 \cdot 0,4 + 130,63 \cdot 0,6) / 400=$$

Nº de Transformadores = 9,42 transformadores, como mínimo

Por las distancias del polígono residencial, con 10 transformadores no se cumplirían las condiciones de protección por fusibles, por lo que usaremos 14 transformadores.

### CÁLCULO DE LOS ANILLOS DE BAJA TENSIÓN:

Consideraciones previas para el cálculo de anillos:

En primer lugar tenemos que calcular el punto de mínima tensión.

$$\text{PMT}=\Sigma(P \cdot L) / P_T$$

En segundo lugar calculamos las potencias de cada rama del anillo, una vez abierto por el punto de mínima tensión mediante la ecuación siguiente:

$$P=(\text{N}^\circ \text{ ab EB} \cdot 5,75 + \text{N}^\circ \text{ ab EE} \cdot 9,2) / \text{N}^\circ \text{ de abonados} \cdot \text{CS} + P_{\text{potencias otros elementos}}$$

EB → Electrificación Básica

EE → Electrificación Elevada

CS → Coeficiente de simultaneidad en función del número de viviendas ITC-BT 10)



| Nº Viviendas (n) | Coefficiente 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               |

En tercer lugar calculamos la intensidad nominal por rama, que tenemos que tener en cuenta para su posterior corrección mediante los factores de corrección debidos a la temperatura del terreno, resistividad térmica, número de circuitos en la misma zanja, etc. con la ayuda de las siguientes tablas:

$$I_N = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi)$$

P → Potencia de la rama

U → Tensión de línea 400 V

cos φ → Factor de potencia 0,9

Para determinar los factores de corrección empleamos el catálogo de conductores PRYSMIAN para redes subterráneas de baja tensión directamente enterrados, y mediante las siguientes tablas determinamos estos factores.



Tabla de factor de corrección de temperatura

**TABLA A.6 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS TEMPERATURAS (CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS Y CABLES SOTERRADOS)**

| Temperatura máxima del conductor °C | Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                                     | 20  | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   |  |
| 90*                                 | 1,18  | 1,14 | 1,10 | 1,05 | 1,00 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 |  |
| 105                                 | 1,14  | 1,11 | 1,07 | 1,04 | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,83 |  |

Para una temperatura del terreno de 25 °C →  $K_t = 1$

Tabla del factor de corrección para resistividad térmica del terreno:

**TABLA A.7 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1,5 K·m/W (CABLES SOTERRADOS)**

Si los cables van directamente enterrados tenemos:

| Sección del conductor mm <sup>2</sup> | Cables directamente soterrados en triángulo en contacto |           |         |           |         |           |         |
|---------------------------------------|---|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
|                                       | Resistividad del terreno                                |           |         |           |         |           |         |
|                                       | 0,8 K·m/W   | 0,9 K·m/W | 1 K·m/W | 1,5 K·m/W | 2 K·m/W | 2,5 K·m/W | 3 K·m/W |
| 25                                    | 1,25  | 1,20      | 1,16    | 1,00      | 0,89    | 0,81      | 0,75    |
| 35                                    | 1,25  | 1,21      | 1,16    | 1,00      | 0,89    | 0,81      | 0,75    |
| 50                                    | 1,26  | 1,21      | 1,16    | 1,00      | 0,89    | 0,81      | 0,74    |
| 70                                    | 1,27  | 1,22      | 1,17    | 1,00      | 0,89    | 0,81      | 0,74    |
| 95                                    | 1,28  | 1,22      | 1,18    | 1,00      | 0,89    | 0,80      | 0,74    |
| 120                                   | 1,28  | 1,22      | 1,18    | 1,00      | 0,88    | 0,80      | 0,74    |
| 150                                   | 1,28  | 1,23      | 1,18    | 1,00      | 0,88    | 0,80      | 0,74    |
| 185                                   | 1,29  | 1,23      | 1,18    | 1,00      | 0,88    | 0,80      | 0,74    |
| 240                                   | 1,29  | 1,23      | 1,18    | 1,00      | 0,88    | 0,80      | 0,73    |
| 300                                   | 1,30  | 1,24      | 1,19    | 1,00      | 0,88    | 0,80      | 0,73    |
| 400                                   | 1,30  | 1,24      | 1,19    | 1,00      | 0,88    | 0,79      | 0,73    |

Para una resistividad del terreno de 1,5 K·m/W →  $K_r = 1$

Tabla para profundidad de soterramiento:

**TABLA A.8 (UNE 211435):  
FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SOTERRAMIENTO (CABLES SOTERRADOS)**

| Cables de 0,6/1 kV |            |            |
|--------------------|------------|------------|
| Profundidad, m     | Soterrados | En tubular |
| 0,50               | 1,04       | 1,03       |
| 0,60               | 1,02       | 1,01       |
| 0,70               | 1,00       | 1,00       |
| 0,80               | 0,99       | 0,99       |
| 1,00               | 0,97       | 0,97       |
| 1,25               | 0,95       | 0,96       |
| 1,50               | 0,93       | 0,95       |
| 1,75               | 0,92       | 0,94       |
| 2,00               | 0,91       | 0,93       |
| 2,50               | 0,89       | 0,91       |
| 3,00               | 0,88       | 0,90       |

Esta profundidad dependerá del tipo de zanja utilizada para el tendido de los conductores por lo que se especificará en el cálculo de cada anillo en cuestión.



Tabla para el agrupamiento de diferentes circuitos cables unipolares

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

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

La distancia entre los diferentes grupos de circuitos que discurran por el mismo tramo de zanja que aplicaremos a nuestra instalación, será de 200 mm.

Si por motivo alguno el coeficiente aplicado a esta distancia de separación fuese erróneo para los cálculos se especificará en cada apartado de cálculo de anillo de BT la separación de las ternas de cables unipolares.

Elegiremos el factor de corrección adecuado cuando planteemos la distribución de circuitos en las zanjas.




#### SELECCIÓN DEL CONDUCTOR Y FUSIBLE DE PROTECCIÓN:

Una vez tenemos la intensidad corregida que circulará por nuestro conductor seleccionaremos el conductor cuya intensidad sea inmediatamente superior a la calculada, para ellos usaremos conductores de aluminio del catálogo PRYSMIAN.



Tabla de Intensidades máximas admisibles en cables directamente soterrados:

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

| Intensidad máxima admisible en A<br>Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al<br>Cables en triángulo en contacto |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Sección<br>mm <sup>2</sup>  | Directamente soterrados (1)<br> | En tubular soterrada (2)<br> | Al aire, protegido del sol (1)<br> |
| <b>ALUMINIO</b>   |  |   |   |
| 25  | 95   | 82  | 88  |
| 50  | 135  | 115   | 125   |
| 95  | 200  | 175   | 200   |
| 150   | 260  | 230   | 290   |
| 240   | 340  | 305   | 390   |
| <b>COBRE</b>  |  |   |   |
| 25  | 125  | 105   | 115   |
| 50  | 185  | 155   | 185   |
| 95  | 260  | 225   | 285   |
| 150   | 340  | 300   | 390   |
| 240   | 445  | 400   | 540   |

Temperatura del terreno en °C 25  
Temperatura del aire ambiente en °C 40  
Resistencia térmica del terreno en K·m/W 1,5  
Profundidad de soterramiento en m 0,7

(1) Tres cables unipolares al tresbolillo.  
(2) Tres cables unipolares en la misma tubular.

Una vez seleccionado el conductor, le aplicamos a la intensidad proporcionada por las tablas de dicho conductor los factores de corrección.

$$I_{\text{tablas}} = I_{\text{máx}} / K_T$$

Deberá cumplirse que  $\rightarrow I_{\text{adm}} > I_{\text{tablas}}$

Teniendo presente que la intensidad que circula por el conductor de dicho circuito ( $I_b$ ) debe ser menor que la intensidad máxima permitida por el conductor elegido habiéndole aplicado los factores de corrección ( $I_z$ ) y por supuesto esta última a su vez mayor que la intensidad nominal elegida para el fusible de protección ( $I_N$ )

$$I_z = I_{\text{adm}} \cdot K_T$$

$$I_b < I_N < I_z$$

También se deberá cumplir que el factor de simultaneidad es menor de 0,9

$$f.s. = I_b / I_z < 0,9$$



### PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS:

Las ramas de cada anillo deben ir protegidas mediante fusibles "gG". La intensidad del fusible a instalar vendrá determinada por:

$$I_f = 1,6 \cdot I_N < 1,45 \cdot I_z$$

Siendo:

$I_f$  → Corriente de fusión del fusible

$I_N$  → Corriente asignada del fusible

$I_z$  → Corriente admisible para conductores cargados según UNE 20 460-5-523

Para la selección de un fusible tenemos que tener en cuenta que la longitud de protección del fusible sea mayor que la distancia de la rama hasta el punto de mínima tensión.

$$L_{\text{fusible}} > L_{\text{rama}}$$

| <b>Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados</b> |     |     |     |      |      |      |
|--|-----|-----|-----|------|------|------|
| Icc I máxima   | 580 | 715 | 950 | 1250 | 1650 | 2200 |
| <i>Fusibles "gG"</i><br><i>Calibre In (A)</i>  | 100 | 125 | 160 | 200  | 250  | 315  |
| 4 x 50 Al  | 192 | 156 | 117 | 89   | 67   | 51   |
| 3 x 95 + 1 x 50 Al   | 255 | 207 | 156 | 118  | 90   | 67   |
| 3 x 150 + 1 x 95 Al  | 458 | 371 | 280 | 212  | 161  | 121  |
| 3 x 240 + 1 x 150 Al   | 702 | 570 | 429 | 326  | 247  | 185  |

*Línea no protegida contra sobrecargas*

### COMPROBACIÓN DE CAÍDA DE TENSIÓN EN LA LÍNEA:

La caída de tensión máxima por rama debe de ser menor del 5% según el RBET en la instrucción técnica ITC-BT 19, el cálculo de la caída de tensión se realiza mediante la siguiente ecuación.

$$\Delta U \% = (P \cdot L) / (10 \cdot U^2) \cdot (R + X \cdot \text{tg} \phi)$$

$$\% \Delta U = P \cdot L \cdot K \rightarrow K = (R + X \cdot \text{tg} \phi) / (10 \cdot U^2)$$



Siendo:

P → Potencia de rama

L → Longitud de cada tramo

U → Tensión asignada (400)

R → Resistencia del conductor

X → Reactancia del conductor

$\cos\varphi=0,9 \rightarrow \varphi=25,84^\circ$

Tabla 1  
Resistencia y reactancia

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

### 2.1.3. CÁLCULO DE ANILLOS DE BAJA TENSIÓN

#### 2.1.3.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE REPARTO (CT R)

##### CT reparto **ANILLO 1**

##### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CTR      | CGP 15-4 | 135,3       | 135,3            | 18,4         | 2489,52  |
| CGP 15-4 | CGP 15-3 | 18,4        | 153,7            | 18,4         | 2828,08  |
| CGP 15-3 | CGP 15-1 | 37,2        | 190,9            | 18,4         | 3512,56  |
| CGP 15-1 | CGP 15-2 | 20,8        | 211,7            | 18,4         | 3895,28  |
| CGP 15-2 | CGP 16-1 | 36,5        | 248,2            | 18,4         | 4566,88  |
| CGP 16-1 | CGP 16-2 | 18,4        | 266,6            | 18,4         | 4905,44  |
| CGP 16-2 | CGP 16-3 | 18,4        | 285              | 18,4         | 5244     |
| CGP 16-3 | CGP 16-4 | 36,7        | 321,7            | 18,4         | 5919,28  |
| CGP 16-4 | CGP 16-5 | 37          | 358,7            | 18,4         | 6600,08  |
| CGP 16-5 | CGP 16-6 | 18,4        | 377,1            | 18,4         | 6938,64  |
| CGP 16-6 | CGP 16-7 | 18,4        | 395,5            | 18,4         | 7277,2   |
| CGP 16-7 | CGP 22-6 | 45,9        | 441,4            | 12,78        | 5641,092 |
| CGP 22-6 | CTR      | 98,8        | 540,2            |              |          |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 59818,052    | 215,18     | 277,9907612 |



**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 15-4 | 2           | 9200 | 9,9  |             | 91,8           |
| CGP 15-3 | 2           | 9200 | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 15-1 | 2           | 9200 | 7    |             | 64,4           |
| CGP 15-2 | 2           | 9200 | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 16-1 | 2           | 9200 | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 16-2 | 2           | 9200 | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 91,8     | 147,2243186 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 9,9 | 12 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 167,3003621 |

**NOTA:** enterrados a 0,7m,2 circuitos agrupados a 200mm de separación

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 266,6           | 160     | 429             |

**CAÍDA DE TENSIÓN**

| TRAMO             | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CTR CGP 15-4      | 91,8         | 135,3    | 1,233522642 | 1,233522642    |
| CGP 15-4 CGP 15-3 | 78,2         | 18,4     | 0,142899669 | 1,376422311    |
| CGP 15-3 CGP 15-1 | 64,4         | 37,2     | 0,237922467 | 1,614344778    |
| CGP 15-1 CGP 15-2 | 49,68        | 20,8     | 0,102624622 | 1,7169694      |
| CGP 15-2 CGP 16-1 | 34,96        | 36,5     | 0,12672752  | 1,84369692     |
| CGP 16-1 CGP 16-2 | 18,4         | 18,4     | 0,033623452 | 1,877320372    |

| **K**      | R     | X    |
|------------|-------|------|
| 0,09931313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión





### RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 22-6 | 0           |      | 8,5  | 12,78        | 90,98          |
| CGP 16-7 | 2           | 9,2  | 8,5  |              | 78,2           |
| CGP 16-6 | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 16-5 | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 16-4 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 16-3 | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 90,98    | 145,909243 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 8,5 | 10 |

| f.d.c | I.tablas   |
|-------|------------|
| 0,88  | 165,805958 |

**NOTA:** enterrados a 0,7m,2 circuitos agrupados a 200mm de separación

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 255,2           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CTR      | CGP 22-6     | 98,8     | 0,892708202 | 0,892708202    |
| CGP 22-6 | CGP 16-7     | 45,9     | 0,356472545 | 1,249180746    |
| CGP 16-7 | CGP 16-6     | 18,4     | 0,117682081 | 1,366862827    |
| CGP 16-6 | CGP 16-5     | 18,4     | 0,090783319 | 1,457646146    |
| CGP 16-5 | CGP 16-4     | 37       | 0,128463513 | 1,586109659    |
| CGP 16-4 | CGP 16-3     | 36,7     | 0,067064167 | 1,653173827    |

| **K**      | R     | X    |
|------------|-------|------|
| 0,09931313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT R:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> +1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 160 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 160 A



## CT reparto ANILLO 2

### Punto mínima tensión

| TRAMO     |           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL     |
|-----------|-----------|-------------|------------------|--------------|---------|
| CTR       | CGP 15-7  | 81,5        | 81,5             | 18,4         | 1499,6  |
| CGP 15-7  | CGP 10-7  | 85,9        | 167,4            | 9,2          | 1540,08 |
| CGP 10-7  | CGP 10-8  | 16,8        | 184,2            | 18,4         | 3389,28 |
| CGP 10-8  | CGP 10-10 | 65,9        | 250,1            | 18,4         | 4601,84 |
| CGP 10-10 | CGP 10-12 | 35          | 285,1            | 18,4         | 5245,84 |
| CGP 10-12 | CGP 10-14 | 34,9        | 320              | 18,4         | 5888    |
| CGP 10-14 | CGP 10-13 | 19,9        | 339,9            | 18,4         | 6254,16 |
| CGP 10-13 | CGP 10-11 | 36          | 375,9            | 18,4         | 6916,56 |
| CGP 10-11 | CGP 10-9  | 36,1        | 412              | 18,4         | 7580,8  |
| CGP 10-9  | CGP 15-5  | 118         | 530              | 18,4         | 9752    |
| CGP 15-5  | CTR       | 36,8        | 566,8            |              |         |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 52668,16     | 174,8      | 301,3052632 |

### RAMA 1

| CGP       | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 15-7  | 2           | 9,2  | 7,8  |             | 71,76          |
| CGP 10-7  | 1           | 9,2  | 6,2  |             | 57,04          |
| CGP 10-8  | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 10-10 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 10-12 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 71,76    | 115,0851537 |

| C.S | n |
|-----|---|
| 7,8 | 9 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 130,7785837 |

**NOTA:** enterrados a 0,7m,2 circuitos agrupados a 200mm de separación

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 285,1           | 160     | 429             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CTR       | CGP 15-7  | 71,76        | 81,5     | 0,580826853 | 0,580826853    |
| CGP 15-7  | CGP 10-7  | 57,04        | 85,9     | 0,486608094 | 1,067434947    |
| CGP 10-7  | CGP 10-8  | 49,68        | 16,8     | 0,082889118 | 1,150324064    |
| CGP 10-8  | CGP 10-10 | 34,96        | 65,9     | 0,228803933 | 1,379127998    |
| CGP 10-10 | CGP 10-12 | 18,4         | 35       | 0,063957653 | 1,44308565     |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP       | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|--------------|------|-----|--------------|----------------|
| CGP 15-5  | 2            | 9,2  | 8,5 |              | 78,2           |
| CGP 10-9  | 2            | 9,2  | 7   |              | 64,4           |
| CGP 10-11 | 2            | 9,2  | 5,4 |              | 49,68          |
| CGP 10-13 | 2            | 9,2  | 3,8 |              | 34,96          |
| CGP 10-14 | 2            | 9,2  | 2   |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 78,2     | 125,4133085 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 8,5 | 10 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 142,5151233 |

**NOTA:** enterrados a 0,7m,2 circuitos agrupados a 200mm de separación

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 246,8           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CTR       | CGP 15-5  | 78,2         | 36,8     | 0,285799339 | 0,285799339    |
| CGP 15-5  | CGP 10-9  | 64,4         | 118      | 0,7547003   | 1,040499638    |
| CGP 10-9  | CGP 10-11 | 49,68        | 36,1     | 0,178112925 | 1,218612564    |
| CGP 10-11 | CGP 10-13 | 34,96        | 36       | 0,124991527 | 1,34360409     |
| CGP 10-13 | CGP 10-14 | 18,4         | 19,9     | 0,036364494 | 1,379968584    |



| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT R:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 160 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 160 \text{ A}$

### CT reparto ANILLO 3

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL     |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|---------|
| CTR      | CGP 15-8 | 101,1       | 101,1            | 18,4         | 1860,24 |
| CGP 15-8 | CGP 14-2 | 95,3        | 196,4            | 18,4         | 3613,76 |
| CGP 14-2 | CGP 14-1 | 17,7        | 214,1            | 18,4         | 3939,44 |
| CGP 14-1 | CGP 14-9 | 31,7        | 245,8            | 9,2          | 2261,36 |
| CGP 14-9 | CGP 14-8 | 16,4        | 262,2            | 18,4         | 4824,48 |
| CGP 14-8 | CGP 14-7 | 39,6        | 301,8            | 18,4         | 5553,12 |
| CGP 14-7 | CGP 14-6 | 16,6        | 318,4            | 18,4         | 5858,56 |
| CGP 14-6 | CGP 14-5 | 16,6        | 335              | 18,4         | 6164    |
| CGP 14-5 | CGP 14-4 | 38,9        | 373,9            | 18,4         | 6879,76 |
| CGP 14-4 | CGP 14-3 | 17,5        | 391,4            | 18,4         | 7201,76 |
| CGP 14-3 | CGP 15-9 | 50,1        | 441,5            | 9,2          | 4061,8  |
| CGP 15-9 | CGP 15-6 | 92,8        | 534,3            | 18,4         | 9831,12 |
| CGP 15-6 | CTR      | 58,5        | 592,8            |              |         |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 62049,4      | 202,4      | 306,5681818 |



### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 15-8 | 2           | 9,2  | 9,2  |             | 84,64          |
| CGP 14-2 | 2           | 9,2  | 7,8  |             | 71,76          |
| CGP 14-1 | 1           | 9,2  | 6,2  |             | 57,04          |
| CGP 14-9 | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 14-8 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 14-7 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 84,64    | 135,7414633 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 9,2 | 11 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 159,6958392 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 301,8           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CTR      | CGP 15-8 | 84,64        | 101,1    | 0,849832739 | 0,849832739    |
| CGP 15-8 | CGP 14-2 | 71,76        | 95,3     | 0,679175449 | 1,529008188    |
| CGP 14-2 | CGP 14-1 | 57,04        | 17,7     | 0,100267326 | 1,629275513    |
| CGP 14-1 | CGP 14-9 | 49,68        | 31,7     | 0,156403871 | 1,785679384    |
| CGP 14-9 | CGP 14-8 | 34,96        | 16,4     | 0,056940584 | 1,842619969    |
| CGP 14-8 | CGP 14-7 | 18,4         | 39,6     | 0,072363515 | 1,914983484    |

| **K**      | R     | X    |
|------------|-------|------|
| 0,09931313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



## RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 15-6 | 2           | 9,2  | 9,2  |              | 84,64          |
| CGP 15-9 | 1           | 9,2  | 7,8  |              | 71,76          |
| CGP 14-3 | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 14-4 | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 14-5 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 14-6 | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 84,64    | 135,7414633 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 9,2 | 11 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 159,6958392 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 274,4           | 160     | 429             |

## CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kw) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CTR CGP 15-6      | 84,64        | 58,5     | 0,49174298  | 0,49174298     |
| CGP 15-6 CGP 15-9 | 71,76        | 92,8     | 0,661358674 | 1,153101654    |
| CGP 15-9 CGP 14-3 | 64,4         | 50,1     | 0,320427839 | 1,473529493    |
| CGP 14-3 CGP 14-4 | 49,68        | 17,5     | 0,086342831 | 1,559872324    |
| CGP 14-4 CGP 14-5 | 34,96        | 38,9     | 0,135060288 | 1,694932612    |
| CGP 14-5 CGP 14-6 | 18,4         | 16,6     | 0,030334201 | 1,725266813    |

| **K**      | R     | X    |
|------------|-------|------|
| 0,09931313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

RESULTADO DE CÁLCULOS: La elección final del conductor y fusibles en el anillo 3 del CT R:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> + 1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 160 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 160 A



## CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

### CT 1 ANILLO 1

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL       |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|-----------|
| CT1      | CGP 20-7 | 11,4        | 11,4             | 65,45        | 746,13    |
| CGP 20-7 | CGP 20-5 | 24,7        | 36,1             | 65,45        | 2362,745  |
| CGP 20-5 | CGP 21-5 | 66,4        | 102,5            | 18,4         | 1886      |
| CGP 21-5 | CGP 21-1 | 37          | 139,5            | 9,2          | 1283,4    |
| CGP 21-1 | CGP 21-3 | 73,6        | 213,1            | 18,4         | 3921,04   |
| CGP 21-3 | CGP 21-4 | 49,1        | 262,2            | 18,4         | 4824,48   |
| CGP 21-4 | CGP 21-2 | 103,7       | 365,9            | 18,4         | 6732,56   |
| CGP 21-2 | CGP 20-4 | 43,7        | 409,6            | 65,45        | 26808,32  |
| CGP 20-4 | CGP 20-6 | 27,9        | 437,5            | 65,45        | 28634,375 |
| CGP 20-6 | CT1      | 21,9        | 459,4            |              |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 77199,05     | 344,6      | 224,0251016 |

### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 20-7 | 10          | 5,75 | 17,3 | 15,9        | 127,31         |
| CGP 20-5 | 10          | 5,75 | 11,9 | 7,95        | 90,06          |
| CGP 21-5 | 1           | 9,2  | 4,6  |             | 42,32          |
| CGP 21-1 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 21-3 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 127,31   | 204,1735077 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 17,3 | 25 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 232,0153497 |

**NOTA:**

2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 213,1           | 250     | 247             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT1      | CGP 20-7 | 127,31       | 11,4     | 0,144136515 | 0,144136515    |
| CGP 20-7 | CGP 20-5 | 90,06        | 24,7     | 0,220920259 | 0,365056774    |
| CGP 20-5 | CGP 21-5 | 42,32        | 66,4     | 0,279074648 | 0,644131422    |
| CGP 21-5 | CGP 21-1 | 34,96        | 37       | 0,128463513 | 0,772594936    |
| CGP 21-1 | CGP 21-3 | 18,4         | 73,6     | 0,134493806 | 0,907088742    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 20-6 | 10          | 5,75 | 16,8 | 15,9         | 122,16         |
| CGP 20-4 | 10          | 5,75 | 11,3 | 7,95         | 92,01          |
| CGP 21-2 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 21-4 | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 122,16   | 195,9141913 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 16,8 | 24 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 222,6297629 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| INDUCTOR                     | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 197,2           | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT1      | CGP 20-6 | 122,16       | 21,9     | 0,265692801 | 0,265692801    |
| CGP 20-6 | CGP 20-4 | 92,01        | 27,9     | 0,254944638 | 0,520637438    |
| CGP 20-4 | CGP 21-2 | 34,96        | 43,7     | 0,151725825 | 0,672363264    |
| CGP 21-2 | CGP 21-4 | 18,4         | 103,7    | 0,189497388 | 0,861860651    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión





RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 1:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 250 A

**CT 1 ANILLO 2**

**Punto mínima tensión**

| TRAMO     |           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|-----------|-----------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT1       | CGP 20-8  | 12,2        | 12,2             | 65,45        | 798,49   |
| CGP 20-8  | CGP 20-10 | 29,3        | 41,5             | 65,45        | 2716,175 |
| CGP 20-10 | CGP 19-14 | 68,7        | 110,2            | 65,45        | 7212,59  |
| CGP 19-14 | CGP 19-15 | 20,4        | 130,6            | 65,45        | 8547,77  |
| CGP 19-15 | CGP 20-9  | 67,8        | 198,4            | 65,45        | 12985,28 |
| CGP 20-9  | CT1       | 27,2        | 225,6            |              |          |

| ΣPxL      | ΣP     | p.m.t |
|-----------|--------|-------|
| 32260,305 | 327,25 | 98,58 |

**RAMA 1**

| CGP       | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 20-8  | 10          | 5,75 | 14,8 | 7,95        | 93,05          |
| CGP 20-10 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 93,05    | 149,2290071 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 169,5784171 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE        |                 |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                              |                 | I <sub>n</sub> | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 41,5            | 200            | 326             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT1      | CGP 20-8  | 93,05        | 12,2     | 0,112741253 | 0,112741253    |
| CGP 20-8 | CGP 20-10 | 56,83        | 29,3     | 0,165368171 | 0,278109424    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP       | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 20-9  | 10           | 5,75 | 19,8 | 23,85        | 137,7          |
| CGP 19-15 | 10           | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 19-14 | 10           | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 137,7    | 220,836478 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 19,8 | 30 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 250,9505431 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 115,4           | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT1       | CGP 20-9  | 137,7        | 27,2     | 0,371971351 | 0,371971351    |
| CGP 20-9  | CGP 19-15 | 101          | 67,8     | 0,680076417 | 1,052047768    |
| CGP 19-15 | CGP 19-14 | 56,83        | 20,4     | 0,115136884 | 1,167184652    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 1:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 200 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 250 A

2.1.3.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 2)

CT2 ANILLO 1

Punto mínima tensión

| TRAMO     |           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW)  | PxL      |
|-----------|-----------|-------------|------------------|---------------|----------|
| CT2       | CGP 19-9  | 16,1        | 16,1             | <b>117,05</b> | 1884,505 |
| CGP 19-9  | CGP 19-11 | 36,5        | 52,6             | 65,45         | 3442,67  |
| CGP 19-11 | CGP 19-13 | 34,2        | 86,8             | 65,45         | 5681,06  |
| CGP 19-13 | CGP 19-12 | 20,3        | 107,1            | 65,45         | 7009,695 |
| CGP 19-12 | CGP 19-10 | 40,3        | 147,4            | 65,45         | 9647,33  |
| CGP 19-10 | CT2       | 32,2        | 179,6            |               |          |

| ΣPxL     | ΣP     | p.m.t       |
|----------|--------|-------------|
| 27665,26 | 378,85 | 73,02431041 |

RAMA 1

| CGP       | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 19-9  | 10          | 5,75 | 14,8 | 67,45       | 152,55         |
| CGP 19-11 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 152,55   | 244,6521766 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas   |
|-------|------------|
| 0,88  | 278,013837 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 52,6            | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT2      | CGP 19-9  | 152,55       | 16,1     | 0,243918497 | 0,243918497    |
| CGP 19-9 | CGP 19-11 | 56,83        | 36,5     | 0,206004719 | 0,449923216    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP       | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 19-10 | 10          | 5,75 | 19,8 | 23,85        | 137,7          |
| CGP 19-12 | 10          | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 19-13 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 137,7    | 220,836478 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 19,8 | 30 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 250,9505431 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 92,8            | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT2       | CGP 19-10 | 137,7        | 32,2     | 0,440348437 | 0,440348437    |
| CGP 19-10 | CGP 19-12 | 101          | 40,3     | 0,404234213 | 0,84458265     |
| CGP 19-12 | CGP 19-13 | 56,83        | 20,3     | 0,114572487 | 0,959155137    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 2:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 250 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 250 \text{ A}$

**CT2 ANILLO 2**

**Punto mínima tensión**

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW)  | PxL      |
|----------|----------|-------------|------------------|---------------|----------|
| CT2      | CGP 19-8 | 8           | 8                | 65,45         | 523,6    |
| CGP 19-8 | CGP 19-6 | 34,9        | 42,9             | <b>117,05</b> | 5021,445 |
| CGP 19-6 | CGP 19-4 | 36,3        | 79,2             | 65,45         | 5183,64  |
| CGP 19-4 | CGP 19-5 | 20,4        | 99,6             | 65,45         | 6518,82  |
| CGP 19-5 | CGP 19-7 | 40,1        | 139,7            | 65,45         | 9143,365 |
| CGP 19-7 | CT2      | 24,1        | 163,8            |               |          |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 26390,87     | 378,85     | 69,66047248 |

**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 19-8 | 10          | 5,75 | 14,8 | 67,45       | 152,55         |
| CGP 19-6 | 10          | 5,75 | 8,5  | 59,55       | 108,425        |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 152,55   | 244,6521766 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas   |
|-------|------------|
| 0,88  | 278,013837 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 42,29           | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT2 CGP 19-8      | 152,55       | 8        | 0,121201738 | 0,121201738    |
| CGP 19-8 CGP 19-6 | 108,43       | 34,9     | 0,375821423 | 0,497023161    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 19-7 | 10           | 5,75 | 19,8 | 23,85        | 137,7          |
| CGP 19-5 | 10           | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 19-4 | 10           | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 137,7    | 220,836478 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 19,8 | 30 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 250,9505431 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 84,6            | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT2 CGP 19-7      | 137,7        | 24,1     | 0,329577557 | 0,329577557    |
| CGP 19-7 CGP 19-5 | 101          | 40,1     | 0,402228088 | 0,731805645    |
| CGP 19-5 CGP 19-4 | 56,83        | 20,4     | 0,115136884 | 0,846942529    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



**RESULTADO DE CÁLCULOS:**

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 2:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 250 A

**2.1.3.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 3)**

**CT3 ANILLO 1**

**Punto mínima tensión**

| TRAMO     |           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|-----------|-----------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT3       | CGP 19-1  | 23,9        | 23,9             | 65,45        | 1564,255 |
| CGP 19-1  | CGP 19-3  | 34,4        | 58,3             | 65,45        | 3815,735 |
| CGP 19-3  | CGP 17-8  | 36,6        | 94,9             | 18,4         | 1746,16  |
| CGP 17-8  | CGP 17-6  | 56,9        | 151,8            | 18,4         | 2793,12  |
| CGP 17-6  | CGP 17-7  | 16,9        | 168,7            | 18,4         | 3104,08  |
| CGP 17-7  | CGP 17-9  | 54,6        | 223,3            | 18,4         | 4108,72  |
| CGP 17-9  | CGP 17-11 | 37          | 260,3            | 18,4         | 4789,52  |
| CGP 17-11 | CGP 17-12 | 18,5        | 278,8            | 18,4         | 5129,92  |
| CGP 17-12 | CGP 17-10 | 39,8        | 318,6            | 18,4         | 5862,24  |
| CGP 17-10 | CGP 19-2  | 47,6        | 366,2            | 65,45        | 23967,79 |
| CGP 19-2  | CT3       | 43,6        | 409,8            |              |          |

| ΣPxL     | ΣP     | p.m.t       |
|----------|--------|-------------|
| 56881,54 | 325,15 | 174,9393818 |

**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 19-1 | 10          | 5,75 | 17,8 | 15,9        | 132,42         |
| CGP 19-3 | 10          | 5,75 | 12,5 | 7,95        | 95,99          |
| CGP 17-8 | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 17-6 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 17-7 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)



| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 132,42   | 212,368674 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 17,8 | 26 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 241,3280387 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 167,8           | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU % | AU % Acumulada |
|----------|--------------|----------|------|----------------|
| CT3      | CGP 19-1     | 132,42   | 23,9 | 0,314309952    |
| CGP 19-1 | CGP 19-3     | 95,99    | 34,4 | 0,642247452    |
| CGP 19-3 | CGP 17-8     | 49,68    | 36,6 | 0,822827316    |
| CGP 17-8 | CGP 17-6     | 34,96    | 56,9 | 1,020383367    |
| CGP 17-6 | CGP 17-7     | 18,4     | 16,9 | 1,051265777    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP       | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 19-2  | 10          | 5,75 | 13,7 | 7,95         | 107,73         |
| CGP 17-10 | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 17-12 | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 17-11 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 17-9  | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 107,73   | 172,7720681 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 13,7 | 18 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 196,3318955 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 186,5           | 200     | 326             |





### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT3       | CGP 19-2  | 107,73       | 43,6     | 0,466476529 | 0,466476529    |
| CGP 19-2  | CGP 17-10 | 64,4         | 47,6     | 0,304438426 | 0,770914955    |
| CGP 17-10 | CGP 17-12 | 49,68        | 39,8     | 0,196368267 | 0,967283222    |
| CGP 17-12 | CGP 17-11 | 34,96        | 18,5     | 0,064231757 | 1,031514978    |
| CGP 17-11 | CGP 17-9  | 18,4         | 37       | 0,067612376 | 1,099127354    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 3:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 250 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 200 \text{ A}$

### CT3 ANILLO 2

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW)  | PxL       |
|----------|----------|-------------|------------------|---------------|-----------|
| CT3      | CGP 22-5 | 10,4        | 10,4             | 13,32         | 138,528   |
| CGP 22-5 | CGP 20-2 | 32,2        | 42,6             | 65,45         | 2788,17   |
| CGP 20-2 | CGP 18-6 | 34,2        | 76,8             | 18,4          | 1413,12   |
| CGP 18-6 | CGP 18-7 | 36,9        | 113,7            | 18,4          | 2092,08   |
| CGP 18-7 | CGP 18-1 | 29,7        | 143,4            | <b>9,2</b>    | 1319,28   |
| CGP 18-1 | CGP 18-2 | 17          | 160,4            | 18,4          | 2951,36   |
| CGP 18-2 | CGP 18-3 | 18,4        | 178,8            | 18,4          | 3289,92   |
| CGP 18-3 | CGP 18-4 | 56,1        | 234,9            | 18,4          | 4322,16   |
| CGP 18-4 | CGP 18-5 | 18,6        | 253,5            | 18,4          | 4664,4    |
| CGP 18-5 | CGP 20-3 | 32,2        | 285,7            | 65,45         | 18699,065 |
| CGP 20-3 | CGP 20-1 | 34,5        | 320,2            | <b>105,46</b> | 33768,292 |
| CGP 20-1 | CT3      | 28,7        | 348,9            |               |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 75446,375    | 369,28     | 204,3066914 |



**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 22-5 | 0           | 5,75 | 14,3 | 21,27       | 126,86         |
| CGP 20-2 | 10          | 5,75 | 14,3 | 7,95        | 113,54         |
| CGP 18-6 | 2           | 9,2  | 7,8  |             | 71,76          |
| CGP 18-7 | 2           | 9,2  | 6,2  |             | 57,04          |
| CGP 18-1 | 1           | 9,2  | 4,6  |             | 42,32          |
| CGP 18-2 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 18-3 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 126,86   | 203,4518199 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,3 | 19 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 231,1952498 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 178,8           | 250     | 247             |

**CAÍDA DE TENSIÓN**

| TRAMO    | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU % | AU % Acumulada |             |
|----------|--------------|----------|------|----------------|-------------|
| CT3      | CGP 22-5     | 126,86   | 10,4 | 0,131028176    | 0,131028176 |
| CGP 22-5 | CGP 20-2     | 113,54   | 32,2 | 0,363087593    | 0,494115769 |
| CGP 20-2 | CGP 18-6     | 71,76    | 34,2 | 0,243733477    | 0,737849246 |
| CGP 18-6 | CGP 18-7     | 57,04    | 36,9 | 0,209031882    | 0,946881128 |
| CGP 18-7 | CGP 18-1     | 42,32    | 29,7 | 0,124827064    | 1,071708192 |
| CGP 18-1 | CGP 18-2     | 34,96    | 17   | 0,059023776    | 1,130731968 |
| CGP 18-2 | CGP 18-3     | 18,4     | 18,4 | 0,033623452    | 1,16435542  |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



**RAMA 2**

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 20-1 | 10           | 5,75 | 15,8 | 47,95        | 164,92         |
| CGP 20-3 | 10           | 5,75 | 11,3 | 7,95         | 96,75          |
| CGP 18-5 | 2            | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 18-4 | 2            | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 164,92   | 264,4905733 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 15,8 | 22 |

| f.d.c | l.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 300,5574697 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 170,1           | 315     | 185             |

**CAÍDA DE TENSIÓN**

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT3      | CGP 20-1 | 164,92       | 28,7     | 0,470069281 | 0,470069281    |
| CGP 20-1 | CGP 20-3 | 96,75        | 34,5     | 0,331494797 | 0,801564078    |
| CGP 20-3 | CGP 18-5 | 34,96        | 32,2     | 0,111797977 | 0,913362054    |
| CGP 18-5 | CGP 18-4 | 18,4         | 18,6     | 0,033988924 | 0,947350978    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RESULTADO DE CÁLCULOS:**

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 3:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> + 1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 315 A



### 2.1.3.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 4)

#### CT4 ANILLO 1

##### Punto mínima tensión

| TRAMO     |           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL     |
|-----------|-----------|-------------|------------------|--------------|---------|
| CT4       | CGP 22-4  | 10,4        | 10,4             | 7,92         | 82,368  |
| CGP 22-4  | CGP 13-5  | 45,5        | 55,9             | 18,4         | 1028,56 |
| CGP 13-5  | CGP 13-3  | 29,7        | 85,6             | 18,4         | 1575,04 |
| CGP 13-3  | CGP 13-1  | 31,1        | 116,7            | 18,4         | 2147,28 |
| CGP 13-1  | CGP 13-2  | 14,3        | 131              | 18,4         | 2410,4  |
| CGP 13-2  | CGP 13-4  | 28,7        | 159,7            | 18,4         | 2938,48 |
| CGP 13-4  | CGP 13-6  | 28,7        | 188,4            | 18,4         | 3466,56 |
| CGP 13-6  | CGP 13-8  | 86,8        | 275,2            | 18,4         | 5063,68 |
| CGP 13-8  | CGP 13-10 | 28,5        | 303,7            | 18,4         | 5588,08 |
| CGP 13-10 | CGP 13-12 | 28,4        | 332,1            | 18,4         | 6110,64 |
| CGP 13-12 | CGP 13-13 | 13,9        | 346              | 18,4         | 6366,4  |
| CGP 13-13 | CGP 13-11 | 30,7        | 376,7            | 18,4         | 6931,28 |
| CGP 13-11 | CGP 13-9  | 29,4        | 406,1            | 18,4         | 7472,24 |
| CGP 13-9  | CGP13-7   | 59,2        | 465,3            | 18,4         | 8561,52 |
| CGP13-7   | CT4       | 51,2        | 516,5            |              |         |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 59742,528    | 247,12     | 241,7551311 |

#### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 22-4 | 0           | 9,2  | 9,9  | 7,92        | 99             |
| CGP 13-5 | 2           | 9,2  | 9,9  |             | 91,08          |
| CGP 13-3 | 2           | 9,2  | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 13-1 | 2           | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 13-2 | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 13-4 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 13-6 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E. = Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 99       | 158,771324 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 180,4219591 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 9,9 | 12 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 188,4           | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kw) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT4      | CGP 22-4 | 99           | 10,4     | 0,102252794 | 0,102252794    |
| CGP 22-4 | CGP 13-5 | 91,08        | 45,5     | 0,411567494 | 0,513820287    |
| CGP 13-5 | CGP 13-3 | 78,2         | 29,7     | 0,230658705 | 0,744478993    |
| CGP 13-3 | CGP 13-1 | 64,4         | 31,1     | 0,198908299 | 0,943387292    |
| CGP 13-1 | CGP 13-2 | 48,68        | 14,3     | 0,06913425  | 1,012521542    |
| CGP 13-2 | CGP 13-4 | 34,96        | 28,7     | 0,099646023 | 1,112167564    |
| CGP 13-4 | CGP 13-6 | 18,4         | 28,7     | 0,052445275 | 1,164612839    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP       | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP13-7   | 2           | 9,2  | 11,3 |              | 103,96         |
| CGP 13-9  | 2           | 9,2  | 9,9  |              | 91,08          |
| CGP 13-11 | 2           | 9,2  | 8,5  |              | 78,2           |
| CGP 13-13 | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 13-12 | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 13-10 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 13-8  | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 103,96   | 166,7259277 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 11,3 | 14 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 189,4612815 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 241,3           | 200     | 326             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     |           | POTENCIA(kw) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT4       | CGP13-7   | 103,96       | 51,2     | 0,528619135 | 0,528619135    |
| CGP13-7   | CGP 13-9  | 91,08        | 59,2     | 0,535490014 | 1,064109149    |
| CGP 13-9  | CGP 13-11 | 78,2         | 29,4     | 0,228328819 | 1,292437968    |
| CGP 13-11 | CGP 13-13 | 64,4         | 30,7     | 0,196349993 | 1,488787961    |
| CGP 13-13 | CGP 13-12 | 49,68        | 13,9     | 0,068580877 | 1,557368838    |
| CGP 13-12 | CGP 13-10 | 34,96        | 28,4     | 0,098604427 | 1,655973265    |
| CGP 13-10 | CGP 13-8  | 18,4         | 28,5     | 0,052079803 | 1,708053068    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 4:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 200 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 200 \text{ A}$

### CT4 ANILLO 2

#### Punto mínima tensión

| TRAMO     |           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kw) | PxL      |
|-----------|-----------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT4       | CGP CM3   | 38,6        | 38,6             | 20           | 772      |
| CGP CM3   | CGP 13-17 | 128,9       | 167,5            | 9,2          | 1541     |
| CGP 13-17 | CGP13-15  | 25,6        | 193,1            | 18,4         | 3553,04  |
| CGP13-15  | CGP 13-14 | 16          | 209,1            | 18,4         | 3847,44  |
| CGP 13-14 | CGP 13-16 | 34,8        | 243,9            | 18,4         | 4487,76  |
| CGP 13-16 | CGP 23    | 87,3        | 331,2            | 16,61        | 5501,232 |
| CGP 23    | CGP 17-1  | 91,5        | 422,7            | 18,4         | 7777,68  |
| CGP 17-1  | CGP 17-3  | 38          | 460,7            | 18,4         | 8476,88  |
| CGP 17-3  | CGP 17-5  | 39,3        | 500              | 18,4         | 9200     |
| CGP 17-5  | CGP 17-4  | 18,4        | 518,4            | 18,4         | 9538,56  |
| CGP 17-4  | CGP 17-2  | 37          | 555,4            | 18,4         | 10219,36 |
| CGP 17-2  | CT4       | 52,4        | 607,8            |              |          |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 64914,952    | 193,01     | 336,3294752 |



### RAMA 1

| CGP       | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP CM3   | 0           | 9,2  | 6,2  | 36,61       | 93,65          |
| CGP 13-17 | 1           | 9,2  | 6,2  | 16,61       | 73,65          |
| CGP13-15  | 2           | 9,2  | 5,4  | 16,61       | 66,29          |
| CGP 13-14 | 2           | 9,2  | 3,8  | 16,61       | 51,57          |
| CGP 13-16 | 2           | 9,2  | 2    | 16,61       | 35,01          |
| CGP 23    | 0           | 9,2  | 0    | 16,61       | 16,61          |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 93,65    | 150,1912575 |

| C.S | n |
|-----|---|
| 6,2 | 7 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 170,6718836 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 331,2           | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     | POTENCIA(kw) | LONGITUD | AU %  | AU % Acumulada |             |
|-----------|--------------|----------|-------|----------------|-------------|
| CT4       | CGP CM3      | 93,65    | 38,6  | 0,359006022    | 0,359006022 |
| CGP CM3   | CGP 13-17    | 73,65    | 128,9 | 0,942827662    | 1,301833685 |
| CGP 13-17 | CGP13-15     | 66,29    | 25,6  | 0,168536757    | 1,470370442 |
| CGP13-15  | CGP 13-14    | 51,57    | 16    | 0,081945246    | 1,552315687 |
| CGP 13-14 | CGP 13-16    | 35,01    | 34,8  | 0,120997947    | 1,673313634 |
| CGP 13-16 | CGP 23       | 16,61    | 87,3  | 0,144009295    | 1,817322929 |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



**RAMA 2**

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|-----|--------------|----------------|
| CGP 17-2 | 2            | 9,2  | 8,5 |              | 78,2           |
| CGP 17-4 | 2            | 9,2  | 7   |              | 64,4           |
| CGP 17-5 | 2            | 9,2  | 5,4 |              | 49,68          |
| CGP 17-3 | 2            | 9,2  | 3,8 |              | 34,96          |
| CGP 17-1 | 2            | 9,2  | 2   |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 78,2     | 125,4133085 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 8,5 | 10 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 142,5151233 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 185,1           | 160     | 429             |

**CAÍDA DE TENSIÓN**

| TRAMO    | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU % | AU % Acumulada |             |
|----------|--------------|----------|------|----------------|-------------|
| CT4      | CGP 17-2     | 78,2     | 52,4 | 0,406953406    | 0,406953406 |
| CGP 17-2 | CGP 17-4     | 64,4     | 37   | 0,236643314    | 0,64359672  |
| CGP 17-4 | CGP 17-5     | 49,68    | 18,4 | 0,090783319    | 0,73438004  |
| CGP 17-5 | CGP 17-3     | 34,96    | 39,3 | 0,136449083    | 0,870829123 |
| CGP 17-3 | CGP 17-1     | 18,4     | 38   | 0,069439737    | 0,94026886  |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RESULTADO DE CÁLCULOS:**

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 4:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> +1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 200 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 160 A





### 2.1.3.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 5)

#### CT5 ANILLO 1

##### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL     |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|---------|
| CT5      | CGP 12-1 | 35,2        | 35,2             | 18,4         | 647,68  |
| CGP 12-1 | CGP 12-2 | 16,6        | 51,8             | 18,4         | 953,12  |
| CGP 12-2 | CGP 12-3 | 16,3        | 68,1             | 18,4         | 1253,04 |
| CGP 12-3 | CGP 12-4 | 38,3        | 106,4            | 18,4         | 1957,76 |
| CGP 12-4 | CGP 12-5 | 16,9        | 123,3            | 18,4         | 2268,72 |
| CGP 12-5 | CGP 12-6 | 38,9        | 162,2            | 18,4         | 2984,48 |
| CGP 12-6 | CGP 12-7 | 15,9        | 178,1            | 18,4         | 3277,04 |
| CGP 12-7 | CGP 10-5 | 24,1        | 202,2            | 18,4         | 3720,48 |
| CGP 10-5 | CGP 10-6 | 19,4        | 221,6            | 18,4         | 4077,44 |
| CGP 10-6 | CGP 10-3 | 51,8        | 273,4            | 18,4         | 5030,56 |
| CGP 10-3 | CGP 10-1 | 45,9        | 319,3            | 18,4         | 5875,12 |
| CGP 10-1 | CGP 10-2 | 31          | 350,3            | 18,4         | 6445,52 |
| CGP 10-2 | CGP 10-4 | 35,4        | 385,7            | 18,4         | 7096,88 |
| CGP 10-4 | CGP 12-8 | 45,8        | 431,5            | 18,4         | 7939,6  |
| CGP 12-8 | CGP 12-9 | 16,9        | 448,4            | 18,4         | 8250,56 |
| CGP 12-9 | CT5      | 56,7        | 505,1            |              |         |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 61778        | 276        | 223,8333333 |

#### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 12-1 | 2           | 9,2  | 13,7 |             | 126,04         |
| CGP 12-2 | 2           | 9,2  | 12,5 |             | 115            |
| CGP 12-3 | 2           | 9,2  | 11,3 |             | 103,96         |
| CGP 12-4 | 2           | 9,2  | 9,9  |             | 91,08          |
| CGP 12-5 | 2           | 9,2  | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 12-6 | 2           | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 12-7 | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 10-5 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 10-6 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)



| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 126,04   | 202,1367442 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 13,7 | 18 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 229,7008457 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 221,6           | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kw) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT5      | CGP 12-1 | 126,4        | 35,2     | 0,441871901 | 0,441871901    |
| CGP 12-1 | CGP 12-2 | 115          | 16,6     | 0,189588756 | 0,631460656    |
| CGP 12-2 | CGP 12-3 | 103,96       | 16,3     | 0,168290857 | 0,799751514    |
| CGP 12-3 | CGP 12-4 | 91,08        | 38,3     | 0,34644033  | 1,146191844    |
| CGP 12-4 | CGP 12-5 | 78,2         | 16,9     | 0,13125024  | 1,277442083    |
| CGP 12-5 | CGP 12-6 | 64,4         | 38,9     | 0,248795268 | 1,526237352    |
| CGP 12-6 | CGP 12-7 | 49,68        | 15,9     | 0,078448629 | 1,604685981    |
| CGP 12-7 | CGP 10-5 | 34,96        | 24,1     | 0,083674883 | 1,688360864    |
| CGP 10-5 | CGP 10-6 | 18,4         | 19,4     | 0,035450813 | 1,723811677    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 12-9 | 2           | 9,2  | 9,9  |              | 91,08          |
| CGP 12-8 | 2           | 9,2  | 8,5  |              | 78,2           |
| CGP 10-4 | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 10-2 | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 10-1 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 10-3 | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 91,08    | 146,0696181 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 9,9 | 12 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 165,9882024 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 231,7           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT5      | CGP 12-9 | 91,08        | 56,7     | 0,512876415 | 0,512876415    |
| CGP 12-9 | CGP 12-8 | 78,2         | 16,9     | 0,13125024  | 0,644126655    |
| CGP 12-8 | CGP 10-4 | 64,4         | 45,8     | 0,292926048 | 0,937052704    |
| CGP 10-4 | CGP 10-2 | 49,68        | 35,4     | 0,174659212 | 1,111711916    |
| CGP 10-2 | CGP 10-1 | 34,96        | 31       | 0,107631592 | 1,219343508    |
| CGP 10-1 | CGP 10-3 | 18,4         | 45,9     | 0,083875893 | 1,303219401    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 5:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 160 A



**CT5 ANILLO 2**

**Punto mínima tensión**

| TRAMO     |           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL     |
|-----------|-----------|-------------|------------------|--------------|---------|
| CT5       | CGP 11-1  | 35,6        | 35,6             | 18,4         | 655,04  |
| CGP 11-1  | CGP 11-2  | 19,3        | 54,9             | 18,4         | 1010,16 |
| CGP 11-2  | CGP 11-3  | 19,3        | 74,2             | 18,4         | 1365,28 |
| CGP 11-3  | CGP 11-4  | 19,3        | 93,5             | 18,4         | 1720,4  |
| CGP 11-4  | CGP 7-10  | 65          | 158,5            | 18,4         | 2916,4  |
| CGP 7-10  | CGP 7-8   | 35,7        | 194,2            | 18,4         | 3573,28 |
| CGP 7-8   | CGP 7-6   | 35,8        | 230              | 18,4         | 4232    |
| CGP 7-6   | CGP 7-7   | 20,1        | 250,1            | 18,4         | 4601,84 |
| CGP 7-7   | CGP 7-9   | 36,7        | 286,8            | 18,4         | 5277,12 |
| CGP 7-9   | CGP 11-5  | 70          | 356,8            | 18,4         | 6565,12 |
| CGP 11-5  | CGP 11-6  | 20,9        | 377,7            | 18,4         | 6949,68 |
| CGP 11-6  | CGP 11-7  | 49,2        | 426,9            | 18,4         | 7854,96 |
| CGP 11-7  | CGP 11-8  | 19,3        | 446,2            | 18,4         | 8210,08 |
| CGP 11-8  | CGP 11-9  | 19,3        | 465,5            | 18,4         | 8565,2  |
| CGP 11-9  | CGP 11-10 | 19,3        | 484,8            | 18,4         | 8920,32 |
| CGP 11-10 | CGP 11-11 | 49,8        | 534,6            | 18,4         | 9836,64 |
| CGP 11-11 | CT5       | 38,1        | 572,7            |              |         |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t     |
|--------------|------------|-----------|
| 82253,52     | 294,4      | 279,39375 |

**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 11-1 | 2           | 9,2  | 12,5 |             | 115            |
| CGP 11-2 | 2           | 9,2  | 11,3 |             | 103,96         |
| CGP 11-3 | 2           | 9,2  | 9,9  |             | 91,08          |
| CGP 11-4 | 2           | 9,2  | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 7-10 | 2           | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 7-8  | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 7-6  | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 7-7  | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 115      | 184,431336 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 209,5810636 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 12,5 | 16 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 250,1           | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT5 CGP 11-1      | 115          | 35,6     | 0,406587934 | 0,406587934    |
| CGP 11-1 CGP 11-2 | 103,96       | 19,3     | 0,199264635 | 0,605852569    |
| CGP 11-2 CGP 11-3 | 91,08        | 19,3     | 0,174576981 | 0,780429549    |
| CGP 11-3 CGP 11-4 | 78,2         | 19,3     | 0,149889327 | 0,930318876    |
| CGP 11-4 CGP 7-10 | 64,4         | 65       | 0,415724741 | 1,346043618    |
| CGP 7-10 CGP 7-8  | 49,68        | 35,7     | 0,176139375 | 1,522182993    |
| CGP 7-8 CGP 7-6   | 34,96        | 35,8     | 0,124297129 | 1,646480122    |
| CGP 7-6 CGP 7-7   | 18,4         | 20,1     | 0,036729966 | 1,683210088    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP       | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|-----------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 11-11 | 2            | 9,2  | 11,3 |              | 103,96         |
| CGP 11-10 | 2            | 9,2  | 9,9  |              | 91,08          |
| CGP 11-9  | 2            | 9,2  | 8,5  |              | 78,2           |
| CGP 11-8  | 2            | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 11-7  | 2            | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 11-6  | 2            | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 11-5  | 2            | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 103,96   | 166,7259277 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 11,3 | 14 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 189,4612815 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 285,9           | 200     | 326             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO     |           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------|-----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT5       | CGP 11-11 | 103,96       | 38,1     | 0,393366973 | 0,393366973    |
| CGP 11-11 | CGP 11-10 | 91,08        | 49,8     | 0,450462883 | 0,843829857    |
| CGP 11-10 | CGP 11-9  | 78,2         | 19,3     | 0,149889327 | 0,993719184    |
| CGP 11-9  | CGP 11-8  | 64,4         | 19,3     | 0,123438269 | 1,117157453    |
| CGP 11-8  | CGP 11-7  | 49,98        | 19,3     | 0,095798831 | 1,212956284    |
| CGP 11-7  | CGP 11-6  | 34,96        | 49,2     | 0,170821753 | 1,383778037    |
| CGP 11-6  | CGP 11-5  | 18,4         | 20,9     | 0,038191855 | 1,421969892    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 5:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 200 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 200 \text{ A}$

### 2.1.3.7. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 6)

#### CT6 ANILLO 1

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT6      | CGP 9-7  | 67,7        | 67,7             | 71,2         | 4820,24  |
| CGP 9-7  | CGP 9-9  | 50,3        | 118              | 71,2         | 8401,6   |
| CGP 9-9  | CGP 9-10 | 26,9        | 144,9            | 71,2         | 10316,88 |
| CGP 9-10 | CGP 9-8  | 46,5        | 191,4            | <b>106,8</b> | 20441,52 |
| CGP 9-8  | CGP 9-6  | 43,7        | 235,1            | 71,2         | 16739,12 |
| CGP 9-6  | CGP 9-5  | 20,7        | 255,8            | 71,2         | 18212,96 |
| CGP 9-5  | CT6      | 26,5        | 282,3            |              |          |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 78932,32     | 462,8      | 170,5538462 |



**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 9-7  | 11          | 5,75 | 21,3 | 23,85       | 146,325        |
| CGP 9-9  | 11          | 5,75 | 14,8 | 15,9        | 101            |
| CGP 9-10 | 11          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 146,33   | 234,6768469 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 21,3 | 33 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 266,6782351 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 144,9           | 250     | 247             |

**CAÍDA DE TENSIÓN**

| TRAMO            | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT6 CGP 9-7      | 146,33       | 67,7     | 0,983849545 | 0,983849545    |
| CGP 9-7 CGP 9-9  | 101          | 50,3     | 0,504540469 | 1,488390014    |
| CGP 9-9 CGP 9-10 | 56,83        | 26,9     | 0,151822656 | 1,640212669    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RAMA 2**

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 9-5 | 11          | 5,75 | 21,3 | 58,8         | 181,275        |
| CGP 9-6 | 11          | 5,75 | 15,8 | 50,85        | 141,7          |
| CGP 9-8 | 11          | 5,75 | 9,2  | 42,29        | 95,19          |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 181,28   | 290,7279356 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 21,3 | 33 |

| f.d.c | I.tablas   |
|-------|------------|
| 0,88  | 330,372654 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 90,9            | 315     | 185             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT6 CGP 9-5     | 181,28       | 26,5     | 0,477092307 | 0,477092307    |
| CGP 9-5 CGP 9-6 | 141,7        | 20,7     | 0,291304265 | 0,768396573    |
| CGP 9-6 CGP 9-8 | 95,19        | 43,7     | 0,413123035 | 1,181519608    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 6:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> +1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 315 A

### CT6 ANILLO 2

#### Punto mínima tensión

| TRAMO           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|-----------------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT6 CGP 9-3     | 44,5        | 44,5             | <b>106,8</b> | 4752,6   |
| CGP 9-3 CGP 9-1 | 40,5        | 85               | 71,2         | 6052     |
| CGP 9-1 CGP 9-2 | 22,2        | 107,2            | 71,2         | 7632,64  |
| CGP 9-2 CGP 9-4 | 42          | 149,2            | 71,2         | 10623,04 |
| CGP 9-4 CT6     | 23,9        | 173,1            |              |          |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t |
|--------------|------------|-------|
| 29060,28     | 320,4      | 90,7  |





### RAMA 1

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 9-3 | 11          | 5,75 | 14,8 | 50,85       | 135,95         |
| CGP 9-1 | 11          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 135,95   | 218,0299142 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 247,7612661 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 85              | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT6     | CGP 9-3 | 135,95       | 44,5     | 0,600822061 | 0,600822061    |
| CGP 9-3 | CGP 9-1 | 56,83        | 85       | 0,479737016 | 1,080559077    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP     | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 9-4 | 11           | 5,75 | 15,8 | 15,9         | 106,75         |
| CGP 9-2 | 11           | 5,75 | 9,2  | 7,95         | 60,85          |



| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 106,75   | 171,2003923 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 15,8 | 22 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 194,5459004 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 65,9            | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT6     | CGP 9-4 | 5,75         | 42       | 0,02398412  | 0,02398412     |
| CGP 9-4 | CGP 9-2 | 5,75         | 23,9     | 0,013648106 | 0,037632226    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 6:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> +1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 200 A



### 2.1.3.8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 7)

#### CT7 ANILLO 1

##### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL       |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|-----------|
| CT7      | CGP 8-6  | 54,67       | 54,67            | <b>89,56</b> | 4896,2452 |
| CGP 8-6  | CGP 8-8  | 43,5        | 98,17            | 71,2         | 6989,704  |
| CGP 8-8  | CGP 7-1  | 39,1        | 137,27           | 18,4         | 2525,768  |
| CGP 7-1  | CGP 7-11 | 49,5        | 186,77           | 18,4         | 3436,568  |
| CGP 7-11 | CGP 7-2  | 64,4        | 251,17           | 18,4         | 4621,528  |
| CGP 7-2  | CGP 7-4  | 36,7        | 287,87           | 18,4         | 5296,808  |
| CGP 7-4  | CGP 7-5  | 18,4        | 306,27           | 18,4         | 5635,368  |
| CGP 7-5  | CGP 7-3  | 39,5        | 345,77           | 18,4         | 6362,168  |
| CGP 7-3  | CGP 8-7  | 47,9        | 393,67           | 71,2         | 28029,304 |
| CGP 8-7  | CT7      | 77,04       | 470,71           | 0            |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 67793,4612   | 342,36     | 198,0180547 |

#### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 8-6  | 11          | 5,75 | 17,8 | 34,25       | 146,04         |
| CGP 8-8  | 11          | 5,75 | 11,9 | 7,95        | 87,32          |
| CGP 7-1  | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 7-11 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 146,04   | 234,2117592 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 17,8 | 26 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 266,1497264 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 186,77          | 250     | 247             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT 7    | CGP 8-6  | 141,16       | 54,67    | 0,766420956 | 0,766420956    |
| CGP 8-6 | CGP 8-8  | 87,32        | 43,5     | 0,37723296  | 1,143653917    |
| CGP 8-8 | CGP 7-1  | 34,96        | 39,1     | 0,135754686 | 1,279408603    |
| CGP 7-1 | CGP 7-11 | 18,4         | 49,5     | 0,090454394 | 1,369862997    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 8-7 | 11          | 5,75 | 14,3 | 7,95         | 110,94         |
| CGP 7-3 | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 7-5 | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 7-4 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 7-2 | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 110,74   | 177,5993578 |

| C.S. | n  |
|------|----|
| 14,3 | 19 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 201,8174521 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 219,54          | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT 7    | CGP 8-7 | 110,94       | 77,04    | 0,848811165 | 0,848811165    |
| CGP 8-7 | CGP 7-3 | 64,4         | 47,9     | 0,306357155 | 1,15516832     |
| CGP 7-3 | CGP 7-5 | 49,68        | 39,5     | 0,194888104 | 1,350056424    |
| CGP 7-5 | CGP 7-4 | 34,96        | 18,4     | 0,063884558 | 1,413940982    |
| CGP 7-4 | CGP 7-2 | 18,4         | 36,7     | 0,067064167 | 1,481005149    |



|              |          |          |
|--------------|----------|----------|
| <b>**K**</b> | <b>R</b> | <b>X</b> |
| 0,099313125  | 0,125    | 0,07     |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 7:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 250 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 200 \text{ A}$

### CT7 ANILLO 2

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL        |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|------------|
| CT7      | CGP 8-5  | 35,84       | 35,84            | 71,2         | 2551,808   |
| CGP 8-5  | CGP 8-3  | 40,1        | 75,94            | 71,2         | 5406,928   |
| CGP 8-3  | CGP 8-1  | 35,3        | 111,24           | 71,2         | 7920,288   |
| CGP 8-1  | CGP 22-3 | 19,9        | 131,14           | 8,64         | 1133,0496  |
| CGP 22-3 | CGP 8-2  | 38,7        | 169,84           | <b>89,56</b> | 15210,8704 |
| CGP 8-2  | CGP 8-4  | 44          | 213,84           | 71,2         | 15225,408  |
| CGP 8-4  | CT7      | 23,44       | 237,28           |              |            |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 47448,352    | 383        | 123,8860366 |

### RAMA 1

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 8-5 | 11          | 5,75 | 21,3 | 23,85       | 146,325        |
| CGP 8-3 | 11          | 5,75 | 15,8 | 15,9        | 106,75         |
| CGP 8-1 | 11          | 5,75 | 9,2  | 7,95        | 60,85          |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 146,33   | 234,6768469 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 266,6782351 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 21,3 | 33 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 111,24          | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %  | AU % Acumulada |
|---------|--------------|----------|-------|----------------|
| CT7     | CGP 8-5      | 146,33   | 35,84 | 0,520844427    |
| CGP 8-3 | CGP 8-3      | 106,75   | 40,1  | 0,945971638    |
| CGP 8-1 | CGP 8-1      | 60,85    | 35,3  | 1,159296727    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 8-4  | 11           | 5,75 | 15,8 | 42,89        | 133,74         |
| CGP 8-2  | 11           | 5,75 | 9,2  | 34,94        | 87,84          |
| CGP 22-3 | 0            |      | 1    | 8,64         | 8,64           |

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 133,74   | 214,485625 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 15,8 | 22 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 243,7336648 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 106.14          | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %  | AU % Acumulada |
|---------|--------------|----------|-------|----------------|
| CT7     | CGP 8-4      | 133,74   | 23,44 | 0,311333299    |
| CGP 8-4 | CGP 8-2      | 87,84    | 44    | 0,383841256    |
| CGP 8-2 | CGP 22-3     | 8,64     | 38,7  | 0,033207131    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



## RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 7:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 250 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 250 \text{ A}$

### 2.1.3.9. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 8)

#### CT8 ANILLO 1

##### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL       |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|-----------|
| CT8      | CGP 4-11 | 57,73       | 57,73            | 65,45        | 3778,4285 |
| CGP 4-11 | CGP 4-9  | 32,29       | 90,02            | 65,45        | 5891,809  |
| CGP 4-9  | CGP 4-8  | 16,8        | 106,82           | 65,45        | 6991,369  |
| CGP 4-8  | CGP 4-10 | 36,4        | 143,22           | 65,45        | 9373,749  |
| CGP 4-10 | CT8      | 78,83       | 222,05           | 0            |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t   |
|--------------|------------|---------|
| 26035,35     | 261,8      | 99,4475 |

#### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 4-11 | 10          | 5,75 | 14,8 | 15,9        | 101            |
| CGP 4-9  | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)



| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 101      | 161,9788255 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 184,0668472 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 90,02           | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT8      | CGP 4-11 | 101          | 57,73    | 0,579068017 | 0,579068017    |
| CGP 4-11 | CGP 4-9  | 56,83        | 32,29    | 0,182243626 | 0,761311644    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 4-10 | 10          | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 4-8  | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 101      | 161,9788255 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 184,0668472 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 115,23          | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT8      | CGP 4-10 | 101          | 78,83    | 0,790714218 | 0,790714218    |
| CGP 4-10 | CGP 4-8  | 56,83        | 36,4     | 0,205440322 | 0,99615454     |





|              |          |          |
|--------------|----------|----------|
| <b>**K**</b> | <b>R</b> | <b>X</b> |
| 0,099313125  | 0,125    | 0,07     |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 8:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 200 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 200 A

### CT8 ANILLO 2

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL       |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|-----------|
| CT8      | CGP 4-14 | 10,55       | 10,55            | <b>112,6</b> | 1187,93   |
| CGP 4-14 | CGP 4-12 | 29          | 39,55            | 65,45        | 2588,5475 |
| CGP 4-12 | CGP 4-13 | 17,7        | 57,25            | 65,45        | 3747,0125 |
| CGP 4-13 | CT8      | 27,3        | 84,55            | 0            |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 7523,49      | 243,5      | 30,89728953 |

### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 4-14 | 10          | 5,75 | 8,5  | 55,1        | 103,975        |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
|----------|------------|

|        |             |
|--------|-------------|
| 103,98 | 166,7580028 |
|--------|-------------|

| C.S | n  |
|-----|----|
| 8,5 | 10 |

| f.d.c | l.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 196,1858856 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 30,9            | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT8   | CGP 4-14 | 103,98       | 10,55    | 0,108945406 | 0,108945406    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 4-13 | 10           | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 4-12 | 10           | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 101      | 161,9788255 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 190,5633241 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 45              | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT8      | CGP 4-13 | 101          | 27,3     | 0,27383608  | 0,27383608     |
| CGP 4-13 | CGP 4-12 | 56,83        | 17,7     | 0,099898179 | 0,373734258    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



**RESULTADO DE CÁLCULOS:**

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 8:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 200 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 200 A

**2.1.3.10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 9)**

**CT9 ANILLO 1**

**Punto mínima tensión**

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL     |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|---------|
| CT9      | CGP 22-1 | 9,3         | 9,3              | 21,6         | 200,88  |
| CGP 22-1 | CGP 1-11 | 94,1        | 103,4            | 18,4         | 1902,56 |
| CGP 1-11 | CGP 1-10 | 30,8        | 134,2            | 18,4         | 2469,28 |
| CGP 1-10 | CGP 1-9  | 30,7        | 164,9            | 18,4         | 3034,16 |
| CGP 1-9  | CGP 1-8  | 30,5        | 195,4            | 18,4         | 3595,36 |
| CGP 1-8  | CGP 1-6  | 79,5        | 274,9            | 18,4         | 5058,16 |
| CGP 1-6  | CGP 1-7  | 51,5        | 326,4            | 18,4         | 6005,76 |
| CGP 1-7  | CGP 3-4  | 68,6        | 395              | 18,4         | 7268    |
| CGP 3-4  | CGP 3-3  | 25          | 420              | 18,4         | 7728    |
| CGP 3-3  | CGP 3-2  | 24,2        | 444,2            | 18,4         | 8173,28 |
| CGP 3-2  | CGP 3-1  | 20,9        | 465,1            | 18,4         | 8557,84 |
| CGP 3-1  | CGP 1-12 | 60          | 525,1            | 18,4         | 9661,84 |
| CGP 1-12 | CT9      | 47,1        | 572,2            |              |         |

| ΣPxL     | ΣP  | p.m.t           |
|----------|-----|-----------------|
| 63655,12 | 224 | 284,17464<br>29 |

**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 22-1 | 0           | 9,2  | 8,5  | 21,6        | 99,8           |
| CGP 1-11 | 2           | 9,2  | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 1-10 | 2           | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 1-9  | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 1-8  | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 1-6  | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)



| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 99,8     | 160,0543246 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 8,5 | 10 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 181,8799143 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 274,9           | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kw) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT9      | CGP 22-1 | 99,8         | 9,3      | 0,092176484 | 0,092176484    |
| CGP 22-1 | CGP 1-11 | 78,2         | 94,1     | 0,730807548 | 0,822984032    |
| CGP 1-11 | CGP 1-10 | 64,4         | 30,8     | 0,19698957  | 1,019973601    |
| CGP 1-10 | CGP 1-9  | 49,68        | 30,7     | 0,151469995 | 1,171443596    |
| CGP 1-9  | CGP 1-8  | 34,96        | 30,5     | 0,105895599 | 1,277339195    |
| CGP 1-8  | CGP 1-6  | 18,4         | 79,5     | 0,145275239 | 1,422614434    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 1-12 | 2           | 9,2  | 9,9  |              | 91,08          |
| CGP 3-1  | 2           | 9,2  | 8,5  |              | 78,2           |
| CGP 3-2  | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 3-3  | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 3-4  | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 1-7  | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 91,08    | 146,0696181 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 9,9 | 12 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 165,9882024 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 245,8           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT9      | CGP 1-12 | 91,08        | 47,1     | 0,426040197 | 0,426040197    |
| CGP 1-12 | CGP 3-1  | 78,2         | 60       | 0,465977183 | 0,892017379    |
| CGP 3-1  | CGP 3-2  | 64,4         | 20,9     | 0,133671494 | 1,025688873    |
| CGP 3-2  | CGP 3-3  | 49,68        | 24,2     | 0,1193998   | 1,145088674    |
| CGP 3-3  | CGP 3-4  | 34,96        | 25       | 0,086799671 | 1,231888345    |
| CGP 3-4  | CGP 1-7  | 18,4         | 68,6     | 0,125356999 | 1,357245344    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 9:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> +1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 200 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 160 A

### CT9 ANILLO 2

#### Punto mínima tensión

| TRAMO   |         | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|---------|---------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT9     | CGP 1-1 | 52,3        | 52,3             | 18,4         | 962,32   |
| CGP 1-1 | CGP 1-3 | 60,5        | 112,8            | 18,4         | 2075,52  |
| CGP 1-3 | CGP 1-5 | 60,5        | 173,3            | 18,4         | 3188,72  |
| CGP 1-5 | CGP 1-4 | 32,5        | 205,8            | 18,4         | 3786,72  |
| CGP 1-4 | CGP 1-2 | 61,5        | 267,3            | 18,4         | 4918,32  |
| CGP 1-2 | CGP CM2 | 88,5        | 355,8            | 20           | 7116     |
| CGP CM2 | CGP 24  | 26,2        | 382              | 100,96       | 38566,72 |
| CGP 24  | CT9     | 31,4        | 413,4            |              |          |



| $\Sigma P \times L$ | $\Sigma P$ | p.m.t           |
|---------------------|------------|-----------------|
| 60614,32            | 212,96     | 284,627723<br>5 |

### RAMA 1

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 1-1 | 2           | 9,2  | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 1-3 | 2           | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 1-5 | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 1-4 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 1-2 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD      |
|----------|-----------------|
| 78,2     | 125,41330<br>85 |

| C.S. | n  |
|------|----|
| 8,5  | 10 |

| f.d.c | I.tablas        |
|-------|-----------------|
| 0,88  | 142,51512<br>33 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 267,3           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT9     | CGP 1-1 | 78,2         | 52,3     | 0,406176777 | 0,406176777    |
| CGP 1-1 | CGP 1-3 | 64,4         | 60,5     | 0,386943798 | 0,793120575    |
| CGP 1-3 | CGP 1-5 | 49,68        | 60,5     | 0,298499501 | 1,091620076    |
| CGP 1-5 | CGP 1-4 | 34,96        | 32,5     | 0,112839573 | 1,204459649    |
| CGP 1-4 | CGP 1-2 | 18,4         | 61,5     | 0,112382732 | 1,316842381    |

| **K**    | R     | X    |
|----------|-------|------|
| 0,099313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



**RAMA 2**

| CGP     | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|--------------|------|-----|--------------|----------------|
| CGP 24  | 0            |      |     | 120,96       | 120,96         |
| CGP CM2 | 0            |      |     | 20           | 20             |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 120,96   | 193,9896904 |

| C.S | n |
|-----|---|
| 0   | 0 |

| f.d.c | l.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 220,4428301 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 57,6            | 200     | 326             |

**CAÍDA DE TENSIÓN**

| TRAMO  |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|--------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT9    | CGP 24  | 120,96       | 31,4     | 0,37720555  | 0,37720555     |
| CGP 24 | CGP CM2 | 20           | 26,2     | 0,052040078 | 0,429245627    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

**RESULTADO DE CÁLCULOS:**

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 9:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> +1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 160 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 200 A



### 2.1.3.11. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 10)

#### CT10 ANILLO 1

##### Punto mínima tensión

| TRAMO   |         | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|---------|---------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT10    | CGP 5-5 | 11,7        | 11,7             | 65,45        | 765,765  |
| CGP 5-5 | CGP 5-7 | 35          | 46,7             | 65,45        | 3056,515 |
| CGP 5-7 | CGP 5-6 | 19,9        | 66,6             | 65,45        | 4358,97  |
| CGP 5-6 | CGP 5-4 | 33,4        | 100              | 65,45        | 6545     |
| CGP 5-4 | CT10    | 27,4        | 127,4            |              |          |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t |
|--------------|------------|-------|
| 14726,25     | 261,8      | 56,25 |

#### RAMA 1

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 5-5 | 10          | 5,75 | 14,8 | 15,9        | 101            |
| CGP 5-7 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 101      | 161,9788255 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 190,5633241 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 46,7            | 200     | 326             |

#### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT10    | CGP 5-5 | 101          | 11,7     | 0,11735832  | 0,11735832     |
| CGP 5-5 | CGP 5-7 | 56,83        | 35       | 0,197538771 | 0,314897091    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión





### RAMA 2

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 5-4 | 10          | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 5-6 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 101      | 161,9788255 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | l.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 190,5633241 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 60,8            | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT10 CGP 5-4    | 101          | 27,4     | 0,274839142 | 0,274839142    |
| CGP 5-4 CGP 5-6 | 56,83        | 33,4     | 0,188508427 | 0,46334757     |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 10:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3 × 1 × 240 mm<sup>2</sup> + 1 × 150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 200 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 200 A



## CT10 ANILLO 2

### Punto mínima tensión

| TRAMO   |         | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL       |
|---------|---------|-------------|------------------|--------------|-----------|
| CT10    | CGP CM1 | 17,83       | 17,83            | 65,45        | 1166,9735 |
| CGP CM1 | CGP 5-2 | 46,23       | 64,06            | 20           | 1281,2    |
| CGP 5-2 | CGP 5-3 | 18,6        | 82,66            | 65,45        | 5410,097  |
| CGP 5-3 | CGP 5-1 | 30,8        | 113,46           | <b>112,6</b> | 12775,596 |
| CGP 5-1 | CT10    | 11,17       | 124,63           | 0            |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t      |
|--------------|------------|------------|
| 20633,86     | 263,5      | 78,3068937 |

### RAMA 1

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP CM1 | 0           | 5,75 | 8,5  | 27,95       | 76,825         |
| CGP 5-2 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 76,83    | 123,216169 |

| C.S. | n  |
|------|----|
| 8,5  | 10 |

| f.d.c | I.tablas   |
|-------|------------|
| 0,88  | 140,018374 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG. PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 64,06           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT10    | CGP CM1 | 76,83        | 17,83    | 0,136046954 | 0,136046954    |
| CGP CM1 | CGP 5-2 | 56,83        | 46,23    | 0,260920497 | 0,396967451    |

| **K**    | R     | X    |
|----------|-------|------|
| 0,099313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



## RAMA 2

| CGP     | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 5-1 | 10           | 5,75 | 14,8 | 63,05        | 148,15         |
| CGP 5-3 | 10           | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 148,15   | 237,5956733 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | l.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 269,9950833 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 41,97           | 250     | 247             |

## CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %  | AU % Acumulada |             |
|---------|--------------|----------|-------|----------------|-------------|
| CT10    | CGP 5-1      | 148,15   | 11,17 | 0,164346885    | 0,164346885 |
| CGP 5-1 | CGP 5-3      | 56,83    | 30,8  | 0,173834119    | 0,338181004 |

| **K**      | R     | X    |
|------------|-------|------|
| 0,09931312 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

## RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 10:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 160 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 250 A



### 2.1.3.12. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 11)

#### CT11 ANILLO 1

Punto mínima  
tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL       |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|-----------|
| CT11     | CGP 5-14 | 11,44       | 11,44            | 112,6        | 1288,144  |
| CGP 5-14 | CGP 5-13 | 14,67       | 26,11            | 65,45        | 1708,8995 |
| CGP 5-13 | CGP 9-11 | 78,75       | 104,86           | 71,2         | 7466,032  |
| CGP 9-11 | CGP 9-12 | 28,69       | 133,55           | 71,2         | 9508,76   |
| CGP 9-12 | CGP 22-2 | 54,32       | 187,87           | 24,12        | 4531,4244 |
| CGP 22-2 | CT11     | 15,88       | 203,75           |              |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t      |
|--------------|------------|------------|
| 24503,25     | 344,57     | 71,1125748 |

#### RAMA 1

| CGP      | NºVIVIEN<br>DAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA<br>TOTAL |
|----------|-----------------|------|------|-------------|-------------------|
| CGP 5-14 | 10              | 5,75 | 14,8 | 63,05       | 148,15            |
| CGP 5-13 | 10              | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825            |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTEN<br>CIA | INTENSID<br>AD |
|--------------|----------------|
| 148,15       | 237,5956       |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas |
|-------|----------|
| 0,88  | 269,9950 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0.7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD<br>RAMA 1 | FUSIBLE |                    |
|------------------------------|--------------------|---------|--------------------|
|                              |                    | In      | LONG,<br>PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 26,11              | 250     | 247                |

CAÍDA DE TENSIÓN



| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT11     | CGP 5-14 | 148,15       | 11,44    | 0,16831946  | 0,16831946     |
| CGP 5-14 | CGP 5-13 | 56,83        | 14,67    | 0,082796965 | 0,251116425    |

| **K**    | R     | X    |
|----------|-------|------|
| 0,099313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 22-2 | 0           | 5,75 | 15,8 | 40,02        | 130,87         |
| CGP 9-12 | 11          | 5,75 | 15,8 | 15,9         | 106,75         |
| CGP 9-11 | 11          | 5,75 | 9,2  | 7,95         | 60,85          |

| POTENCIA | INTENSIDAD |
|----------|------------|
| 130,87   | 209,88286  |

| C.S. | n  |
|------|----|
| 15,8 | 22 |

| f.d.c | I.tablas  |
|-------|-----------|
| 0,88  | 238,50325 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 98,89           | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT11     | CGP 22-2 | 130,87       | 15,88    | 0,206394086 | 0,206394086    |
| CGP 22-2 | CGP 9-12 | 106,75       | 54,32    | 0,575883045 | 0,782277131    |
| CGP 9-12 | CGP 9-11 | 60,85        | 28,69    | 0,173379513 | 0,955656644    |

| **K**   | R     | X    |
|---------|-------|------|
| 0,09931 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 11:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 250 A

**CT11 ANILLO 2**

**Punto mínima tensión**

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL        |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|------------|
| CT11     | CGP 5-12 | 41,49       | 41,49            | 65,45        | 2715,5205  |
| CGP 5-12 | CGP 5-10 | 34,68       | 76,17            | 65,45        | 4985,3265  |
| CGP 5-10 | CGP 5-8  | 33,7        | 109,87           | 65,45        | 7190,9915  |
| CGP 5-8  | CGP 5-9  | 20,5        | 130,37           | 65,45        | 8532,7165  |
| CGP 5-9  | CGP 5-11 | 40,2        | 170,57           | 65,45        | 11163,8065 |
| CGP 5-11 | CT11     | 58,4        | 228,97           |              |            |

| ΣPxL     | ΣP     | p.m.t   |
|----------|--------|---------|
| 34588,36 | 327,25 | 105,694 |

**RAMA 1**

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 5-12 | 10          | 5,75 | 14,8 | 15,9        | 101            |
| CGP 5-10 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA A | INTENSIDAD AD |
|------------|---------------|
| 101        | 161,97882     |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas  |
|-------|-----------|
| 0,85  | 190,56332 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m



| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 46,3            | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT11 CGP 5-12     | 101          | 12,6     | 0,126385883 | 0,126385883    |
| CGP 5-12 CGP 5-10 | 56,83        | 33,7     | 0,190201617 | 0,3165875      |

| **K**    | R     | X    |
|----------|-------|------|
| 0,099313 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 5-11 | 10           | 5,75 | 19,8 | 23,85        | 137,7          |
| CGP 5-9  | 10           | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 5-8  | 10           | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA A | INTENSIDAD AD |
|------------|---------------|
| 137,7      | 220,83647     |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 19,8 | 30 |

| f.d.c | I.tablas  |
|-------|-----------|
| 0,85  | 259,80762 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 83,4            | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO            | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT11 CGP 5-11    | 137,7        | 28,3     | 0,38701431  | 0,38701431     |
| CGP 5-11 CGP 5-9 | 101          | 37,5     | 0,376148461 | 0,763162771    |
| CGP 5-9 CGP 5-8  | 56,83        | 17,6     | 0,099333782 | 0,862496553    |



| **K**           | R     | X    |
|-----------------|-------|------|
| 0,099313<br>125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 11:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 200 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 250 \text{ A}$

### 2.1.3.13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 12)

#### CT12 ANILLO 1

##### Punto mínima tensión

| TRAMO           | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL       |
|-----------------|-------------|------------------|--------------|-----------|
| CT12 CGP 4-1    | 9,95        | 9,95             | <b>112,6</b> | 1120,37   |
| CGP 4-1 CGP 4-3 | 30,7        | 40,65            | 65,45        | 2660,5425 |
| CGP 4-3 CGP 4-2 | 18,53       | 59,18            | 65,45        | 3873,331  |
| CGP 4-2 CT12    | 27,84       | 87,02            | 0            |           |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 7654,2435    | 243,5      | 31,43426489 |

#### RAMA 1

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 4-1 | 10          | 5,75 | 14,8 | 63,05       | 148,15         |
| CGP 4-3 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 148,15   | 237,5956733 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 269,9950833 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

**NOTA:**

2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m





| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 40,65           | 250     | 247             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT12 CGP 4-1    | 148,15       | 9,95     | 0,146396733 | 0,146396733    |
| CGP 4-1 CGP 4-3 | 56,83        | 30,7     | 0,173269722 | 0,319666455    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 4-2 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 56,83    | 91,14115499 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 103,5694943 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 46,37           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO        | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|--------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT12 CGP 4-2 | 56,83        | 27,84    | 0,157127983 | 0,157127983    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 12:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3× 1×240 mm<sup>2</sup> +1×150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 250 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 160 A

**CT12 ANILLO 2**

**Punto mínima tensión**

| TRAMO   |         | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL        |
|---------|---------|-------------|------------------|--------------|------------|
| CT12    | CGP 4-4 | 62,8        | 62,8             | 65,45        | 4110,26    |
| CGP 4-4 | CGP 4-6 | 39,35       | 102,15           | 65,45        | 6685,7175  |
| CGP 4-6 | CGP 4-7 | 16,82       | 118,97           | 65,45        | 7786,5865  |
| CGP 4-7 | CGP 4-5 | 36,4        | 155,37           | 65,45        | 10168,9665 |
| CGP 4-5 | CT12    | 84,5        | 239,87           | 0            |            |

| ΣPxL       | ΣP    | p.m.t    |
|------------|-------|----------|
| 28751,5305 | 261,8 | 109,8225 |

**RAMA 1**

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 4-4 | 10          | 5,75 | 14,8 | 15,9        | 101            |
| CGP 4-6 | 10          | 5,75 | 8,5  | 7,95        | 56,825         |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 101      | 161,9788255 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 190,5633241 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE        |                 |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                              |                 | I <sub>n</sub> | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 102,15          | 200            | 326             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT12    | CGP 4-4 | 101          | 62,8     | 0,629923289 | 0,629923289    |
| CGP 4-4 | CGP 4-6 | 56,83        | 39,35    | 0,222090019 | 0,852013308    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP     | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S  | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|--------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 4-5 | 10           | 5,75 | 14,8 | 15,9         | 101            |
| CGP 4-7 | 10           | 5,75 | 8,5  | 7,95         | 56,825         |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 101      | 161,9788255 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 14,8 | 20 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,85  | 190,5633241 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 1m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 120,9           | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT12    | CGP 4-5 | 101          | 84,5     | 0,847587865 | 0,847587865    |
| CGP 4-5 | CGP 4-7 | 56,83        | 36,4     | 0,205440322 | 1,053028187    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión



RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 12:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 200 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 200 \text{ A}$

2.1.3.14. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN (CT 13)

CT13 ANILLO 1

Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT13     | CGP 2-17 | 31,3        | 31,3             | 18,4         | 575,92   |
| CGP 2-17 | CGP 2-2  | 91,9        | 123,2            | 18,4         | 2266,88  |
| CGP 2-2  | CGP 2-4  | 70,7        | 193,9            | 18,4         | 3567,76  |
| CGP 2-4  | CGP 2-6  | 70,7        | 264,6            | 18,4         | 4868,64  |
| CGP 2-6  | CGP 2-8  | 70,7        | 335,3            | 18,4         | 6169,52  |
| CGP 2-8  | CGP 2-7  | 38          | 373,3            | 18,4         | 6868,72  |
| CGP 2-7  | CGP 2-5  | 71,7        | 445              | 18,4         | 8188     |
| CGP 2-5  | CGP 2-3  | 71,7        | 516,7            | 18,4         | 9507,28  |
| CGP 2-3  | CGP 2-1  | 71,7        | 588,4            | 18,4         | 10826,56 |
| CGP 2-1  | CT13     | 87,9        | 676,3            |              |          |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 52839,28     | 165,6      | 319,0777778 |

RAMA 1

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 2-17 | 2           | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 2-2  | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 2-4  | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 2-6  | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)



| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 64,4     | 103,2815482 |

| C.S | n |
|-----|---|
| 7   | 8 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 117,3653956 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 264,6           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO    |          | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|----------|----------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT13     | CGP 2-17 | 64,4         | 31,3     | 0,200187452 | 0,200187452    |
| CGP 2-17 | CGP 2-2  | 49,68        | 91,9     | 0,453423209 | 0,653610661    |
| CGP 2-2  | CGP 2-4  | 34,96        | 70,7     | 0,24546947  | 0,899080132    |
| CGP 2-4  | CGP 2-6  | 18,4         | 70,7     | 0,129194458 | 1,02827459     |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 2-1 | 2           | 9,2  | 8,5  |              | 78,2           |
| CGP 2-3 | 2           | 9,2  | 7    |              | 64,4           |
| CGP 2-5 | 2           | 9,2  | 5,4  |              | 49,68          |
| CGP 2-7 | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 2-8 | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 78,2     | 125,4133085 |

| C.S | n  |
|-----|----|
| 8,5 | 10 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 142,5151233 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 341             | 160     | 429             |



### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO   |         | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|---------|---------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT13    | CGP 2-1 | 78,2         | 87,9     | 0,682656572 | 0,682656572    |
| CGP 2-1 | CGP 2-3 | 64,4         | 71,7     | 0,458576368 | 1,141232941    |
| CGP 2-3 | CGP 2-5 | 49,68        | 71,7     | 0,353758913 | 1,494991854    |
| CGP 2-5 | CGP 2-7 | 34,96        | 71,7     | 0,248941457 | 1,743933311    |
| CGP 2-7 | CGP 2-8 | 18,4         | 38       | 0,069439737 | 1,813373048    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 1 del CT 13:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 160 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 160 \text{ A}$

### CT13 ANILLO 2

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL      |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|----------|
| CT13     | CGP 2-16 | 46,4        | 46,4             | 18,4         | 853,76   |
| CGP 2-16 | CGP 2-14 | 70          | 116,4            | 18,4         | 2141,76  |
| CGP 2-14 | CGP 2-12 | 70          | 186,4            | 18,4         | 3429,76  |
| CGP 2-12 | CGP 2-10 | 70          | 256,4            | 18,4         | 4717,76  |
| CGP 2-10 | CGP 2-9  | 34,9        | 291,3            | 18,4         | 5359,92  |
| CGP 2-9  | CGP 3-5  | 74,2        | 365,5            | 18,4         | 6725,2   |
| CGP 3-5  | CGP 3-6  | 48,2        | 413,7            | 18,4         | 7612,08  |
| CGP 3-6  | CGP 2-11 | 79,2        | 492,9            | 18,4         | 9069,36  |
| CGP 2-11 | CGP 2-13 | 71          | 563,9            | 18,4         | 10375,76 |
| CGP 2-13 | CGP 2-15 | 71          | 634,9            | 18,4         | 11682,16 |
| CGP 2-15 | CT13     | 82          | 716,9            |              |          |



| $\Sigma P \times L$ | $\Sigma P$ | p.m.t  |
|---------------------|------------|--------|
| 61967,52            | 184        | 336,78 |

### RAMA 1

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 2-16 | 2            | 9,2  | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 2-14 | 2            | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 2-12 | 2            | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 2-10 | 2            | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 2-9  | 2            | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 78,2     | 125,4133085 |

| C.S. | n  |
|------|----|
| 8,5  | 10 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 142,5151233 |

**NOTA** : 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 291,3           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT13 CGP 2-16     | 78,2         | 46,4     | 0,360355688 | 0,360355688    |
| CGP 2-16 CGP 2-14 | 64,4         | 70       | 0,447703568 | 0,808059255    |
| CGP 2-14 CGP 2-12 | 49,68        | 70       | 0,345371324 | 1,153430579    |
| CGP 2-12 CGP 2-10 | 34,96        | 70       | 0,24303908  | 1,396469658    |
| CGP 2-10 CGP 2-9  | 18,4         | 34,9     | 0,063774916 | 1,460244575    |



|                 |          |          |
|-----------------|----------|----------|
| <b>**K**</b>    | <b>R</b> | <b>X</b> |
| 0,09931312<br>5 | 0,125    | 0,07     |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | Nº VIVIENDAS | N.E. | C.S | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|--------------|------|-----|--------------|----------------|
| CGP 2-15 | 2            | 9,2  | 8,5 |              | 78,2           |
| CGP 2-13 | 2            | 9,2  | 7   |              | 64,4           |
| CGP 2-11 | 2            | 9,2  | 5,4 |              | 49,68          |
| CGP 3-6  | 2            | 9,2  | 3,8 |              | 34,96          |
| CGP 3-5  | 2            | 9,2  | 2   |              | 18,4           |

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| <b>POTENCIA</b> | <b>INTENSIDAD</b> |
| 78,2            | 125,413308<br>5   |

|            |          |
|------------|----------|
| <b>C.S</b> | <b>n</b> |
| 8,5        | 10       |

|              |                 |
|--------------|-----------------|
| <b>f.d.c</b> | <b>l.tablas</b> |
| 0,88         | 142,515123<br>3 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupados a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                       | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|---------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                                 |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150<br>AL | 351,4           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT13 CGP 2-15     | 78,2         | 82       | 0,636835483 | 0,636835483    |
| CGP 2-15 CGP 2-13 | 64,4         | 71       | 0,454099333 | 1,090934816    |
| CGP 2-13 CGP 2-11 | 49,68        | 71       | 0,3503052   | 1,441240015    |
| CGP 2-11 CGP 3-6  | 34,96        | 79,2     | 0,274981359 | 1,716221374    |
| CGP 3-6 CGP 3-5   | 18,4         | 48,2     | 0,088078824 | 1,804300198    |

|              |          |          |
|--------------|----------|----------|
| <b>**K**</b> | <b>R</b> | <b>X</b> |
| 0,099313125  | 0,125    | 0,07     |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión





### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 2 del CT 13:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV  $3 \times 1 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 150 \text{ mm}^2$

Fusible Rama 1 :  $I_N = 160 \text{ A}$

Fusible Rama 2 :  $I_N = 160 \text{ A}$

### CT13 ANILLO 3

#### Punto mínima tensión

| TRAMO    |          | LONGITUD(m) | L. ACUMULADA (m) | POTENCIA(kW) | PxL     |
|----------|----------|-------------|------------------|--------------|---------|
| CT13     | CGP 6-1  | 37,3        | 37,3             | 18,4         | 686,32  |
| CGP 6-1  | CGP 6-2  | 18,6        | 55,9             | 18,4         | 1028,56 |
| CGP 6-2  | CGP 6-3  | 18,6        | 74,5             | 18,4         | 1370,8  |
| CGP 6-3  | CGP 6-4  | 18,6        | 93,1             | 18,4         | 1713,04 |
| CGP 6-4  | CGP 6-5  | 49,5        | 142,6            | 18,4         | 2623,84 |
| CGP 6-5  | CGP 6-6  | 19,7        | 162,3            | 18,4         | 2986,32 |
| CGP 6-6  | CGP 6-7  | 11,8        | 174,1            | 9,2          | 1601,72 |
| CGP 6-7  | CGP 6-8  | 49,1        | 223,2            | 18,4         | 4106,88 |
| CGP 6-8  | CGP 6-9  | 17,9        | 241,1            | 18,4         | 4436,24 |
| CGP 6-9  | CGP 6-10 | 17,9        | 259              | 18,4         | 4765,6  |
| CGP 6-10 | CGP 6-11 | 17,9        | 276,9            | 18,4         | 5094,96 |
| CGP 6-11 | CT13     | 87,8        | 364,7            |              |         |

| $\Sigma PxL$ | $\Sigma P$ | p.m.t       |
|--------------|------------|-------------|
| 30414,28     | 193,2      | 157,4238095 |



### RAMA 1

| CGP     | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P.ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|---------|-------------|------|------|-------------|----------------|
| CGP 6-1 | 2           | 9,2  | 8,5  |             | 78,2           |
| CGP 6-2 | 2           | 9,2  | 7    |             | 64,4           |
| CGP 6-3 | 2           | 9,2  | 5,4  |             | 49,68          |
| CGP 6-4 | 2           | 9,2  | 3,8  |             | 34,96          |
| CGP 6-5 | 2           | 9,2  | 2    |             | 18,4           |

(N.E.= Nivel de electrificación)

| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 78,2     | 125,4133085 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 10,6 | 13 |

| f.d.c | I.tablas    |
|-------|-------------|
| 0,88  | 142,5151233 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupado a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 1 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 142,6           | 160     | 429             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO           | POTENCIA(kW) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-----------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT13 CGP 6-1    | 78,2         | 37,3     | 0,289682482 | 0,289682482    |
| CGP 6-1 CGP 6-2 | 64,4         | 18,6     | 0,118961234 | 0,408643715    |
| CGP 6-2 CGP 6-3 | 49,68        | 18,6     | 0,091770095 | 0,50041381     |
| CGP 6-3 CGP 6-4 | 34,96        | 18,6     | 0,064578955 | 0,564992765    |
| CGP 6-4 CGP 6-5 | 18,4         | 49,5     | 0,090454394 | 0,65544716     |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RAMA 2

| CGP      | NºVIVIENDAS | N.E. | C.S. | P. ACUMULADA | POTENCIA TOTAL |
|----------|-------------|------|------|--------------|----------------|
| CGP 6-11 | 2           | 9,2  | 10,6 |              | 97,52          |
| CGP 6-10 | 2           | 9,2  | 9,2  |              | 84,64          |
| CGP 6-9  | 2           | 9,2  | 7,8  |              | 71,76          |
| CGP 6-8  | 2           | 9,2  | 6,2  |              | 57,04          |
| CGP 6-7  | 1           | 9,2  | 4,6  |              | 42,32          |
| CGP 6-6  | 2           | 9,2  | 3,8  |              | 34,96          |
| CGP 6-5  | 2           | 9,2  | 2    |              | 18,4           |



| POTENCIA | INTENSIDAD  |
|----------|-------------|
| 97,52    | 156,3977729 |

| C.S  | n  |
|------|----|
| 10,6 | 13 |

| f.d.c | I.tablas   |
|-------|------------|
| 0,88  | 177,724742 |

**NOTA:** 2 circuitos agrupado a 200mm de separación, enterrados a 0,7m

| CONDUCTOR                    | LONGITUD RAMA 2 | FUSIBLE |                 |
|------------------------------|-----------------|---------|-----------------|
|                              |                 | In      | LONG, PROTEGIDA |
| RV 0,6/1 KV 3x240 + 1x150 AL | 222,1           | 200     | 326             |

### CAÍDA DE TENSIÓN

| TRAMO             | POTENCIA(kw) | LONGITUD | AU %        | AU % Acumulada |
|-------------------|--------------|----------|-------------|----------------|
| CT13 CGP 6-11     | 97,52        | 87,8     | 0,8503444   | 0,8503444      |
| CGP 6-11 CGP 6-10 | 84,64        | 17,9     | 0,150464946 | 1,000809346    |
| CGP 6-10 CGP 6-9  | 71,76        | 17,9     | 0,127568106 | 1,128377453    |
| CGP 6-9 CGP 6-8   | 57,04        | 17,9     | 0,10140029  | 1,229777742    |
| CGP 6-8 CGP 6-7   | 42,32        | 49,1     | 0,206363934 | 1,436141676    |
| CGP 6-7 CGP 6-6   | 34,96        | 11,8     | 0,040969445 | 1,477111121    |
| CGP 6-6 CGP 6-5   | 18,4         | 19,7     | 0,035999022 | 1,513110143    |

| **K**       | R     | X    |
|-------------|-------|------|
| 0,099313125 | 0,125 | 0,07 |

$\Delta U\% < 5\%$  Válido por Caída de Tensión

### RESULTADO DE CÁLCULOS:

La elección final del conductor y fusibles en el anillo 3 del CT 13:

Conductor: Al XZ1 0,6/1 KV 3x 1x240 mm<sup>2</sup> +1x150 mm<sup>2</sup>

Fusible Rama 1 : I<sub>N</sub> = 160 A

Fusible Rama 2 : I<sub>N</sub> = 200 A



## 2.2. RED DE MEDIA TENSIÓN

### 2.2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA

#### 2.2.1.1. INTENSIDAD NOMINAL DE DISEÑO

La potencia máxima que debe soportar el conductor corresponde a los 14 centros de transformación conectados en anillo y el centro de transformación de abonado.

Los centros de transformación del anillo de MT son de 400 KVA y el centro de transformación de abonado de 630 KVA, por lo tanto la potencia total será:

$$S=14\cdot 400+630 \rightarrow S=6230 \text{ KVA}$$

$$P=S\cdot \cos \varphi=6230\cdot 0,9=5607 \text{ KW}$$

El cálculo de la intensidad nominal para el diseño de esta línea de alta tensión, objeto de este proyecto, se obtiene resolviendo la siguiente expresión:

$$I_N=P/(\sqrt{3}\cdot U_0\cdot \cos \varphi)=5607/(\sqrt{3}\cdot 20\cdot 0,9)=179,84 \text{ A}$$

Siendo:

$I_N$  → Intensidad nominal compuesta en A

$P$  → Potencia activa transportada en KW

$U_0$  → Tensión compuesta en cabeza de línea expresada en KV

$\cos \varphi$  → Factor de potencia 0,9

#### 2.2.1.2. DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla del art.22 del R.L.A.T. Para el conductor aéreo denominado LA-56, utilizado en nuestro proyecto, dicho valor es:

$$\delta=3,7 \text{ A/mm}^2$$

Siendo su sección de 54,6 mm<sup>2</sup>

La intensidad máxima admisible será de:

$$I_{\text{máx adm}}=\delta\cdot S=3,7\cdot 54,6 \rightarrow I_{\text{máx adm}}=202,02 \text{ A}$$

Como  $I_{\text{máx adm}}=202,02 \text{ A} > I_N=179,84 \text{ A} \rightarrow$  La elección del conductor LA-56 es válida



### 2.2.1.3. POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR EN FUNCIÓN DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La potencia máxima a transportar por el conductor LA-56 viene limitada por la intensidad máxima admisible que este puede soportar.

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot U_0 \cdot I_{\text{máx}} \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 202,2 \cdot 0,9 = 6302,97 \text{ KW}$$

Siendo:

$P_{\text{máx}}$  → Potencia máxima a transportar por el conductor en KW

$U_0$  → Tensión compuesta en cabeza de línea expresada en KV

$I_{\text{máx}}$  → Intensidad máxima admisible por el conductor en A

$\cos\varphi$  → Factor de potencia 0,9

Como  $P_{\text{máx}} = 6302,97 \text{ KW} > P = 5607 \text{ KW}$  → El conductor LA-56 es válido

### 2.2.1.4. SELECCIÓN DEL ARMADO DE LOS APOYOS

Datos a considerar:

- Tipo de conductor: LA-56 →  $P_p = 0,189 \text{ Kg/m}$ ;  $\varnothing = 9,5 \text{ mm}$

- Zona de tendido: Zona A

- Longitud de la cadena de aislamiento:  $\lambda = 0 \text{ m}$  Cadena de Amarre

DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES:  $D = K \cdot \sqrt{f + L} + K' \cdot D_{pp}$

$K \rightarrow f(\alpha) \rightarrow \alpha = \arctg(Sb_v/P_p) = \arctg(0,57/0,189) = 71,65^\circ \rightarrow K = 0,65$

$Sb_v = P_v \cdot \varnothing \cdot 10^{-3} = 60 \cdot 9,5 \cdot 10^{-3} = 0,57 \text{ Kg/m}$

Flecha máxima para  $a_e = 49,25 \text{ m}$ .

1ª Hip. de Viento:  $f = 0,97 \text{ m}$   $T = 189 \text{ daN}$

2ª Hip. de Temperatura:  $f = 1,13 \text{ m}$   $T = 51 \text{ daN}$

$$D = 0,65 \cdot \sqrt{1,13 + 0} + 0,75 \cdot 0,25 = 0,878 \text{ m}$$



### ARMADO CA-1,5 CRUCETA RECTA RC2

$$f_{\text{máx}} = ((D - K \cdot D_{pp}) / K)^2 - L = ((1,5 - 0,75 \cdot 0,25) / 0,65)^2 - 0 = 4,07 \text{ m} > 1,13 \text{ m} \rightarrow \text{válido}$$

$$a_{\text{máx}} = \sqrt{((8 \cdot T \cdot f_{\text{máx}}) / P_a)} = \sqrt{(8 \cdot 51 \cdot 1,02 \cdot 4,07) / 0,601} = 58,06 \text{ m} < 49,25 \text{ m} \rightarrow \text{válido}$$

$$P_a = \sqrt{P_p^2 + S b_v^2} = \sqrt{0,189^2 + 0,57^2} = 0,601 \text{ Kg/m}$$

#### 2.2.1.5. SELECCIÓN DE LA ALTURA DE LOS APOYOS

Para la elección de la altura de los apoyos, hay que considerar que aproximadamente a la altura del semivano hay un cruzamiento con una línea de teléfono que tiene una altura de 6 m

Por lo debemos respetar las distancias de separación entre ambas líneas en las condiciones más desfavorables, lo cual hace referencia la tabla 17 (ITC-LAT-07):

Para líneas de 20 KV, la distancia del punto más bajo con respecto al cable de telecomunicación, como tenemos una distancia del apoyo más cercano al punto de cruce menor de 25 m tendremos que la distancia de separación debe ser igual o superior a 1,8 m

La línea cruza por una carretera, pero como la distancia mínima de cruzamiento debe ser como mínimo 6 m, con la consideración anterior, se cumple esta.

ALTURA DEL APOYO:

$$H_u = (d + 1,8) + f_{\text{máx}} = (6 + 1,8) + 1,13 \rightarrow H_u = 8,93 \text{ m}$$

Para  $H_T = 12 \text{ m}$

$$H_u = H_T - (h - 0,2) = 12 - (2 - 0,2) \rightarrow H_u = 10,20 \text{ m} > 8,93 \text{ m} \rightarrow \text{válido}$$

Distancia del punto más bajo a la línea de telecomunicaciones:

$$D = H_u - f_{\text{máx}} - 6 = 10,20 - 1,13 - 6 \rightarrow D = 3,07 \text{ m} > 1,8 \text{ m}$$

Distancia del punto más bajo al terreno:

$$D = H_u - f_{\text{máx}} = 8,93 - 1,13 \rightarrow D = 7,8 \text{ m} > 6 \text{ m}$$



APOYOS SELECCIONADOS:

**Apoyo 12 C-2000 Armado CA-1,5 Cruceta RC2**

**2.2.2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALIMENTACIÓN DESDE EL ENTRONQUE HASTA EL CT DE REPARTO**

Para el cálculo de las líneas subterráneas consideraremos un proyecto tipo con los siguientes datos:

- Temperatura del terreno 25: C  $\rightarrow K = 1$
- Resistividad térmica del terreno 1,5 K·m/W  $\rightarrow K = 1$

Tabla del factor de corrección por distancia entre ternos y cables tripolares:

| Factor de corrección           |                          |                              |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tipo de instalación            | Separación de los ternos | Número de ternos en 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 | –    | –    | –    | –    |



Según la intensidad calculada anteriormente nos vamos a la tabla de cables Eprotenax compact.

| Sección nominal<br>mm <sup>2</sup> | Tensión nominal               |     |     |     |     |     |
|------------------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                    | 105 °C<br>1,8/3 kV a 18/30 kV |     |     |     |     |     |
|                                    | (1)                           | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|                                    |                               |     |     |     |     |     |

| Conductores de Al |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 16                | 96  | 85  | 82  | 76  | 78  | 72  |
| 25                | 125 | 110 | 105 | 95  | 100 | 95  |
| 35                | 150 | 135 | 125 | 115 | 120 | 110 |
| 50                | 180 | 160 | 145 | 135 | 145 | 130 |
| 70                | 225 | 200 | 180 | 170 | 170 | 160 |
| 95                | 275 | 240 | 215 | 200 | 205 | 190 |
| 120               | 320 | 280 | 245 | 230 | 235 | 215 |
| 150               | 360 | 315 | 275 | 255 | 265 | 240 |
| 185               | 415 | 360 | 315 | 290 | 295 | 275 |
| 240               | 495 | 425 | 365 | 345 | 345 | 325 |
| 300               | 565 | 485 | 410 | 390 | 390 | 365 |
| 400               | 660 | -   | 470 | 450 | -   | -   |
| 500               | 775 | -   | 540 | 515 | -   | -   |
| 630               | 905 | -   | 615 | 590 | -   | -   |

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio:

| Tipo de aislamiento                | $\Delta\theta^*$<br>(K) | Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|------------------------------------|-------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
|                                    |                         | 0,1  | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |  |
| PVC:                               |                         |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| sección $\leq 300$ mm <sup>2</sup> | 90                      | 240  | 170 | 138 | 107 | 98  | 76  | 62  | 53  | 48  | 43  |  |
| sección $> 300$ mm <sup>2</sup>    | 70                      | 215  | 152 | 124 | 96  | 87  | 68  | 55  | 48  | 43  | 49  |  |
| XLPE, EPR y HEPR                   | 160                     | 298  | 211 | 172 | 133 | 122 | 94  | 77  | 66  | 59  | 54  |  |
| HEPR Uo/U $\leq 18/30$ kV          | 145                     | 281  | 199 | 162 | 126 | 115 | 89  | 73  | 63  | 56  | 51  |  |

### 2.2.2.1. PREVISIÓN DE POTENCIA

La potencia máxima que debe soportar el conductor corresponde a los 14 centros de transformación conectados en anillo y el centro de transformación de abonado. Los centros de transformación del anillo de MT son de 400 KVA y el centro de transformación de abonado de 630 KVA, por lo tanto la potencia total será:

$$S=14 \cdot 400 + 630 \rightarrow S=6230 \text{ KVA}$$





Para el cálculo de la sección del conductor usaremos tres criterios:

1. Calentamiento
2. Caída de tensión
3. Cortocircuito

### 2.2.2.2. INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad viene dada por:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{6.23 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} \rightarrow I = 179,84 \text{ A}$$

Para una instalación de cables directamente enterrados con dos ternos por zanja y una separación entre los ternos de 0,2 m cuyo factor de corrección es  $K = 0,82$

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K_T} = \frac{179,84}{0,82} \rightarrow I_{\text{tablas}} = 219,31 \text{ A}$$

Sería suficiente con un conductor de 95 mm<sup>2</sup> de sección, pero Iberdrola no aconseja instalar conductores de sección inferior a 150 mm<sup>2</sup> (MT 2.03.20 (04-03) pág. (26-55)), por lo tanto escogemos el conductor de sección de 150 mm<sup>2</sup> con intensidad máxima admisible de 275 A.

$$I_{\text{adm}} = 275 \text{ A} > I_{\text{tablas}} = 219,31 \text{ A}$$

Por otro lado debe cumplirse que:

$$I_z = I_{\text{adm}} \cdot K_T = 275 \cdot 0,82 \rightarrow I_z = 225,5 \text{ A} > I = 179,84 \text{ A} \rightarrow \text{válido}$$

La densidad de corriente viene dada por:

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{179,84}{150} \rightarrow \delta = 1,198 \text{ A/mm}^2$$



### 2.2.2.3. CAÍDA DE TENSIÓN

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

Siendo:

$\Delta U$  → Caída de tensión en Voltios

$I$  → Intensidad en Amperios

$L$  → Longitud de la línea en Kilómetros

$R$  → Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{Km}$

$X$  → Reactancia del conductor a la frecuencia de 50 Hz en  $\Omega/\text{Km}$

La longitud de la línea de media tensión desde el punto de entronque aéreo-subterráneo hasta el centro de transformación de reparto es de  $L = 0.268 \text{ Km}$ .

Características del conductor:

$$R = 0,277 \Omega/\text{Km}$$

$$X = 0,110 \Omega/\text{Km}$$

Por lo que sustituyendo en la ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 179,84 \cdot 0,268 \cdot (0,277 \cdot 0,9 + 0,110 \cdot 0,436)$$

$$\Delta U = 24.81 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{24,81 \cdot 100}{20 \cdot 10^3} = 0,124\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Es válido ya que según la norma la caída de tensión tiene que ser menos al 5%.

### 2.2.2.4. CORTOCIRCUITO

Para un conductor HEPR Z1 con temperatura de trabajo de  $145^\circ\text{K}$ , tenemos una densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito para 0,5 segundos de  $126 \text{ A}/\text{mm}^2$



$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I_{cc} = \frac{350}{(\sqrt{3} \cdot 20)} = 10,1 \text{ KA}$$

$$\text{Sección}_{cc} = \frac{(I_{cc} \sqrt{t})}{k} = \frac{10,1 \cdot 10^3}{145} \cdot \sqrt{0,5} = 49,25 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{válido}$$

$$I_{cc} = \delta \cdot S \rightarrow I_{cc} = 126 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 18,9 \text{ KA}$$

Cable HEPR 12/20 KV de 150 mm<sup>2</sup> para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0,5 s

$$I_{cc}(\text{adm}) = 31,9 \text{ KA} > I_{cc} = 10,1 \text{ KA}$$

Como se puede observar la intensidad de cortocircuito que resulta de las tablas por reglamento es muy superior a la intensidad de cortocircuito real, con lo que queda comprobada la eficiencia del cable contra las corrientes de cortocircuito

#### 2.2.2.5. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

$$P \cdot L = \frac{U^2 \cdot e}{100 \cdot (R + X \cdot tg \varphi)}$$

Siendo:

P → Capacidad de transporte en MW·Km

L → Longitud de la línea en Kilómetros

U → Tensión nominal en KV

R → Resistencia del conductor en Ω/Km

X → Reactancia del conductor a la frecuencia de 50 Hz en Ω/Km

e → Caída de tensión 5%

$$P \cdot L = \frac{20^2 \cdot 5}{100 \cdot (0,277 + 0,110 \cdot 0,484)} = 60,562 \text{ MW} \cdot \text{Km}$$

$$P = \frac{P \cdot L}{L} = \frac{60,562}{0,268} \rightarrow P = 225,98 \text{ MW}$$

$$P = 225,98 \text{ MW} > S = 6230 \text{ KVA} \cdot 0,9 \rightarrow P = 5,607 \text{ MW} \rightarrow \text{válido}$$

Finalmente usaremos el conductor:

AL 12/20 KV HEPR Z1 3 x ( 1 x 150 mm<sup>2</sup> ) / 16 mm<sup>2</sup>



#### Tabla de resultados de cálculos

|  |  |
|--|--|
| Tipo de conductor.....                 | Al 12/20 KV HEPR Z1 3 x (1 x 150 mm <sup>2</sup> ) |
| Intensidad de corriente máxima.....    | 179,8 A  |
| Densidad máxima de corriente.....      | 1,198 A/mm <sup>2</sup>                            |
| Resistencia a 105°C.....               | 0,277 Ω/Km   |
| Reactancia.....                        | 0,110 Ω/Km   |
| Caída de tensión máxima.....           | 24,81 V → 0,124%                                   |
| Capacidad de transporte.....           | 60,562 MW·Km                                       |
| Potencia máxima de transporte.....     | 225,98 MW  |
| Corriente de cortocircuito máxima..... | 10,1 KA  |

#### **2.2.2.6. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAILES, VALLAS. CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN**

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, se encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.



### 2.2.3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALIMENTACIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO

#### 2.2.3.1. PREVISIÓN DE POTENCIA

La potencia máxima que debe soportar el conductor corresponde al centro de transformación de abonado destinado al suministro de potencia de un centro comercial a las afueras del polígono residencial.

$$S=630 \text{ KVA}$$

Para el cálculo de la sección del conductor usaremos tres criterios:

1. Calentamiento
2. Caída de tensión
3. Cortocircuito

#### 2.2.3.2. INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad viene dada por:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{0,63 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} \rightarrow I = 18,19 \text{ A}$$

Para una instalación de cables directamente enterrados con cuatro ternos por zanja y una separación entre los ternos de 0,2 m cuyo factor de corrección es  $K = 0,68$

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K_T} = \frac{18,19}{0,68} \rightarrow I_{\text{tablas}} = 26,75 \text{ A}$$

Sería suficiente con un conductor de 16 mm<sup>2</sup> de sección, pero Iberdrola no aconseja instalar conductores de sección inferior a 150 mm<sup>2</sup> (MT 2.03.20 (04-03) pág. (26-55)), por lo tanto escogemos el conductor de sección de 150 mm<sup>2</sup> con intensidad máxima admisible de 275 A.

$$I_{\text{adm}} = 275 \text{ A} > I_{\text{tablas}} = 26,75 \text{ A}$$

Por otro lado debe cumplirse que:

$$I_z = I_{\text{adm}} \cdot K_T = 275 \cdot 0,68 \rightarrow I_z = 187 \text{ A} > I = 18,19 \text{ A} \rightarrow \text{válido}$$



La densidad de corriente viene dada por:

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{18,19}{150} \rightarrow \delta = 0,121 \text{ A/mm}^2$$

### 2.2.3.3. CAÍDA DE TENSIÓN

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

Siendo:

$\Delta U$  → Caída de tensión en Voltios

$I$  → Intensidad en Amperios

$L$  → Longitud de la línea en Kilómetros

$R$  → Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{Km}$

$X$  → Reactancia del conductor a la frecuencia de 50 Hz en  $\Omega/\text{Km}$

La longitud de la línea de media tensión desde el punto de entronque aéreo-subterráneo hasta el centro de transformación de reparto es de  $L = 0,243 \text{ Km}$ .

Características del conductor:  $R = 0,277 \Omega/\text{Km}$   
 $X = 0,110 \Omega/\text{Km}$

Por lo que sustituyendo en la ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 18,19 \cdot 0,243 \cdot (0,277 \cdot 0,9 + 0,110 \cdot 0,436)$$

$$\Delta U = 2,28 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{2,28 \cdot 100}{20 \cdot 10^3} = 0,011\% < 5\% \rightarrow \text{válido}$$

Es válido ya que según la norma la caída de tensión tiene que ser menos al 5%.

### 2.2.3.4. CORTOCIRCUITO

Para un conductor HEPR Z1 con temperatura de trabajo de  $145^\circ\text{K}$ , tenemos una densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito para 0,5 segundos de  $126 \text{ A/mm}^2$



$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I_{cc} = \frac{350}{(\sqrt{3} \cdot 20)} = 10,1 \text{ KA}$$

$$\text{Sección}_{cc} = \frac{(I_{cc} \sqrt{t})}{k} = \frac{10,1 \cdot 10^3}{145} \cdot \sqrt{0,5} = 49,25 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{válido}$$

$$I_{cc} = \delta \cdot S \rightarrow I_{cc} = 126 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 18,9 \text{ KA}$$

Cable HEPR 12/20 KV de 150 mm<sup>2</sup> para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0,5 s

$$I_{cc} (\text{adm}) = 31,9 \text{ KA} > I_{cc} = 10,1 \text{ KA}$$

Como se puede observar la intensidad de cortocircuito que resulta de las tablas por reglamento es muy superior a la intensidad de cortocircuito real, con lo que queda comprobada la eficiencia del cable contra las corrientes de cortocircuito.

### 2.2.3.5. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

$$P \cdot L = \frac{U^2 \cdot e}{100 \cdot (R + X \cdot tg \varphi)}$$

Siendo:

P → Capacidad de transporte en MW·Km

L → Longitud de la línea en Kilómetros

U → Tensión nominal en KV

R → Resistencia del conductor en Ω/Km

X → Reactancia del conductor a la frecuencia de 50 Hz en Ω/Km

e → Caída de tensión 5%

$$P \cdot L = \frac{20^2 \cdot 5}{100 \cdot (0,277 + 0,110 \cdot 0,484)} = 60,562 \text{ MW} \cdot \text{Km}$$

$$P = \frac{P \cdot L}{L} = \frac{60,562}{0,243} \rightarrow P = 249,23 \text{ MW}$$

$$P = 249,23 \text{ MW} > S = 630 \text{ KVA} \cdot 0,9 \rightarrow P = 0,5607 \text{ MW} \rightarrow \text{válido}$$



Finalmente usaremos el conductor:

AL 12/20 KV HEPR Z1 3 x ( 1 x 150 mm<sup>2</sup>) / 16 mm<sup>2</sup>

Tabla de resultados de cálculos

|  |  |
|--|--|
| Tipo de conductor.....                 | Al 12/20 KV HEPR Z1 3 x (1 x 150 mm <sup>2</sup> ) |
| Intensidad de corriente máxima.....    | 18,19 A  |
| Densidad máxima de corriente.....      | 0,121 A/mm <sup>2</sup>                            |
| Resistencia a 105°C.....               | 0,277 Ω/Km   |
| Reactancia.....                        | 0,110 Ω/Km   |
| Caída de tensión máxima.....           | 2,28 V → 0,011%                                    |
| Capacidad de transporte.....           | 60,562 MW·Km                                       |
| Potencia máxima de transporte.....     | 249,23 MW  |
| Corriente de cortocircuito máxima..... | 10,1 KA  |

#### **2.2.3.6. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAILES, VALLAS. CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN**

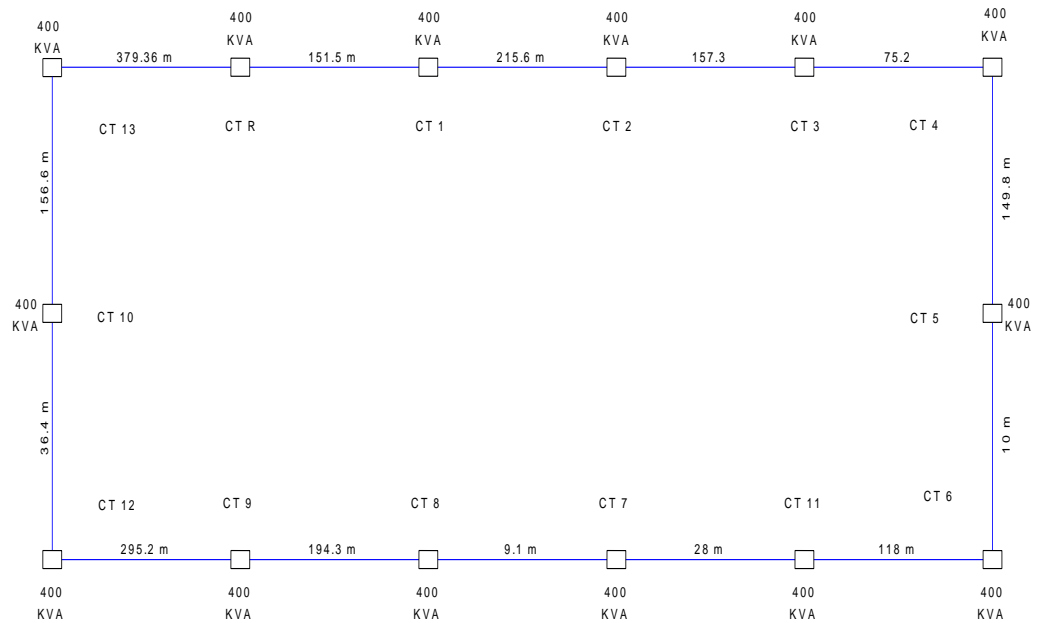
De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, se encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.





## 2.2.4. CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN



### Previsión de Potencia

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los doce CT proyectados de acuerdo con las siguientes necesidades:

| Centro de Transformación Nº | Potencia Aparente (S) |
|-----------------------------|-----------------------|
| CT 1                        | 400 KVA               |
| CT 2                        | 400 KVA               |
| CT 3                        | 400 KVA               |
| CT 4                        | 400 KVA               |
| CT 5                        | 400 KVA               |
| CT 6                        | 400 KVA               |
| CT 7                        | 400 KVA               |
| CT 8                        | 400 KVA               |
| CT 9                        | 400 KVA               |
| CT 10                       | 400 KVA               |
| CT 11                       | 400 KVA               |
| CT 12                       | 400 KVA               |
| CT 13                       | 400 KVA               |

POTENCIA TOTAL ESTIMADA: 5200 KVA



$$\begin{aligned} \text{Al } 12/20 \text{ KV HEPR Z1 } 3(1 \times 150 \text{ mm}^2) \quad R &= 0,277 \Omega/\text{Km} \\ X &= 0,110 \Omega/\text{Km} \end{aligned}$$

### Intensidad de Corriente:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I = \frac{5200}{\sqrt{3} \cdot 20} = 150,11 \text{ A}$$

- Misma zanja transcurre cuatro líneas a 20 cm de distancia  $\rightarrow K = 0,68$

- Enterrados a una profundidad de 1,20 m  $\rightarrow K = 0,98$

$$I_{\text{tablas}} = \frac{I}{K_T} = \frac{150,11}{0,666} \rightarrow I_{\text{tablas}} = 225,39 \text{ A}$$

Sería suficiente con un conductor de 120 mm<sup>2</sup> de sección, pero Iberdrola no aconseja instalar conductores de sección inferior a 150 mm<sup>2</sup> (MT 2.03.20 (04-03) pág. (26-55)), por lo tanto escogemos el conductor de sección de 150 mm<sup>2</sup> con intensidad máxima admisible de 275 A.

$$I_{\text{adm}} = 275 \text{ A} > I_{\text{tablas}} = 225,39 \text{ A}$$

Por otro lado debe cumplirse que:

$$I_z = I_{\text{adm}} \cdot K_T = 275 \cdot 0,666 \rightarrow I_z = 183,15 \text{ A} > I = 150,11 \text{ A} \rightarrow \text{válido}$$

Densidad de corriente:

$$\delta = \frac{I}{S} \rightarrow \delta = \frac{150,11}{150} = 1 \text{ A/mm}^2$$

### CALCULO ELÉCTRICO DEL ANILLO

#### 1.- Características de las cargas en cada punto:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,55 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,9 \rightarrow \varphi = -25,84^\circ$$

$$I = I_a - I_r \rightarrow I = 10,4 - j5,03 \text{ A} \rightarrow 11,55 \angle -25,84^\circ \text{ A}$$



2.- Cálculo de las corrientes por los extremos:

|       |       | DISTANCIA EN Km | R      | X      | Z               | IMPEDANCIAS    |
|-------|-------|-----------------|--------|--------|-----------------|----------------|
| CT R  | CT 1  | 0,1515          | 0,042  | 0,0167 | Z <sub>01</sub> | 0,042+0,0167i  |
| CT 1  | CT 2  | 0,2156          | 0,1017 | 0,0404 | Z <sub>02</sub> | 0,1017+0,0404i |
| CT 2  | CT3   | 0,1573          | 0,1453 | 0,0577 | Z <sub>03</sub> | 0,1453+0,0577i |
| CT3   | CT 4  | 0,0752          | 0,1661 | 0,066  | Z <sub>04</sub> | 0,1661+0,066i  |
| CT 4  | CT 5  | 0,1498          | 0,2076 | 0,0824 | Z <sub>05</sub> | 0,2076+0,0824i |
| CT 5  | CT 6  | 0,01            | 0,2104 | 0,0835 | Z <sub>06</sub> | 0,2104+0,0835i |
| CT 6  | CT 11 | 0,118           | 0,243  | 0,0965 | Z <sub>07</sub> | 0,243+0,0965i  |
| CT 11 | CT 7  | 0,028           | 0,2508 | 0,0996 | Z <sub>08</sub> | 0,2508+0,0996i |
| CT 7  | CT 8  | 0,0091          | 0,2533 | 0,1006 | Z <sub>09</sub> | 0,2533+0,1006i |
| CT 8  | CT 9  | 0,1943          | 0,3071 | 0,122  | Z <sub>10</sub> | 0,3071+0,122i  |
| CT 9  | CT 12 | 0,2952          | 0,3889 | 0,1544 | Z <sub>11</sub> | 0,3889+0,1544i |
| CT 12 | CT 10 | 0,0364          | 0,399  | 0,1584 | Z <sub>12</sub> | 0,399+0,1584i  |
| CT 10 | CT 13 | 0,1566          | 0,4424 | 0,1757 | Z <sub>13</sub> | 0,4424+0,1757i |
| CT 13 | CT R  | 0,3794          | 0,5475 | 0,2174 | Z <sub>T</sub>  | 0,5475+0,2174i |

|       |       | IMPEDANCIA     | MODULO | ARGUMENTO | INTENSIDAD     | (Z·I) <sub>o</sub> |
|-------|-------|----------------|--------|-----------|----------------|--------------------|
| CT R  | CT 1  | 0,042+0,0167i  | 0,045  | 21,68     | 11,55 L-25,84° | 0,518-0,038i       |
| CT 1  | CT 2  | 0,1017+0,0404i | 0,109  | 21,67     | 11,55 L-25,84° | 1,256-0,092i       |
| CT 2  | CT3   | 0,1453+0,0577i | 0,156  | 21,66     | 11,55 L-25,84° | 1,797-0,131i       |
| CT3   | CT 4  | 0,1661+0,066i  | 0,179  | 21,67     | 11,55 L-25,84° | 2,062-0,15i        |
| CT 4  | CT 5  | 0,2076+0,0824i | 0,223  | 21,65     | 11,55 L-25,84° | 2,569-0,188i       |
| CT 5  | CT 6  | 0,2104+0,0835i | 0,226  | 21,65     | 11,55 L-25,84° | 2,603-0,191i       |
| CT 6  | CT 11 | 0,243+0,0965i  | 0,261  | 21,66     | 11,55 L-25,84° | 3,007-0,22i        |
| CT 11 | CT 7  | 0,2508+0,0996i | 0,27   | 21,66     | 11,55 L-25,84° | 3,11-0,227i        |
| CT 7  | CT 8  | 0,2533+0,1006i | 0,273  | 21,66     | 11,55 L-25,84° | 3,145-0,23i        |
| CT 8  | CT 9  | 0,3071+0,122i  | 0,33   | 21,67     | 11,55 L-25,84° | 3,801-0,277i       |
| CT 9  | CT 12 | 0,3889+0,1544i | 0,418  | 21,65     | 11,55 L-25,84° | 4,815-0,353i       |
| CT 12 | CT 10 | 0,399+0,1584i  | 0,429  | 21,65     | 11,55 L-25,84° | 4,942-0,362i       |
| CT 10 | CT 13 | 0,4424+0,1757i | 0,476  | 21,66     | 11,55 L-25,84° | 5,483-0,401i       |
| CT 13 | CT R  | 0,5475+0,2174i | 0,589  | 21,66     | 11,55 L-25,84° | 6,785-0,496i       |

$$I_Y = \frac{\sum (Z \cdot I)_o}{Z_T} = \frac{\sum (45,893 - 3,356i)}{0,589L21,66^\circ} = \frac{46,02L - 4,18^\circ}{0,589L21,66^\circ} = 78,13L - 25,84^\circ A \rightarrow I_Y = (70,32 - 34,05i) A$$



$$I_X = I - I_Y$$

$$I = 11,55 - 25,84^\circ A \rightarrow 10,4 - 5,03i A$$

$$13 \cdot (10,4 - 5,03i) = 135,2 - 65,39i$$

$$I_X = (135,2 - 65,39) - (70,32 - 34,05) = 64,88 - 31,25A$$

### 3.- Localización del punto de mínima tensión.

Distribución de corrientes por tramo.

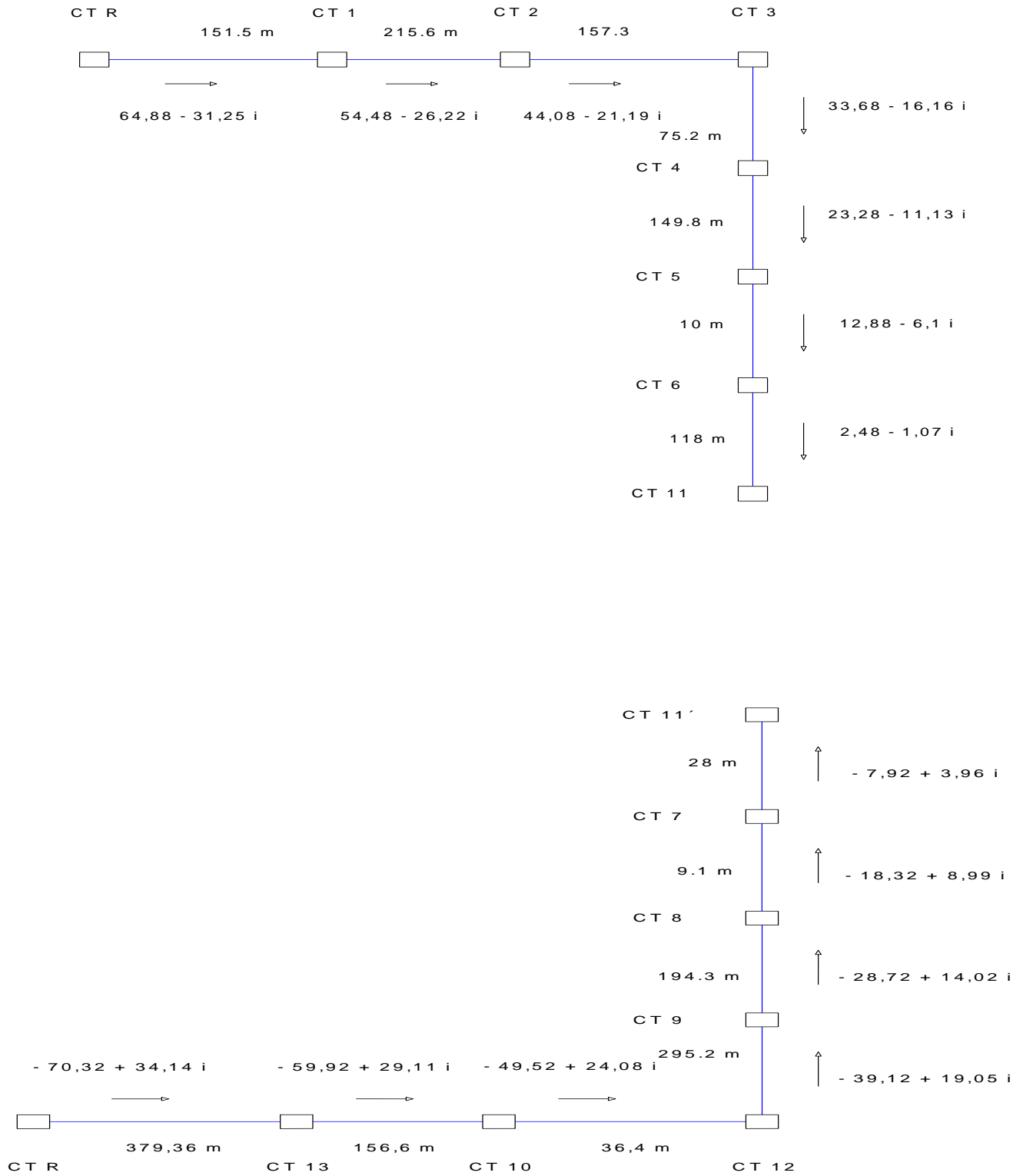
$$I = I_a - I_r \rightarrow I = 10,4 - 5,03i A \rightarrow 11,55 L - 25,84^\circ A$$

|       |       | INTENSIDAD DE CORRIENTE          |
|-------|-------|----------------------------------|
| CT R  | CT 1  | $I_{0-1} = I_X = 64,88 - 31,25i$ |
| CT 1  | CT 2  | $I_{1-2} = 54,48 - 26,22i$       |
| CT 2  | CT 3  | $I_{2-3} = 44,08 - 21,19i$       |
| CT 3  | CT 4  | $I_{3-4} = 33,68 - 16,16i$       |
| CT 4  | CT 5  | $I_{4-5} = 23,28 - 11,13i$       |
| CT 5  | CT 6  | $I_{5-6} = 12,88 - 6,1i$         |
| CT 6  | CT 11 | $I_{6-11} = 2,48 - 1,07i$        |
| CT 11 | CT 7  | $I_{11-7} = -7,92 + 3,96i$       |
| CT 7  | CT 8  | $I_{7-8} = -18,32 + 8,99i$       |
| CT 8  | CT 9  | $I_{8-9} = -28,72 + 14,02i$      |
| CT 9  | CT 12 | $I_{9-12} = -39,12 + 19,05i$     |
| CT 12 | CT 10 | $I_{12-10} = -49,52 + 24,08i$    |
| CT 10 | CT 13 | $I_{10-13} = -59,92 + 29,11i$    |
| CT 13 | CT R  | $I_{13-R} = -70,32 + 34,14i$     |

→ p.m.t. = punto 11



### ESQUEMA DE LA RED EN ANILLO

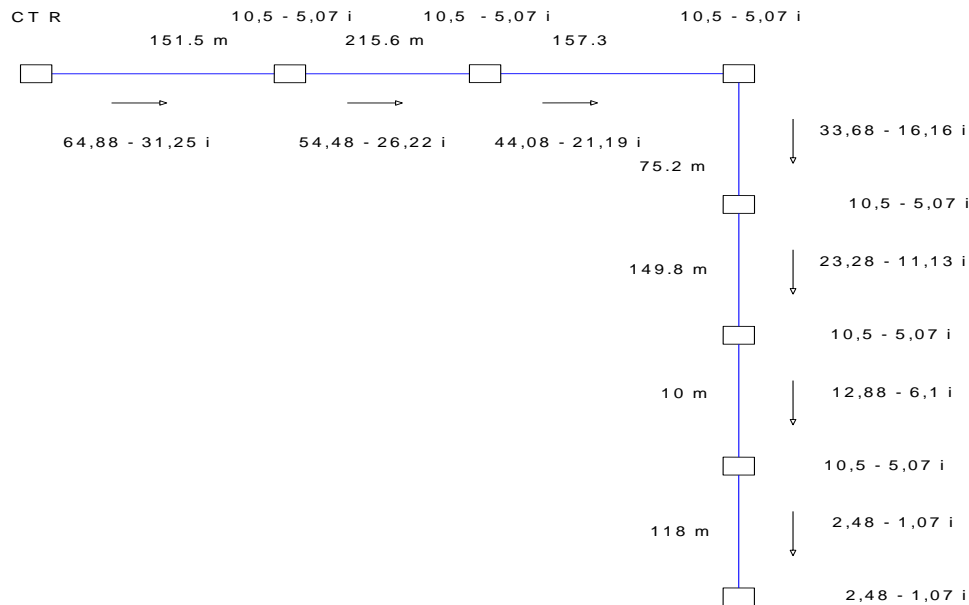




### 2.2.4.1. CAÍDA DE TENSIÓN

La determinación de la caída de tensión se realiza teniendo en cuenta que se trata de una línea en anillo, utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot \left\{ \sum (R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri}) \right\}$$



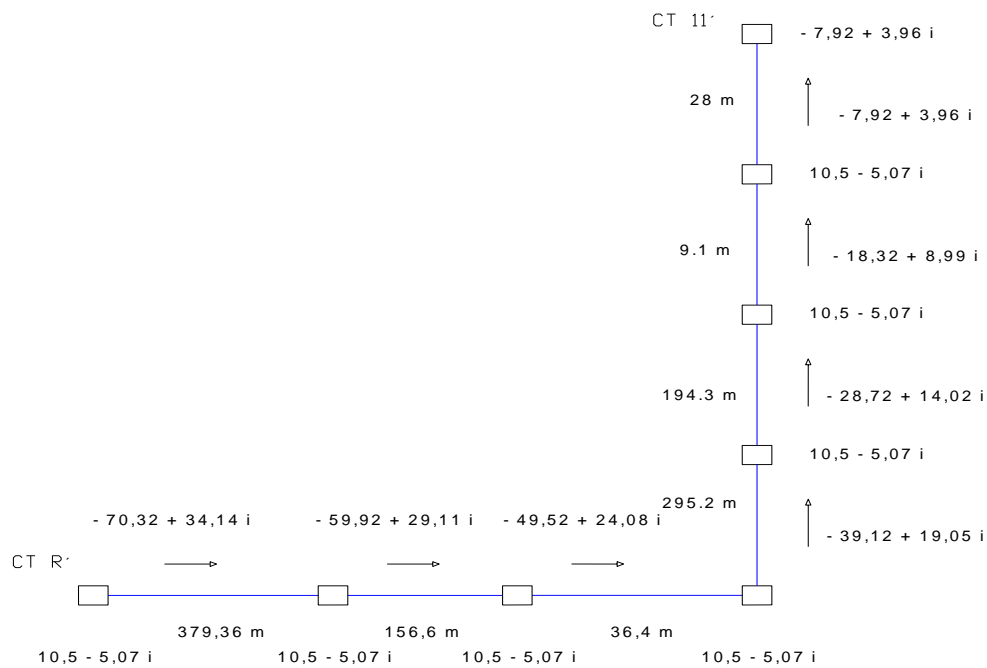
|   |       | $R \cdot I_a$ | $X \cdot I_r$ | $(R \cdot I_a) + (X \cdot I_r)$ |
|---|-------|---------------|---------------|---------------------------------|
| CT R  | CT 1  | 2,725         | 0,008         | 2,733                           |
| CT 1  | CT 2  | 3,628         | 0,011         | 3,639                           |
| CT 2  | CT 3  | 2,152         | 0,008         | 2,16                            |
| CT 3  | CT 4  | 0,784         | 0,004         | 0,788                           |
| CT 4  | CT 5  | 1,058         | 0,007         | 1,065                           |
| CT 5  | CT 6  | 0,043         | 0,00049       | 0,04349                         |
| CT 6  | CT 11 | 0,089         | 0,005         | 0,094                           |
| $\Delta U = \sqrt{3} \cdot \left\{ \sum (R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri}) \right\}$ |       |               |               | 10,52249                        |



$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 10,522 = 18,22 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{(U_0 - U_f)}{U_0} \cdot 100 = \frac{18,22}{20000} \cdot 100 = 0,09\% < 5\%$$

RAMA CT R' - CT 11'



|   |        | R·I <sub>a</sub> | X·I <sub>r</sub> | (R·I <sub>a</sub> )+(X·I <sub>r</sub> ) |
|---|--------|------------------|------------------|---|
| CT R'   | CT 13  | 8,208            | 0,113            | 8,321                                   |
| CT 13   | CT 10  | 2,865            | 0,046            | 2,911                                   |
| CT 10   | CT 12  | 0,551            | 0,011            | 0,562                                   |
| CT 12   | CT 9   | 3,568            | 0,086            | 3,654                                   |
| CT 9  | CT 8   | 1,726            | 0,056            | 1,782                                   |
| CT 8  | CT 7   | 0,061            | 0,003            | 0,064                                   |
| CT 7  | CT 11' | 0,071            | 0,008            | 0,079                                   |
| $\Delta U = \sqrt{3} \cdot \left\{ \sum (R_{Ti} \cdot I_{ai} + X_{Ti} \cdot I_{ri}) \right\}$ |        |                  |                  | 17,373 V                                |



$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 17,373 = 30,091 \text{ V}$$

$$\% \Delta U = \frac{(U_0 - U_f)}{U_0} \cdot 100 = \frac{30,091}{20000} \cdot 100 = 0,15\% < 5\%$$

#### 2.2.4.2. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

$$P \cdot L = \frac{U^2}{100 \cdot (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)} \cdot \% \Delta U$$

$$P \cdot L = \frac{20^2}{100 \cdot (0,277 + 0,11 \cdot 0,484)} \cdot 5 = 60,562 \text{ MW} \cdot \text{Km}$$

Longitud total del anillo de media tensión. 1,97636 Km

$$\frac{P \cdot L}{L} = \frac{60,562}{1,97636} = 30,643 \text{ MW}$$

#### 2.2.4.3. CORTOCIRCUITO

Para un conductor HEPR Z1 con temperatura de trabajo de 145°K, tenemos una densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito para 0,5 segundos de 126 A/mm<sup>2</sup>

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,1 \text{ KA}$$

$$\text{Sección}_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10,1 \cdot 10^3}{0,5145} = 49,25 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{válido}$$

$$I_{cc} = \delta \cdot S \rightarrow I_{cc} = 126 \cdot 150 \cdot 10^{-3} = 18,9 \text{ KA}$$





Cable HEPR 12/20 KV de 150 mm<sup>2</sup> para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0,5 s

$$I_{cc}(\text{adm})=31,9 \text{ KA} > I_{cc}=10,1 \text{ KA}$$

#### 2.2.4.4. RESULTADO CÁLCULOS

##### Tabla de resultados de cálculos

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Tipo de conductor                 | Al 12/20 KV HEPR Z1 3 x (1 x 150 mm <sup>2</sup> ) |
| Intensidad de corriente máxima    | 150.11 A   |
| Densidad máxima de corriente      | 1 A/mm <sup>2</sup>                                |
| Resistencia a 105°C               | 0,277 Ω/Km   |
| Reactancia                        | 0,110 Ω/Km   |
| Caída de tensión máxima           | 30,091 V → 0,15%                                   |
| Capacidad de transporte           | 60,562 MW·Km                                       |
| Potencia máxima de transporte     | 30,643 MW  |
| Corriente de cortocircuito máxima | 10,1 KA  |

#### 2.2.4.5. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS RAILES, VALLAS. CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, se encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará



una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

## 2.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 2.3.1. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400 KVA TIPO PFU

#### 2.3.1.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} \rightarrow I_P = 11,55 \text{ A}$$

Siendo:

$I_P$  → Intensidad primaria en amperios

$P$  → Potencia del transformador en KVA

$U_p$  → Tensión primaria en KV

#### 2.3.1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42} \rightarrow I_s = 549,86 \text{ A}$$

Siendo:

$I_s$  → Intensidad secundaria en amperios

$P$  → Potencia del transformador en KVA

$U_s$  → Tensión secundaria en vacio en KV (420 V)

#### 2.3.1.3. CORTOCIRCUITOS

Para calcular las intensidades que originan un cortocircuito, tendremos en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de media tensión, valor que especifica la compañía eléctrica.



### CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO:

La expresión para los cortocircuitos primarios que usamos es:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} \rightarrow I_{CCP} = 10,1 \text{ KA}$$

Siendo:

$I_{CCP}$  → Corriente de cortocircuito en KA

$S_{CC}$  → Potencia de cortocircuito de la red en MVA

$U_p$  → Tensión de servicio en KV

La expresión que se utiliza para los cortocircuitos secundarios es:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 420} \rightarrow I_{CCS} = 13,7 \text{ KA}$$

Siendo:

$I_{CCS}$  → Corriente de cortocircuito en KA

$P$  → Potencia del transformador en KVA

$E_{cc}$  → Tensión de cortocircuito del transformador en % (4%)

$U_s$  → Tensión en el secundario en V

### 2.3.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

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

### COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE:

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



### COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA:

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

$$I_{cc}(\text{din}) = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_P} = 10,1 \cdot 2,5 \rightarrow I_{cc}(\text{din}) = 25,3 \text{ KA}$$

### COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA:

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

$$I_{cc}(\text{ter}) = 10,1 \text{ KA}$$

### **2.3.1.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS**

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT.

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

#### TRANSFORMADOR:

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación. Los fusibles se seleccionan para:

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

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



posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es 25 A.

#### TERMÓMETRO:

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

#### PROTECCIONES EN BT:

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.1.3.

### **2.3.1.6. DIMENSIONADO DE PUENTES DE MEDIA TENSIÓN**

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

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

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### **2.3.1.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Siendo:

$S_r$  → Superficie mínima de las rejillas de entrada en m<sup>2</sup>

$W_{Cu}$  → Pérdidas en el cobre del transformador en KW

$W_{Fe}$  → Pérdidas en el hierro del transformador en KW

$K$  → Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada entre 0,35 y 0,40



$h$  → Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida en m

$\Delta T$  → Aumento de temperatura del aire en °C

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

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

9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 KVA

### 2.3.1.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

### 2.3.1.9. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

#### 2.3.1.9.1. PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-5/20

##### INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150  $\Omega \cdot m$ .

##### DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO:

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

##### Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.



### Tipo de protecciones.

Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

### INTENSIDAD MÁXIMA DE DEFECTO:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 25^2}} \rightarrow I_d = 461,88 \text{ A}$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad máxima calculada en A

$U_n$  → Tensión de servicio en V

$R_n$  → Resistencia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

$X_n$  → Reactancia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

Superior al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d\text{máx}} = 400 \text{ A}$$

### DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA:

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación.



CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA:

Características de la red de alimentación

Tensión de servicio.....  $U_r=20 \text{ KV}$

Puesta a tierra del neutro:

Reactancia del neutro.....  $X_n=25 \Omega$

Intensidad a tierra.....  $I_{d\text{máx}}=400 \text{ A}$

Resistencia del neutro.....  $R_n=0 \Omega$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

Tensión aislamiento de BT.....  $U_{BT}=10000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistividad del suelo.....  $\rho_s=150 \Omega \cdot \text{m}$

Resistividad del hormigón.....  $\rho_h=3000 \Omega \cdot \text{m}$

La resistencia máx. de la puesta a tierra de protección y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{BT} \rightarrow 230,94 \cdot 43,3 \leq 10000$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad de falta a tierra en A

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$U_{BT}$  → Tensión de aislamiento en baja tensión en V

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_T)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 43,3^2 + 25^2}} \rightarrow I_d = 230,94 \text{ A}$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad de falta a tierra en A

$U_n$  → Tensión de servicio en V

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$





$R_n$  → Resistencia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

$X_n$  → Reactancia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \Omega$$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{43,3}{150} \rightarrow K_r \leq 0,2887 \Omega / \Omega \cdot m$$

Siendo:

$K_r$  → Coeficiente del electrodo

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega \rho_s$

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Tablas:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Código de la configuración.....    | 70/25/5/42   |
| Geometría de la configuración..... | Anillo rectangular   |
| Distancia de la red.....           | 7,0 x 2.5 m  |
| Profundidad del electrodo.....     | 0,5 m  |
| Sección del conductor.....         | 50 mm <sup>2</sup>   |
| Nº de picas.....                   | 4  |
| Diámetro de pica.....              | 14 mm  |
| Longitud de pica.....              | 2 m  |
| Parámetros del electrodo.....      | $K_r = 0,084$ (Resistencia)                                      |
|                                    | $K_p = 0,0186 \text{ V} / \Omega \cdot m$ ( tensión de paso)     |
|                                    | $K_c = 0,0409 \text{ V} / \Omega \cdot m$ ( tensión de contacto) |



Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R'_t = \rho_s \cdot K_r \rightarrow R'_t = 150 \cdot 0,084 = 12,6 \Omega \rightarrow R'_t < R_t = 43,3 \Omega \rightarrow \text{Es válido}$$

La intensidad de defecto real:

$$I_d' = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}}$$

$$I_d' = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 12,6)^2 + 75^2}} = 151,83 \text{ A} \rightarrow I_d' < I_d = 461,88 \text{ A} \rightarrow \text{Es válido}$$

### CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio. La tensión de defecto vendrá dada por:



$$U_d' = R_t' \cdot I_d' \rightarrow U_d' = 12,6 \cdot 151,83 = 1913,06 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_d'$  → Tensión de defecto en V

$R_t'$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

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

$$U_c' = \rho_s \cdot K_c \cdot I_d' \rightarrow U_c' = 150 \cdot 0,0409 \cdot 151,83 = 931,48 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_c'$  → Tensión de paso en el acceso en V

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

$K_c$  → Coeficiente

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

### CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p' = \rho_s \cdot K_p \cdot I_d' \rightarrow U_p' = 150 \cdot 0,0186 \cdot 151,83 = 423,61 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_p'$  → Tensión de paso en el exterior en V

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

$K_p$  → Coeficiente

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A



Tensión de paso en el exterior:

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

$$U_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$\text{Paso de acceso} \rightarrow U_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_h}{1000} \right)$$

$$U_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) \rightarrow U_{p \text{ acc}} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de

Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$U_p' = 423,61 \text{ V} < U_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$U_c' = 931,48 \text{ V} < U_{p \text{ acc}} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$U_d' = 1913,06 \text{ V} < U_{BT} = 10000 \text{ V}$$



Intensidad de defecto:

$$I_a=50 \text{ A} < I_d'=151,83 \text{ A} < I_d=461,88 \text{ A}$$

### TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR

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

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

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

$$D \geq \frac{I_d' \cdot \rho_s}{2000 \cdot \pi} = \frac{151,83 \cdot 150}{2000 \cdot \pi} \rightarrow D \geq 3,62 \text{ m en el CT}$$

Siendo:

D → Distancia mínima de separación en m

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

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

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

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Identificación.....                | 8/22            |
| Geometría de la configuración..... | Picas alineadas |
| Número de picas.....               | 2               |
| Separación entre picas.....        | 3 m             |
| Longitud de picas.....             | 2 m             |
| Profundidad de las picas.....      | 0,8 m           |

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$K_r=0,194$  (Resiotenancia )

$K_c=0,0253 \text{ V}/\Omega \cdot m$  (tensión de contacto )



El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA.

Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37  $\Omega$ .

$$R_{tserv} = K_r \cdot \rho_s = 0,194 \cdot 150 \rightarrow R_{tserv} = 29,1 \Omega < 37 \Omega$$

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

### CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado. Para que no aparezcan tensiones de contacto superiores a las admitidas, se adoptarán las siguientes medidas:

- Instalación de un mallazo cubierto por una capa de hormigón conectado a la p.a.t. de protección del centro de transformación.
- Las puertas y rejillas que dan al exterior del CT no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo al Método de Cálculo de Tierras, con valores de "K<sub>r</sub>" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

### **2.3.1.9.2. PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-3/20**

#### INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150  $\Omega \cdot m$ .



DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO:

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

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones

Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

INTENSIDAD MÁXIMA DE DEFECTO:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \cdot \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0+25^2}} = \rightarrow I_d = 461,88 \text{ A}$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad máxima calculada en A

$U_n$  → Tensión de servicio en V

$R_n$  → Resistencia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

$X_n$  → Reactancia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

Superior al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$I_{d\text{máx}} = 400 \text{ A}$



DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA:

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA:

Características de la red de alimentación

Tensión de servicio.....  $U_r=20 \text{ KV}$

Puesta a tierra del neutro:

Reactancia del neutro.....  $X_n=25 \Omega$   
Intensidad a tierra.....  $I_{dm\acute{a}x}=400 \text{ A}$   
Resistencia del neutro.....  $R_n=0 \Omega$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

Tensión aislamiento de BT.....  $U_{BT}=10000 \text{ V}$

Características del terreno:

Resistividad del suelo.....  $\rho_s=150 \Omega \cdot \text{m}$   
Resistividad del hormigón.....  $\rho_h=3000 \Omega \cdot \text{m}$

La resistencia máx. de la puesta a tierra de protección y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{BT} \rightarrow 230,94 \cdot 43,3 \leq 10000$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad de falta a tierra en A

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$U_{BT}$  → Tensión de aislamiento en baja tensión en V

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n + R_t^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 43,3^2 + 25^2}} \rightarrow I_d = 230,94 \text{ A}$$





Siendo:

$I_d$  → Intensidad de falta a tierra en A

$U_n$  → Tensión de servicio en V

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$R_n$  → Resistencia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

$X_n$  → Reactancia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \Omega$$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{43,3}{150} \rightarrow K_r \leq 0,2887 \Omega/\Omega \cdot m$$

Siendo:  $K_r$  → Coeficiente del electrodo

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$



La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Tablas:

|                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Código de la configuración.....    | 30/35/5/42                        |
| Geometría de la configuración..... | Anillo rectangular                |
| Distancia de la red.....           | 3,0 x 3,5 m                       |
| Profundidad del electrodo.....     | 0,5 m                             |
| Sección del conductor.....         | 50 mm <sup>2</sup>                |
| Nº de picas.....                   | 4                                 |
| Diámetro de pica.....              | 14 mm                             |
| Longitud de pica.....              | 2 m                               |
| Parámetros del electrodo.....      | Kr=0,105 Resistencia              |
|                                    | Kp=0,0244 V/Ω·m tensión de paso   |
|                                    | Kc=0,0532VΩ·m tensión de contacto |

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.

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

$$R_t' = \rho_s \cdot K_r \rightarrow R_t' = 150 \cdot 0,105 = 15,75 \Omega \rightarrow R_t' < R_t = 43,3 \Omega \rightarrow \text{Es válido}$$



La intensidad de defecto real:

$$I_{d'} = \frac{Un}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}}$$

$$I_{d'} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 15,75^2 + 75^2}} = 150,67 \text{ A} \rightarrow I_{d'} < I_{d0} = 461,88 \text{ A} \rightarrow \text{Es válido}$$

### CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$U_{d'} = R_t' \cdot I_{d'} \rightarrow U_{d'} = 15,75 \cdot 150,67 = 2373,05 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_{d'}$  → Tensión de defecto en V

$R_t'$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$I_{d'}$  → Intensidad de defecto en A

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

$$U_{c'} = \rho_s \cdot K_c \cdot I_{d'} \rightarrow U_{c'} = 150 \cdot 0,0532 \cdot 150,67 = 1202,35 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_{c'}$  → Tensión de paso en el acceso en V

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot \text{m}$



$K_c$  → Coeficiente

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

### CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

Tensión de paso en el exterior:

$$U_{p'} = \rho_s \cdot K_p \cdot I_d' \rightarrow U_{p'} = 150 \cdot 0,0244 \cdot 150,67 = 551,45 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_{p'}$  → Tensión de paso en el exterior en V

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

$K_p$  → Coeficiente

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

Tensión de paso en el exterior:

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

$$U_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot 150}{1000} \right) = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:



$$\text{Paso de acceso} \rightarrow U_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_h}{1000} \right)$$

$$U_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) \rightarrow U_{p \text{ acc}} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de

Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$U_{p'} = 551,45 \text{ V} < U_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$U_{c'} = 1202,35 \text{ V} < U_{p \text{ acc}} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$U_{d'} = 2373,05 \text{ V} < U_{BT} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_{d'} = 150,67 \text{ A} < I_d = 461,88 \text{ A}$$

## TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR

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



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

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

$$D \geq \frac{I_d' \cdot \rho_s}{2000 \cdot \pi} = \frac{150,67 \cdot 150}{2000 \cdot \pi} \rightarrow D \geq 3,60 \text{ m en el CT}$$

Siendo:

D → Distancia mínima de separación en m

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot \text{m}$

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

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

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Identificación.....                | 8/22            |
| Geometría de la configuración..... | Picas alineadas |
| Número de picas.....               | 2               |
| Longitud picas.....                | 2 m             |
| Separación entre picas.....        | 3 m             |
| Profundidad de las picas.....      | 0,8 m           |

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$K_r = 0,194$  (Resistencia)

$K_c = 0,0253 \text{ V}/\Omega \cdot \text{m}$  (tensión de contacto)

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA.

Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37  $\Omega$ .

$$R_{\text{tserv}} = K_r \cdot \rho_s = 0,194 \cdot 150 \rightarrow R_{\text{tserv}} = 29,1 \Omega < 37 \Omega$$



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

### CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

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

Para que no aparezcan tensiones de contacto superiores a las admitidas, se adoptarán las siguientes medidas:

- Instalación de un mallazo cubierto por una capa de hormigón conectado a la p.a.t. de protección del centro de transformación.

- Las puertas y rejillas que dan al exterior del CT no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo al Método de Cálculo de Tierras, con valores de "K<sub>r</sub>" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## 2.3.2. CÁLCULO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE 400 KVA TIPO MINIBLOCK

### 2.3.2.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} \rightarrow I_P = 11,55 \text{ A}$$

Siendo:

$I_P$  → Intensidad primaria en amperios

$P$  → Potencia del transformador en KVA

$U_p$  → Tensión primaria en KV



### 2.3.2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42} \rightarrow I_s = 549,86 \text{ A}$$

Siendo:

$I_s$  → Intensidad secundaria en amperios

$P$  → Potencia del transformador en KVA

$U_s$  → Tensión secundaria en vacío en KV (420 V)

### 2.3.2.3. CORTOCIRCUITOS

Para calcular las intensidades que originan un cortocircuito, tendremos en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de media tensión, valor que especifica la compañía eléctrica.

#### CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO:

La expresión para los cortocircuitos primarios que usamos es:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} \rightarrow I_{CCP} = 10,1 \text{ KA}$$

Siendo:

$I_{CCP}$  → Corriente de cortocircuito en KA

$S_{CC}$  → Potencia de cortocircuito de la red en MVA

$U_p$  → Tensión de servicio en KV

La expresión que se utiliza para los cortocircuitos secundarios es:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 420} \rightarrow I_{CCS} = 13,7 \text{ KA}$$





Siendo:

$I_{ccs}$  → Corriente de cortocircuito en KA

$P$  → Potencia del transformador en KVA

$E_{cc}$  → Tensión de cortocircuito del transformador en % (4%)

$U_s$  → Tensión en el secundario en V

#### 2.3.2.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

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

##### COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE:

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

##### COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA:

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

$$I_{CC(din)} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_P} \cdot 2,5 = 10,1 \cdot 2,5 \rightarrow I_{CC(din)} = 25,3 \text{ KA}$$

##### COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA:

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

$$I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ KA}$$



### 2.3.2.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT.

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

#### TRANSFORMADOR:

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos. Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación. Los fusibles se seleccionan para:

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es 25 A.

#### TERMÓMETRO:

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

#### PROTECCIONES EN BT:

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.2.3.



### 2.3.2.6. DIMENSIONADO DE PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

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

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

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### 2.3.2.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Siendo:

$S_r$  → Superficie mínima de las rejillas de entrada en m<sup>2</sup>

$W_{Cu}$  → Pérdidas en el cobre del transformador en KW

$W_{Fe}$  → Pérdidas en el hierro del transformador en KW

$K$  → Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada entre 0,35 y 0,40

$h$  → Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida en m

$\Delta T$  → Aumento de temperatura del aire en °C

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de ORMAZABAL, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

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

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 KVA



### 2.3.2.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 400 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

### 2.3.2.9. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

#### INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO:

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 350  $\Omega \cdot m$ .

#### DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO:

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

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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



INTENSIDAD MÁXIMA DE DEFECTO:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 25^2}} \rightarrow I_d = 461,88 \text{ A}$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad máxima calculada en A

$U_n$  → Tensión de servicio en V

$R_n$  → Resistencia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

$X_n$  → Reactancia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

Superior al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d\text{máx}} = 500 \text{ A}$$

DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA:

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA:

Características de la red de alimentación

Tensión de servicio.....  $U_r = 20 \text{ KV}$

Puesta a tierra del neutro:

Reactancia del neutro.....  $X_n = 25 \Omega$

Intensidad a tierra.....  $I_{d\text{máx}} = 500 \text{ A}$

Resistencia del neutro.....  $R_n = 0 \Omega$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

Tensión aislamiento de BT.....  $U_{BT} = 10000 \text{ V}$



Características del terreno:

Resistividad del suelo.....  $\rho_s=350 \Omega \cdot m$   
Resistividad del hormigón.....  $\rho_h=3000 \Omega \cdot m$

La resistencia máx. de la puesta a tierra de protección y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq U_{BT} \rightarrow 230,94 \cdot 43,3 \leq 10000$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad de falta a tierra en A

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$U_{BT}$  → Tensión de aislamiento en baja tensión en V

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 43,3^2 + 25^2}} \rightarrow I_d = 230,94 \text{ A}$$

Siendo:

$I_d$  → Intensidad de falta a tierra en A

$U_n$  → Tensión de servicio en V

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$R_n$  → Resistencia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

$X_n$  → Reactancia de puesta a tierra del neutro en  $\Omega$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 43,3 \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro. Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:  $K_r \leq R_t \rho_s = 43,3350 \rightarrow K_r \leq 0,1237 \Omega \cdot m$



$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho_s} = \frac{43,3}{350} \rightarrow K_r \leq 0,1237 \Omega/\Omega \cdot m$$

Siendo:

$K_r$  → Coeficiente del electrodo

$R_t$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega\rho_s$

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Tablas:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Código de la configuración.....    | 30/30/5/42   |
| Geometría de la configuración..... | Anillo cuadrado  |
| Distancia de la red.....           | 3,0 x 3,0 m  |
| Profundidad del electrodo.....     | 0,5 m  |
| Sección del conductor.....         | 50 mm <sup>2</sup>                                     |
| Nº de picas.....                   | 4  |
| Diámetro de pica.....              | 14 mm  |
| Longitud de pica.....              | 2 m  |
| Parámetros del electrodo.....      | $K_r=0,110$ (Resistencia)                              |
|                                    | $K_p=0,0258$ V/ $\Omega \cdot m$ (tensión de paso)     |
|                                    | $K_c=0,0563$ V/ $\Omega \cdot m$ (tensión de contacto) |

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto. Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.
- Alrededor del edificio de maniobra exterior se colocará una acera perimetral de 1 m de ancho con un espesor suficiente para evitar tensiones de contacto cuando se maniobran los equipos desde el exterior.



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

$$R_t' = \rho_s \cdot K_r \rightarrow R_t' = 350 \cdot 0,110 = 38,5 \Omega \rightarrow R_t' < R_t = 43,3 \Omega \rightarrow \text{Es válido}$$

La intensidad de defecto real:

$$I_d' = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t')^2 + X_n^2}}$$

$$I_d' = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 38,5^2 + 25^2}} = 251,54 \text{ A} \rightarrow I_d' < I_d = 461,88 \text{ A} \rightarrow \text{Es válido}$$

#### CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, es necesario una acera perimetral, en la cual no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto desde esta acera con el interior, ya que éstas son prácticamente nulas. Se considera que la acera perimetral es parte del edificio.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$U_{d'} = R_t' \cdot I_d' \rightarrow U_{d'} = 38,5 \cdot 251,54 = 9684,29 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_{d'}$  → Tensión de defecto en V

$R_t'$  → Resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A





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

$$U_c' = \rho_s \cdot K_c \cdot I_d' \rightarrow U_c' = 350 \cdot 0,0563 \cdot 251,54 = 4956,6 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_c'$  → Tensión de paso en el acceso en V

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

$K_c$  → Coeficiente

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

#### CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

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

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p' = \rho_s \cdot K_p \cdot I_d' \rightarrow U_p' = 350 \cdot 0,0258 \cdot 251,54 = 2271,41 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$U_p'$  → Tensión de paso en el exterior en V

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

$K_p$  → Coeficiente

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

Tensión de paso en el exterior:



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

$$U_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot 350}{1000} \right) = 3188,57 \text{ V}$$

Siendo:

$U_p$  → Tensión admisible de paso en el exterior en V

$K$  → Coeficiente 72

$t$  → Tiempo total de duración de la falta 0,7 s

$n$  → Coeficiente 1

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$\text{Paso de acceso} \rightarrow U_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_h}{1000} \right)$$

$$U_{p \text{ acc}} = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot 350 + 3 \cdot 3000}{1000} \right) \rightarrow U_{p \text{ acc}} = 11365,71 \text{ V}$$

Siendo:

$U_{p \text{ acc}}$  → Tensión admisible de paso de acceso al edificio en V

$K$  → Coeficiente 72

$t$  → Tiempo total de duración de la falta 0,7 s

$n$  → Coeficiente 1

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$

$\rho_h$  → Resistividad del hormigón en  $\Omega \cdot m$



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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$U_p' = 2271,41 \text{ V} < U_p = 3188,57 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$U_c' = 4956,6 \text{ V} < U_{p \text{ acc}} = 11365,71 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$U_d' = 9684,29 \text{ V} < U_{BT} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d' = 251,54 \text{ A} < I_d = 461,88 \text{ A}$$

#### TENSIONES TRANSFERIDAS AL EXTERIOR

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

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

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

$$D \geq \frac{I_d' \cdot \rho_s}{2000 \cdot \pi} = \frac{251,54 \cdot 350}{2000 \cdot \pi} \rightarrow D \geq 14,01 \text{ m en el CT}$$

Siendo:

D → Distancia mínima de separación en m

$I_d'$  → Intensidad de defecto en A

$\rho_s$  → Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot \text{m}$



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

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

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Identificación.....                | 8/42            |
| Geometría de la configuración..... | Picas alineadas |
| Número de picas.....               | 4               |
| Longitud de picas.....             | 2 m             |
| Separación entre picas.....        | 3 m             |
| Profundidad de las picas.....      | 0,8 m           |

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$K_r=0,1$  (Resistencia)

$K_c= 0,0127 \text{ V}/\Omega \cdot \text{m}$  (tensión de contacto)

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA.

Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37  $\Omega$ .

$$R_{tserv} = K_r \cdot \rho_s = 0,1 \cdot 350 \rightarrow R_{tserv} = 35 \Omega < 37\Omega$$

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

## CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado. Para que no aparezcan tensiones de contacto superiores a las admitidas, se adoptarán las siguientes medidas:

- Instalación de un mallazo cubierto por una capa de hormigón conectado a la p.a.t. de protección del centro de transformación.

- Las puertas y rejillas que dan al exterior del CT no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.



No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo al Método de Cálculo de Tierras, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Fecha: Murcia, Febrero de 2.015

Firmado: Eduardo Javier Martinez Marin.

Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad



INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
P.F.C. ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO RESIDENCIAL



# PROYECTO FIN DE CARRERA

## Electrificación de Polígono Residencial

### DOCUMENTO Nº3

# PLIEGO DE CONDICIONES

Titulación: I.T.I. ESP. ELECTRICIDAD  
Alumno: EDUARDO JAVIER MARTINEZ MARIN  
Directores: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

MURCIA FEBRERO DE 2015



## 3. PLIEGO DE CONDICIONES

### 3.1. CONDICIONES GENERALES

#### 3.1.1. ALCANCE

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de Media y Baja Tensión, además de la instalación de los Centros de Transformación. El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición de la instalación del trabajo.

#### 3.1.2. REGLAMENTO Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal. Se adaptarán además a las condiciones particulares impuestas por la empresa distribuidora de energía eléctrica. El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones. El Contratista deberá estar clasificado, según el orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### 3.1.3. EJECUCIÓN DE OBRAS

##### 3.1.3.1. COMIENZO

El Contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma. El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

##### 3.1.3.2. PLAZO DE EJECUCIÓN

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.



Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

#### 3.1.3.3. LIBRO DE ÓRDENES

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

#### 3.1.4. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

#### 3.1.5. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

#### 3.1.6. MODIFICACIONES

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del Proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato.





El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

### 3.1.7. OBRA DEFECTUOSA

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

### 3.1.8. MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección de sus operarios.

### 3.1.9. CONSERVACIÓN DE OBRAS

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### 3.1.10. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.1.10.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder la recepción provisional.



#### 3.1.10.2. PLAZO DE GARANTIA

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien en el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

#### 3.1.10.3. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

#### 3.1.10.4. MODO DE CONTRATACIÓN

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

#### 3.1.10.5. PRESENTACIÓN

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 4 de Junio del 2012 en el domicilio del propietario.

#### 3.1.10.6. SELECCIÓN

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo con el propietario y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

#### 3.1.11. FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada. De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.



## 3.2. CONDICIONES ECONÓMICAS

### 3.2.1. ABONO DE LA OBRA

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

### 3.2.2. PRECIOS

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

### 3.2.3. REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

### 3.2.4. PENALIZACIONES

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

### 3.2.5. CONTRATO

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.



### 3.2.6. RESPONSABILIDADES

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### 3.2.7. RESCISIÓN DE CONTRATO

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primera: muerte o incapacidad del Contratista.
  
- Segunda: la quiebra del Contratista.
  
- Tercera: modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
  
- Cuarta: modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
  
- Quinta: la no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
  
- Sexta: la suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
  
- Séptima: incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe.
  
- Octava: terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
  
- Novena: actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
  
- Décima: destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.



### 3.2.8. LIQUIDACIÓN

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

## 3.3. CONDICIONES FACULTATIVAS

### 3.3.1. NORMAS A SEGUIR

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones complementarias.
  - Normas UNE.
  - Publicaciones del comité electrotécnico internacional (CEI).
  - Plan nacional y ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
  - Normas de la compañía suministradora (IBERDROLA).
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

### 3.3.2. PERSONAL

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra. El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales será de reconocida aptitud y experimentados en el oficio.

El Contratista estará obligada separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.



### 3.4. PLIEGO DE CONDICIONES DE BAJA TENSIÓN

#### 3.4.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

##### 3.4.1.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos XZ1(S), de las características siguientes: Cable tipo: XZ1(S)

- Conductor..... Aluminio
  
- Secciones..... 50 - 95 - 150 y 240 mm<sup>2</sup>
  
- Tensión asignada.....0,6/1 kV
  
- Aislamiento..... Mezcla de polietileno reticulado (XLPE)
  
- Cubierta.....Polioléfina Ignifugada

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro. Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. La utilización de las diferentes secciones será la siguiente:

- Las secciones de 150 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup> se utilizaran en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.



- La sección de 95 mm<sup>2</sup>, se utilizara como neutro de la sección de 150 mm<sup>2</sup> línea de derivación de la red general y acometidas.

- La sección de 50 mm<sup>2</sup>, solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm<sup>2</sup> y acometidas individuales.

| Tipo constructivo | Tensión nominal (kV) | Sección mm <sup>2</sup> | Nº mínimo alambres | Suministro Long 2% (m) | Tipo bobina UNE 21 167-1 | Código  |
|-------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|---------|
| RV                | 0,6 / 1              | 50                      | 6                  | 1600                   | 10                       | 5631225 |
|                   |                      | 95                      | 15                 | 950                    | 10                       | 5631235 |
|                   |                      | 150                     | 15                 | 1100                   | 12                       | 5631245 |
|                   |                      | 240                     | 30                 | 750                    | 12                       | 5631255 |

La constitución del cable será la siguiente:

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:



-Nombre del fabricante.

- Designación completa.

- Año de fabricación (dos últimas cifras).



- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).  
La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

#### TENDIDO DE LOS CABLES:

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm<sup>2</sup>. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.





No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones termo-retráctiles o cintas auto-vulcanizadas para impedir los efectos de la humedad, no dejándose los extremos de los cables en la zanja sin haber asegurado antes la buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 50 cm.

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

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería a dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

Antes de pasar el cable por una canalización entubada, se limpiará la misma para evitar que queden salientes que puedan dañarlos.

En las entradas de los tubulares se evitará que el cable roce el borde de los mismos.

Para los cruces 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. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

#### PROTECCIÓN MECÁNICA Y DE SOBREENSIDAD PROTECCIÓN MECÁNICA

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas en eventuales trabajos de excavación.

Para señalar la existencia de las mismas y protegerlas, a la vez, se colocará encima de la capa de arena, una placa de protección y/o tubo.

La anchura se incrementará hasta cubrir todas las cuaternas en caso de haber más de una.

#### PROTECCIÓN DE SOBREENSIDAD

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos. Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas,



mediante fusibles de la clase gG se indica en el siguiente cuadro la intensidad nominal del mismo

| <b>Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados</b> |     |     |     |      |      |      |
|--|-----|-----|-----|------|------|------|
| Icc I máxima   | 580 | 715 | 950 | 1250 | 1650 | 2200 |
| Fusibles "gG"<br>Calibre In (A)  | 100 | 125 | 160 | 200  | 250  | 315  |
| 4 x 50 Al  | 192 | 156 | 117 | 89   | 67   | 51   |
| 3 x 95 + 1 x 50 Al   | 255 | 207 | 156 | 118  | 90   | 67   |
| 3 x 150 + 1 x 95 Al  | 458 | 371 | 280 | 212  | 161  | 121  |
| 3 x 240 + 1 x 150 Al   | 702 | 570 | 429 | 326  | 247  | 185  |

*Línea no protegida contra sobrecargas*

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

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

#### SEÑALIZACION

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección.

Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

#### EMPALMES Y TERMINALES

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.



La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

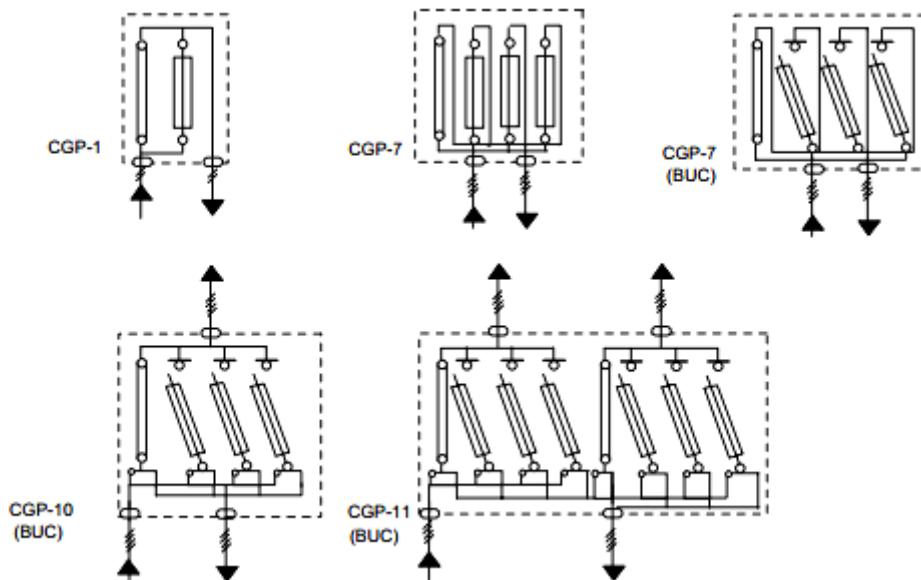
Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

### CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.





En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Tabla 1

Tipos de CGP normalizadas, características esenciales y códigos

| Designación        | Cortacircuitos fusibles |            |             | Utilización            | Códigos |
|--------------------|-------------------------|------------|-------------|------------------------|---------|
|                    | Bases                   |            | Fusibles    |                        |         |
|                    | Número                  | Tamaño     | I máx.<br>A |                        |         |
| CGP-1-100          | 1                       | 22x58      | 80*         | Exterior               | 7650003 |
| CGP-7-100          | 3                       | 22x58      | 80*         | Exterior               | 7650007 |
| CGP-7-160          | 3                       | 00**       | 160         | Exterior               | 7650008 |
| CGP-7-250/BUC      | 3                       | 1<br>(BUC) | 250         | Exterior /<br>interior | 7650010 |
| CGP-7-400/BUC      | 3                       | 1<br>(BUC) | 400         | Exterior /<br>interior | 7650011 |
| CGP-10-250/BUC     | 3                       | 1<br>(BUC) | 250         | Interior               | 7650018 |
| CGP-11-250/250/BUC | 3/3                     | 1<br>(BUC) | 250         | Interior               | 7650019 |

Las características técnicas de las CGP son:

- Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.
- Las conexiones eléctricas se efectúan con tornillería de acero inoxidable.
- Tornillos de acero inoxidable embutidos en las pletinas de entrada y salida de abonado, para el conexionado de terminales bimetálicos hasta 240 mm<sup>2</sup>.
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Ni 76.50.04 Cajas de Seccionamiento con bases fusibles, tipo cuchillas, con dispositivo extintor de arco, para redes subterráneas de Baja Tensión.



## CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CGPM)

Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las características técnicas de las CPM son:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, color gris RAL 7035, resistente al calor anormal o fuego, según UNE EN 60 695-2-1/0.

- Grado de protección IP43 en envoltentes empotrables e IP55 en envoltentes de intemperie, según UNE 20 324.

- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envoltentes empotrables e IK10 en envoltentes de intemperie, según UNE EN 50 102.

- Clase térmica A, según UNE 21 305.

- Gran resistencia a la corrosión y a los rayos ultravioletas.

- Autoventilación por convección natural sin reducir el grado de protección indicado.

- Ventanillas para lectura de los aparatos de medida opcionales, en policarbonato transparente estabilizado contra la acción de los rayos ultravioleta (U.V.).

- Puerta con bisagras, de apertura superior a 100°.

- Placa precintable, aislante y transparente de policarbonato.

- Panel de poliéster troquelado para fijación de equipos de medida.

- Tornillería de fijación de latón, imperdible y desplazable por el ranurado del panel.

## ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN

Su utilización será para ir en conjunto con las cajas generales de protección y medida, ya que estas no admiten la sección del cable proyectado en los anillos.



Serán las de tipo Maxinter CS-250/400-E.

Las características técnicas son:

- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.

#### 3.4.1.2. ACCESORIOS

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

#### 3.4.1.3. MEDIDAS ELÉCTRICAS

Una vez terminadas las obras, se realizarán las medidas eléctricas correspondientes de: puesta a tierra del neutro de la instalación para comprobar su buen funcionamiento y corregirlo en caso contrario; también se comprobará la continuidad de los conductores para localizar posibles fallos que se hayan producido en su tendido; y por último se medirán las tensiones entre fases, y entre fases y neutro al inicio y al final de la instalación para comprobar que estas se encuentran dentro de los límites impuestos.

#### 3.4.1.4. OBRA CIVIL

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera y cruce de calles) por donde discurrirán las distintas líneas, los tipos de zanjas se describen en el siguiente apartado en el cual veremos distintas disposiciones según el número de conductores a introducir en ellas.

#### 3.4.1.5. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.

Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.



Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

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

Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubre-cables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubre-cables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con



un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### 3.4.2. NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra. El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.





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

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

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

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

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

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.

El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

### 3.4.3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.



Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional. Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases, y entre fases y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el relleno y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

#### 3.4.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Para el uso de las instalaciones, primero éstas habrán tenido que pasar sus respectivas revisiones y pruebas para comprobar su correcto funcionamiento; el mantenimiento de las mismas será realizado por la empresa suministradora de energía ateniéndose a toda la reglamentación respectiva al tipo de instalación proyectada; la seguridad para las personas encargadas de la ejecución y mantenimiento de las instalaciones será la emitida en los siguientes documentos:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 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.



- R.D. 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.

#### 3.4.5. REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIODICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE LOS INSTALADORES, MANTENEDORES Y ORGANISMOS DE CONTROL

Generalmente, asumimos que la instalación eléctrica es un tipo de instalación que una vez realizada y puesta en funcionamiento, no precisa más cuidados que un mantenimiento sustitutivo de los elementos fungibles (fusibles, lámparas, relés, etc.).

Las instalaciones eléctricas y, especialmente, los elementos de protección contra contactos eléctricos, requieren de un proceso de revisión periódica que permita conocer el estado de los equipos y subsanar las faltas, averías o fallos en los mismos.

### 3.5. PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

#### 3.5.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN

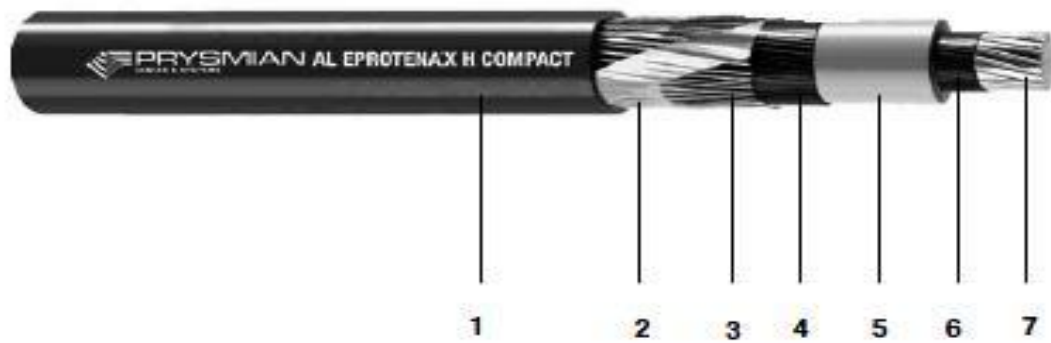
Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales. Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

##### 3.5.1.1. CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES

Se utilizarán conductores de aluminio de la marca Prysmian del tipo: AL EPROTENAX-H COMPACT 12/20 KV de sección 150 mm<sup>2</sup> La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



Tipo: AL HEPRZ1  
Tensión: 12/20 KV, 18/30 KV  
Norma de diseño: UNE HD 620-9E

Siendo:

1. Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).
2. Separador: Cinta de poliéster.
3. Pantalla metálica: Hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm<sup>2</sup> ó 25 mm<sup>2</sup>.
4. Semiconductora externa: Capa extrusionada de material conductor separable en frío.
5. Aislamiento: Etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).
6. Semiconductora interna: Capa extrusionada de material conductor.
7. Conductor: Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.

El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado "triple extrusión", éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).



La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductor a extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductor a extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
  
- Designación completa del cable.
  
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
  
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
  
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.



## TENDIDO DE LOS CABLES

### MANEJO Y PREPARACIÓN DE LAS BOBINAS

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

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

### TENDIDO DE CABLES EN ZANJA

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por  $\text{mm}^2$  de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a  $5 \text{ kg/mm}^2$  para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.



Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.



Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

#### TENDIDO DE CABLES EN TUBULARES

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.





## EMPALMES

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

## TERMINALES:

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

## TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

### 3.5.1.2. ACCESORIOS

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

### **3.5.1.3. ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud.



Si ha habido la posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.

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

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

Encima irá otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm Ø, según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.



Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm  $\varnothing$  aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zavorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### 3.5.2. NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora (Iberdrola).

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que



le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Corresponderá al Contratista la responsabilidad de la ejecución de las instalaciones que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuáles serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

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

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales, cuidando de no afectar a las cimentaciones de los mismos.

Antes de comenzar los trabajos de apertura de zanjas, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas existentes, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Antes de proceder a la apertura de zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

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

Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

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

La zona de trabajo estará adecuadamente vallada, y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de iluminación nocturna en ámbar rojo.



El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada mediante letreros normalizados por los ayuntamientos.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de los viandantes, automovilistas y personal de la obra. Las señales de tránsito a disponer serán, como mínimo, las exigidas por el código de circulación y las ordenanzas vigentes.

### 3.6. PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### 3.6.1. CALIDADES DE LOS MATERIALES

##### 3.6.1.1. OBRA CIVIL

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

##### 3.6.1.2. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.



### 3.6.1.3. TRANSFORMADORES

El transformador o transformadores instalados en los Centros de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### 3.6.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA

Al tratarse de Centros para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

#### PUESTA EN SERVICIO:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

Primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas. Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

#### SEPARACIÓN DE SERVICIO:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

#### MANTENIMIENTO:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificación de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.



Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamento interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

### 3.6.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### 3.6.3. REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminadas su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

### 3.6.4. CONDICIONES DE USO MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente. Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

### 3.6.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.



- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

### 3.6.6. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

### 3.7. PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se redacta este Pliego en cumplimiento del artículo 5.2.b del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Se refiere este Pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, en particular, a la definición de la organización preventiva que corresponde al contratista y, en su caso, a los subcontratistas de la obra y a sus actuaciones preventivas, así como a la definición de las prescripciones técnicas que deben cumplir los sistemas y equipos de protección que hayan de utilizarse en las obras, formando parte o no de equipos y máquinas de trabajo.

Dadas las características de las condiciones a regular, el contenido de este Pliego se encuentra sustancialmente complementado con las definiciones efectuadas en la Memoria de este Estudio de Seguridad y Salud, en todo lo que se refiere a características técnicas preventivas a cumplir por los equipos de trabajo y máquinas, así como por los sistemas y equipos de protección personal y colectiva a utilizar, su composición, transporte, almacenamiento y reposición, según corresponda.

En estas circunstancias, el contenido normativo de este Pliego ha de considerarse ampliado con las previsiones técnicas de la Memoria, formando ambos documentos un sólo conjunto de prescripciones exigibles durante la ejecución de la obra.

#### 3.7.1. LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES

El cuerpo legal y normativo de obligado cumplimiento está constituido por diversas normas de muy variadas condición y rango, actualmente condicionadas por la situación de vigencias que deriva de la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, excepto en lo que se refiere a los reglamentos dictados en desarrollo directo de dicha Ley que, obviamente, están





plenamente vigentes y condicionan o derogan, a su vez, otros textos normativos precedentes. Con todo, el marco normativo vigente, propio de Prevención de Riesgos Laborales en el ámbito del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se concreta del modo siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. 31-01-97)
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B.O.E. 01-05-98)
- Desarrollo del Reglamento de los Servicios de Prevención (O.M. de 27-06-97, B.O.E. 04-07-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril))



- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
  
  - Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)
  
  - Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)
  
  - Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de técnico de riesgos laborales.
  
  - Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
  
  - 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 ITC LAT 01 a 09.
  
  - 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.
- Junto a las anteriores, que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, debe considerarse un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos. Entre ellas, cabe citar las siguientes:
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 09-03-71, B.O.E. 16-03-71; vigente el capítulo 6 del título II)
  
  - Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, B.O.E. 09-09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.2.
  
  - Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. 28-12-92)



- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02-11-89)

- Orden de 31 de octubre de 1984, (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo por amianto.

- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción

Además, han de considerarse otras normas de carácter preventivo con origen en otros Departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, y con diferente carácter de aplicabilidad, ya como normas propiamente dichas, ya como referencias técnicas de interés, a saber:

- Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio, B.O.E. 26-07-92)

- Real Decreto 474/1.988, de 30 de marzo, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (B.O.E. 20-05-88)

- Real Decreto 1495/1.986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) y Reales Decretos 590/1.989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1.991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.

- O.M. de 07-04-88, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Reglamentaria MSG-SM1, del Reglamento de Seguridad de las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (B.O.E. 15-04-88).

- Real Decreto 1435/1.992, sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre Máquinas (B.O.E. 11-12-92).

- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, que modifica el anterior 1435/1992.

- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (B.O.E. 11-12-85) e instrucciones técnicas complementarias en lo que pueda quedar vigente.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002 e Instrucciones técnicas complementarias

- Decreto 3115/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (B.O.E. 27-12-68)



- Real Decreto 245/1.989 sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-89) y Real Decreto 71/1.992, por el que se amplía el ámbito de aplicación del anterior, así como Órdenes de desarrollo.
  
- Real Decreto 2114/1.978, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (B.O.E. 07-09-78).
  
- Real Decreto 1389/1.997, por el que se establecen disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (B.O.E. 07-10-97).
  
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Fomento, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes.
  
- Normas de determinadas Comunidades Autónomas, vigentes en las obras en su territorio, que pueden servir de referencia para las obras realizadas en los territorios de otras comunidades. Destacan las relativas a los Andamios tubulares (p.ej.: Orden 2988/1988, de 30 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid), a las Grúas (p.ej.: Orden 2243/1997, sobre grúas torre desmontables, de 28 de julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid y Orden
  
- 7881/1988, de la misma, sobre el carné de Operador de grúas y normas complementarias por Orden 7219/1999, de 11 de octubre), etc.
  
- Diversas normas competenciales, reguladoras de procedimientos administrativos y registros que pueden resultar aplicables a la obra, cuya relación puede resultar excesiva, entre otras razones, por su variabilidad en diferentes comunidades autónomas del Estado. Su consulta idónea puede verse facilitada por el coordinador de seguridad y salud de la obra.

### 3.7.2. OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES QUE INTERVIENEN EN LA OBRA

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera específica, de lo establecido en la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, en el Real Decreto 39/1.997, de los Servicios de Prevención, y en el Real Decreto 1627/1.997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde a Dirección General de Carreteras, en virtud de la delegación de funciones efectuada por el Secretario de Estado de Infraestructuras en los Jefes de las demarcaciones territoriales, la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del Plan de Seguridad y Salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el Aviso Previo a la Autoridad laboral competente.



En cuanto al contratista de la obra, viene éste obligado a redactar y presentar, con anterioridad al comienzo de los trabajos, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación y desarrollo del presente Estudio y de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 del citado Real Decreto 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud contendrá, como mínimo, una breve descripción de la obra y la relación de sus principales unidades y actividades a desarrollar, así como el programa de los trabajos con indicación de los trabajadores concurrentes en cada fase y la evaluación de los riesgos esperables en la obra. Además, específicamente, el Plan expresará resumidamente las medidas preventivas previstas en el presente Estudio que el contratista admita como válidas y suficientes para evitar o proteger los riesgos evaluados y presentará las alternativas a aquéllas que considere conveniente modificar, justificándolas técnicamente.

Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud. El plan presentado por el contratista no reiterará obligatoriamente los contenidos ya incluidos en este Estudio, aunque sí deberá hacer referencia concreta a los mismos y desarrollarlos específicamente, de modo que aquéllos serán directamente aplicables a la obra, excepto en aquellas alternativas preventivas definidas y con los contenidos desarrollados en el Plan, una vez aprobado éste reglamentariamente.

Las normas y medidas preventivas contenidas en este Estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, constituyen las obligaciones que el contratista viene obligado a cumplir durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de los principios y normas legales y reglamentarias que le obligan como empresario.

En particular, corresponde al contratista cumplir y hacer cumplir el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y la coordinación de actividades preventivas entre las empresas y trabajadores autónomos concurrentes en la obra, en los términos previstos en el artículo 24 de la Ley de Prevención, informando y vigilando su cumplimiento por parte de los subcontratistas y de los trabajadores autónomos sobre los riesgos y medidas a adoptar, emitiendo las instrucciones internas que estime necesarias para velar por sus responsabilidades en la obra, incluidas las de carácter solidario, establecidas en el artículo 42.2 de la mencionada Ley.

Los subcontratistas y trabajadores autónomos, sin perjuicio de las obligaciones legales y reglamentarias que les afectan, vendrán obligados a cumplir cuantas medidas establecidas en este Estudio o en el Plan de Seguridad y Salud les afecten, a proveer y velar por el empleo de los equipos de protección individual y de las protecciones colectivas o sistemas preventivos que deban aportar, en función de las normas aplicables y, en su caso, de las estipulaciones contractuales que se incluyan en el Plan de Seguridad y Salud o en documentos jurídicos particulares.

En cualquier caso, las empresas contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos presentes en la obra estarán obligados a atender cuantas indicaciones y requerimientos les formule el coordinador de seguridad y salud, en relación con la función que a éste corresponde de seguimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra y, de manera



particular, aquéllos que se refieran a incumplimientos de dicho Plan y a supuestos de riesgos graves e inminentes en el curso de ejecución de la obra.

### 3.7.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

La empresa adjudicataria vendrá obligada a disponer de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/1997, citado: cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores, con Servicio de Prevención propio, mancomunado o ajeno contratado a tales efectos, en cualquier caso debidamente acreditados ante la Autoridad laboral competente, o, en supuestos de menores plantillas, mediante la designación de un trabajador (con plantillas inferiores a los 50 trabajadores) o de dos trabajadores (para plantillas de 51 a 250 trabajadores), adecuadamente formados y acreditados a nivel básico, según se establece en el mencionado Real Decreto 39/1997.

La empresa contratista encomendará a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de sus obligaciones preventivas en la obra, plasmada en el Plan de Seguridad y Salud, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la construcción.

Cuando la empresa contratista venga obligada a disponer de un servicio técnico de prevención, estará obligada, asimismo, a designar un técnico de dicho servicio para su actuación específica en la obra. Este técnico deberá poseer la preceptiva acreditación superior o, en su caso, de grado medio a que se refiere el mencionado Real Decreto 39/1997, así como titulación académica y desempeño profesional previo adecuado y aceptado por el coordinador en materia de seguridad y salud, a propuesta expresa del jefe de obra.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.

El coste económico de las actividades de los servicios de prevención de las empresas correrá a cargo, en todo caso, de las mismas, estando incluidos como gastos generales en los precios correspondientes a cada una de las unidades productivas de la obra, al tratarse de obligaciones intrínsecas a su condición empresarial.



### 3.7.4. INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIJIE NE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES

Los vestuarios, comedores, servicios higiénicos, lavabos y duchas a disponer en la obra quedarán definidos en el Plan de Seguridad y Salud, de acuerdo con las normas específicas de aplicación y, específicamente, con los apartados 15 a 18 de la Parte A del Real Decreto 1627/1.997, citado. En cualquier caso, se dispondrá de un inodoro cada 25 trabajadores, utilizable por éstos y situado a menos de 50 metros de los lugares de trabajo; de un lavabo por cada 10 trabajadores y de una taquilla o lugar adecuado para dejar la ropa y efectos personales por trabajador. Se dispondrá asimismo en la obra de agua potable en cantidad suficiente y adecuadas condiciones de utilización por parte de los trabajadores.

Se dispondrá siempre de un botiquín, ubicado en un local de obra, en adecuadas condiciones de conservación y contenido y de fácil acceso, señalizado y con indicación de los teléfonos de urgencias a utilizar. Existirá al menos un trabajador formado en la prestación de primeros auxilios en la obra.

Todas las instalaciones y servicios a disponer en la obra vendrán definidos concretamente en el plan de seguridad y salud y en lo previsto en el presente estudio, debiendo contar, en todo caso, con la conservación y limpieza precisos para su adecuada utilización por parte de los trabajadores, para lo que el jefe de obra designará personal específico en tales funciones.

El coste de instalación y mantenimiento de los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores correrá a cargo del contratista, sin perjuicio de que consten o no en el presupuesto de la obra y que, en caso afirmativo, sean retribuidos por la Administración de acuerdo con tales presupuestos, siempre que se realicen efectivamente.

### 3.7.5. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Todos los equipos de protección personal utilizados en la obra tendrán fijado un periodo de vida útil, a cuyo término el equipo habrá de desecharse obligatoriamente. Si antes de finalizar tal periodo, algún equipo sufriera un trato límite (como en supuestos de un accidente, caída o golpeo del equipo, etc.) o experimente un envejecimiento o deterioro más rápido del previsible, cualquiera que sea su causa, será igualmente desechado y sustituido, al igual que cuando haya adquirido mayor holgura que las tolerancias establecidas por el fabricante.

Un equipo de protección individual nunca será permitido en su empleo si se detecta que representa o introduce un riesgo por su mera utilización.

Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, en aplicación de la O.M. de 17-05-1.974 (B.O.E. 29-05-74).

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes equipos de protección individual y a su utilización,



definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, almacenaje y mantenimiento de los equipos de protección individual de los trabajadores de la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

Las protecciones personales que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I de este Pliego, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los costes de los equipos de protección individual que deban ser usados en la obra por el personal técnico, de supervisión y control o de cualquier otro tipo, incluidos los visitantes, cuya presencia en la obra puede ser prevista. En consecuencia estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que se utilicen efectivamente en la obra.

### 3.7.6. CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS

En la Memoria de este estudio se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que están previstos aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.

Así, las vallas autónomas de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm. y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de óxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Los pasillos cubiertos de seguridad que deban utilizarse en estructuras estarán contruidos con pórticos de madera, con pies derechos y dinteles de tablonos embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablonos o de chapa de suficiente resistencia ante los impactos de los objetos de caída previsible sobre los mismos. Podrán disponerse elementos amortiguadores sobre la cubierta de estos pasillos.

Las redes perimetrales de seguridad con pescantes de tipo horca serán de poliamida. Las redes de bandeja o recogida se situarán en un nivel inferior, pero próximo al de trabajo, con altura de caída sobre la misma siempre inferior a 6 metros. Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de





fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg./m., como mínimo.

Los cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquélla que garantice una tensión máxima de 24 V., de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.

Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.



Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquella que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra. En el primer caso son de aplicación las prescripciones establecidas por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.31C de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica.

Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores que trabajen en la inmediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de éste en las zonas de trabajo.

Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que en cada caso se fijen en el plan de seguridad y salud.

Las presentes prescripciones se considerarán ampliadas y complementadas con las medidas y normas aplicables a los diferentes sistemas de protección colectiva y a su utilización, definidas en la Memoria de este estudio de seguridad y salud y que no se considera necesario reiterar aquí.

El coste de adquisición, construcción, montaje, almacenamiento y mantenimiento de los equipos de protección colectiva utilizados en la obra correrá a cargo del contratista o subcontratistas correspondientes, siendo considerados presupuestariamente como costes indirectos de cada unidad de obra en que deban ser utilizados, como corresponde a elementos auxiliares mínimos de la producción, reglamentariamente exigibles e independientes de la clasificación administrativa laboral de la obra y, consecuentemente, independientes de su presupuesto específico.

Las protecciones colectivas que se consideran, sin perjuicio de normativa específica que resulte aplicable, de utilización mínima exigible en la obra, se establecen en el Anejo I, para las diferentes unidades productivas de la obra.

Sin perjuicio de lo anterior, si figuran en el presupuesto de este estudio de seguridad y salud los sistemas de protección colectiva y la señalización que deberán ser dispuestos para su aplicación



en el conjunto de actividades y movimientos en la obra o en un conjunto de tajos de la misma, sin aplicación estricta a una determinada unidad de obra. En consecuencia, estos costes serán retribuidos por la Administración de acuerdo con este presupuesto, siempre que sean dispuestos efectivamente en la obra.

### 3.8. PLIEGO DE CONDICIONES DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

#### 3.8.1. OBLIGACIONES AGENTES INTERVINIENTES

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma ó entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.

- En las obras de edificación sujetas la licencia urbanística la legislación autonómica podrá imponer al promotor (productor de residuos) la obligación de constituir una fianza, o garantía financiera equivalente, que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, cuyo importe se basará en el capítulo específico de gestión de residuos del presupuesto de la obra.

- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente de aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.



### 3.8.2. GESTIÓN DE RESIDUOS

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.
- Para el caso de los residuos con amianto se cumplirán los preceptos dictados por el RD 396/2006 sobre la manipulación del amianto y sus derivados.
- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

### 3.8.3. DERRIBO Y DEMOLICIÓN

- En los procesos de derribo se priorizará la retirada tan pronto como sea posible de los elementos que generen residuos contaminantes y peligrosos. Si es posible, esta retirada será previa a cualquier otro trabajo.
- Los elementos constructivos a desmontar que tengan como destino último la reutilización se retirarán antes de proceder al derribo o desmontaje de otros elementos constructivos, todo ello para evitar su deterioro.



- En la planificación de los derribos se programarán de manera consecutiva todos los trabajos de desmontaje en los que se genere idéntica tipología de residuos con el fin de facilitar los trabajos de separación.

#### 3.8.4. SEPARACIÓN

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.

- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.

- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.

- La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra. Cuando por falta de espacio físico no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación de separación.

- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.

- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas o Gestores de Residuos.



### 3.8.5. DOCUMENTACIÓN

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.
- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificándola identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.
- Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma.
- El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.



### 3.8.6. NORMATIVA

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 120/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 952/1997, que modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1998.
- LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Fecha: Murcia, Febrero de 2.015

Firmado: Eduardo Javier Martínez Marín

Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad



INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
P.F.C. ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO RESIDENCIAL



# PROYECTO FIN DE CARRERA

## Electrificación de Polígono Residencial

### DOCUMENTO Nº4

# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Titulación: I.T.I. ESP. ELECTRICIDAD  
Alumno: EDUARDO JAVIER MARTINEZ MARIN  
Directores: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

MURCIA FEBRERO DE 2015





## 4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 4.1. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSION

#### 4.1.1. OBJETO.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio Seguridad y Salud da 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 las medidas de protección y prevención correspondientes.

Este estudio servirá de base para que el técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizaran, estudiaran, desarrollaran y complementaran las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

#### 4.1.2. CAMPO DE APLICACION.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de "Líneas Subterráneas, que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS)

#### 4.1.3. NORMATIVA APLICABLE.

##### NORMAS OFICIALES.

-La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata Únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.



- 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 ITC LAT 01 a 09.
  
  - Decreto 2413/1973 del 20 de setiembre. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
  
  - Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
  
  - Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
  
  - Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
  
  - Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los 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 dorso-lumbares, para los trabajadores
  
  - Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
  
  - Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización pro los trabajadores de los equipos de trabajo.
  
  - Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

#### NORMAS IBERDROLA

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.



- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO-NEDIS 7.02 “Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas”.
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntara a la petición de oferta.

#### 4.1.4. METODOLOGIA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO.

##### 4.1.4.1. ASPECTOS GENERALES.

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, 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 y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los José Antonio Fuentes Enríquez Página 180 posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

##### 4.1.4.2. IDENTIFICACION 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 en el punto 5, Identificación y prevención de riesgos, serán descritas detalladamente.

##### 4.1.4.3. MEDIDAS DE PREVENCION 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 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 el personal ajeno.



- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como 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.

#### **4.1.4.4. PROTECCIONES.**

##### **ROPA DE TRABAJO:**

- Ropa 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 necesarios 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 la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad



- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión
- Protecciones colectivas
- 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, C

#### 4.1.4.5. 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.

##### a) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

##### b) SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

No se hace necesario por la característica de la obra.

##### c) SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

No se hace necesario por la característica de la obra.

##### d) SERVICIOS HIGIÉNICOS.

No se prevé.



e) PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

Entre otras se deberá 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.

4.1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

4.1.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.



- Enfoscados y enlucidos.
- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos son los siguientes:

- 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 maquinas-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, etc.
  
- 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 turno.

#### 4.1.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARACTER 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 de uso obligatorio.





Del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitaran zonas o estancias para el acopio de material y útiles (herralla, perfilaría 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 procurara 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 guiaran por tres operarios, dos de ellos guiaran la carga y el tercero ordenara las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos 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 tenderán 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 maquinas, 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 maquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilaran los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitara las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratara que la carga y su volumen permitan asirla 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 esta. Después de realizar las tareas, se guardaran en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilara 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 frio. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardara al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitara que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.



Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes. El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizara el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizara el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

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

El numero, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad. Sera responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### 4.1.5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

##### 4.1.5.3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS. EXCAVACIÓN DE POZOS Y ZANJAS

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionara 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 eliminaran 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 utilizara como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizaran por caminos señalizados.
- Se utilizaran redes tensas o mallazo electro soldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.
- La circulación de los vehículos se realizara a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.
- Se conservaran los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuara mediante una escalera solida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.
- Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibara (o encamisara el perímetro en prevención de derrumbamientos.
- Se efectuara el achique inmediato de 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 de 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 m., 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.



#### 4.1.5.3.2. 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 regaran 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 instalara, 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 m. 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.

#### 4.1.5.3.3. ENFOCADOS

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, 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 efectuara a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalaran 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 remacharan, según casos.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.



#### 4.1.5.3.4. TRABAJOS CON FERRALLA, MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA.

- Los paquetes de redondos se almacenaran en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.
- Se efectuara 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.

#### 4.1.5.3.5. 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 hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se procurara no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyara sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigosa, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizara desde "castilletes de hormigonado".



- En el momento en el que el forjado lo permita, se izara 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.

#### 4.1.5.3.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA.

- 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 defectos 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 efectuara mediante manguera eléctrica anti humedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuara a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutaran mediante conexiones normalizadas estancas anti humedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los interruptores se instalaran 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 colgaran 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 efectuaran subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.



- 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 instalaran 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.

- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

- La toma de tierra se efectuara 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 forma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera anti humedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

- La iluminación de los tajos se situara a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuara cruzada con el fin de disminuir sombras.

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.



- No se permitirá 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.

#### PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y anti polvo.
- Mascarilla anti polvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T. y guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### PROTECCION DE PIE Y PIERNAS

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.





- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeable.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones anti vibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.



#### 4.1.5.4. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LÍNEA SUBTERRÁNEA 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 Media Tensión.

##### 4.1.5.4.1. 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<br>Cortes de circulación<br>Caída de objetos<br>Desprendimientos, desplomes y Derrumbes.<br>Atrapamiento<br>Confinamiento<br>Condiciones ambientales y de señalización | Inspección del estado del terreno<br>Utilizar los pasos y vías existentes<br>Limitar la velocidad de los vehículos<br>Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)<br>Respetar zonas señalizadas y delimitadas<br>Exigir y mantener un orden<br>Precaución en 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 procurara seguir la siguiente clasificación:

- Áridos, cemento y gravas en filas y montones de no más de un metro.



- Cajas de aisladores se depositaran unas sobre otras sin que se rebase el metro de altura, se colocaran cunas laterales para evitar deslizamientos o derrumbes.

- Herrajes para en armado de los apoyos y tortillería necesaria se depositara clasificando los hierros de mayor a menor dimensión, procurando no apilar cantidades excesivas.

#### 4.1.5.4.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICION DE PAVIMENTO

| RIESGOS ASOCIADOS  | MEDIDAS PREVENTIVAS   |
|--|---|
| Caída a las zanjas.<br><br>Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas.<br><br>Atropellos causados por la maquinaria.<br><br>Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación. | Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas. |
|  | Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las maquinas en movimiento.  |
|  | Señalizara adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinas en movimiento.   |
|  | Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.   |
|  | Las cargas de los camiones no sobrepasaran 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 al personal y velar por su utilización.   |
| Establecer las entibaciones  |   |



#### 4.1.5.4.3. CERCANÍA A LAS LÍNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

| RIESGOS ASOCIADOS   | MEDIDAS PREVENTIVAS  |
|---|--|
| Caída de personas al mismo nivel<br>Caída de personas a distinto nivel<br>Caída de objetos Desprendimientos, desplomes y derrumbes<br>Choques y golpes Proyecciones<br>Contactos eléctricos<br>Arco eléctrico<br>Explosiones<br>Incendios | En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad                                       |
|   | Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.   |
|   | Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.  |
|   | Estimación de las distancias por exceso.   |
|   | Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.   |
|   | Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas                     |
|   | Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.  |
|   | (Distancias, cruzamientos, paralelismos.).   |
|   | Puestas a tierra en buen estado  |
|   | Según capítulo séptimo del R.A.T.  |
|   | Aposos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos. |
|   | Tratamiento químico del terreno si hay que reducirla resistencia de la toma de tierra.                       |
|   | Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.                                  |
|   | Terreno no favorable: descubrir cada nueve años  |
|   | Protección frente a sobre intensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.                 |
| Protección contra sobretensiones: pararrayos y auto válvulas.   |  |
| Solicitar permisos de Trabajos con riesgos especiales   |  |

Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra.

- Protección contra sobre intensidades, (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos).



- Protección contra sobretensiones, (pararrayos).
- Señalizaciones y delimitación.

Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes aislantes.
- Casco y botas de seguridad.
- Gafas de protección.

#### 4.1.5.4.4. TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS

| RIESGOS ASOCIADOS  | MEDIDAS PREVENTIVAS  |
|--|--|
| Caídas de altura de personas.<br>Cortes en las manos.                  | Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.  |
| Caídas de objetos a distinto nivel<br>(herramientas, tornillos, etc.,) | Emplear bolsas porta-herramientas.   |
| Electrocuciones por contacto indirecto.                                | Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.                        |
| Sobresfuerzos. Contacto con elementos candentes.                       | Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las maquinas de tracción. |
| Vuelco de maquinaria.<br>Atrapamientos                                 | Control de maniobras y vigilancia continuada.  |
|  | Utilizar fajas de protección lumbar  |

#### 4.1.5.4.5. RIESGOS LABORABLES 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 específicos de cada una de las fases en las que esta puede dividirse en:

TODA LA OBRA

1) 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
- Sobreesfuerzos

## 2) 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 (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- 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 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra



- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21a - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

### 3) Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes anti ruidos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

### MOVIMIENTOS DE TIERRAS

#### 1) 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 maquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocutaciones

## 2) 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 acopiar 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 maquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

### 4.1.6. 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.

#### 4.1.7. ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

#### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

| ACTIVIDAD   | RIESGO   | ACCION PREVENTIVA Y PROTECCIONES   |
|---|--|--|
| Pruebas y puesta en servicio.<br>(Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones) | Golpes.<br>Heridas.<br>Caídas.<br>Atrapamientos.<br>Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.<br>Elementos candentes y quemaduras.<br>Presencia de animales, colonias, etc. | Ver punto 1.4.4. (Protecciones)<br>Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.<br>Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.<br>Utilización de EPI's.<br>Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.<br>Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc |

#### LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

##### I. ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperado y chatarra).
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.(desmontaje cable en apoyo de línea aérea).
- Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).
- Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).
- Orden y limpieza, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, identificación de canalizaciones, coordinación con la empresa de gas, utilización de EPI's, entubamiento, vallado de seguridad, protección de huecos e



información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada de la zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4

- Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

## II. 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.

## III. 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 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 maquinas 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 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.



## INSTALACIÓN / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN

### 1) ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga.
- Desconexión / conexión de la instalación eléctrica y pruebas.
- Montaje / desmontaje.

### 2) 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.

### 3) ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4. Mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, y control de maniobras.
- Ver punto 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 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.

### 5 REGLAS DE ORO

- Comprobar las fuentes en tensión
- Bloquear los aparatos de corte



- Verificar la ausencia de tensión
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo

#### INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS.

##### 1) 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).

##### 2) 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.

### 3) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control y maniobras, vigilancia continuada y ver punto 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 1.4.4.
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente (ver punto 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 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 1.4.4.), Utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, utilizar fajas de protección lumbar.

## TRABAJOS EN TENSIÓN

### DISPOSICIONES GENERALES

I. 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.

II. 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:

- a. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
  
- b. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
  
- c. 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.

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

III. 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.

#### NORMAS TECNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y aislados:

- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente Continua.

- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.

- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras Aislantes macizas para trabajos en tensión

- UNE-EN 61235: 1996 + Errata: 1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.

- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.





- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superiora 1 KV en corriente alterna.

Otras Normas relacionadas:

- UNE-EN 50186-1. Sistemas de limpieza de líneas en tensión para instalaciones eléctricas con tensiones nominales superiores a 1 Kv. Parte 1. Condiciones generales.

- UNE 204002-IN. Trabajos en tensión. Instalación de conductores de líneas de distribución. Equipos de tendido de accesorios.

- UNE-EN 60743: 1997. Terminología para las herramientas y equipos a utilizar en los trabajos en tensión.

## **4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PREFABRICADOS.**

### **4.2.1. 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.

### **4.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.**

Descripción de la obra y situación:

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

#### **4.2.2.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

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



#### 4.2.2.2. 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.

#### 4.2.2.3. VERTIDO DE AGUAS SÚCIAS 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.

#### 4.2.2.4. 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.

#### 4.2.3. 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.

##### 4.2.3.1. OBRA CIVIL.

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

##### 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 maquinas 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 sobrepasaran 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.

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.
- Sobreesfuerzos.

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 efectuara 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.

#### 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.

#### ALBAÑILERIA.

##### 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 maquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de transito 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 efectuara a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

4.2.3.2. MONTAJE.

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

COLOCACION DE SOPORTES Y EMBARRADOS.

a) Riesgos más frecuentes

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

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 efectuara a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

#### MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.

##### 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 señalero o por el enganchador.

#### 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.

#### 4.2.4. 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.

##### 4.2.4.1. 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.

#### 4.2.5. NORMATIVA APLICABLE

##### 4.2.5.1. NORMAS OFICIALES

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- 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 dorso lumbar, 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.



#### 4.2.6. ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

#### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

| ACTIVIDAD   | RIESGO   | ACCION PREVENTIVA Y PROTECCIONES  |
|---|--|---|
| Pruebas y puesta en servicio.<br><br>(Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones) | Golpes.<br><br>Heridas.<br><br>Caídas.<br><br>Atrapamientos.<br>Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.<br>Elementos candentes y quemaduras.<br>Presencia de animales, colonias, etc. | Ver punto 1.4.4.<br>(Protecciones)<br>Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.<br>Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.<br>Utilización de EPI's.<br>Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.<br>Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc |

#### CENTROS DE TRANSFORMACION

Centros de transformación aéreos (sobre apoyo y compactos).

##### 1) ACTIVIDADES.

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado e instalación de los apoyos. (Desguace de los apoyos).
- Izado y montaje del transformador. (Izado y desmontaje del transformador).

##### 2) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia o ataques de animales. Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.
- Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos ~ a terceros, sobreesfuerzos, e inicio de incendios por chispas.
- Caídas desde altura, desprendimientos de cargas, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y contacto con PCB.
- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros y presencia, o ataque de animales.



- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia o ataque de animales.

### 3) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- Ver punto 1.4.4., mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, y revisión del entorno.

- Ver punto 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 huecos, utilizar fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada y racionalización de las labores.

- Ver punto 1.4.4., utilización de equipos de los protección individual y colectiva, según Normativa vigente, revisión de los elementos de elevación y transporte, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada.

- Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa Vigente, 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.

### SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCION.

#### 1) ACTIVIDADES

- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.

- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.

- Montaje (Desguace de aparata en general).

- Transporte conexión y desconexión de equipos de control y medida.

- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### 2) RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

- Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, desprendimiento de cargas, contacto eléctrico, exposición al arco eléctrico y presencia o ataque de animales.

- Caídas al mismo nivel, caídas- a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos y atrapamientos.



- Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, presencia de colonias o animales.

- Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico, riesgo de accidente de tráfico y presencia de animales o colonias.

### 3) ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

- Ver punto 1.4.4, mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión de elementos de elevación y transporte, cumplimiento MO 12.05.02 y revisión del entorno.

- Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entubamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.

- Ver punto 1.4.4. , Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, D vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oíl, vehículos autorizados para el llenado, el grupo electrógeno estará en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, ver 1.4.4. , estar en posesión de los permisos, de circulación reglamentarios, ver Anexo I.

- Ver punto 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 revisión del entorno.

- Ver punto 1.4.4, seguir MO 12.05.03 al 05, seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posición de los permisos de circulación reglamentarios, ver Anexo I y revisión del entorno.

## TRABAJOS EN TENSIÓN

### a) 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:

A. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

B. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.

C. 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.

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.

#### NORMAS TECNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

Útiles aislantes y asilados:

- UNE – EN 60900:1994 y 1996 .mientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente continua.

- UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.

- UNE-EN 60855: 1998 + Errata:1998.- Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión

- UNE-EN 61235: 1996 + Errata: 1997.- Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-21731-191.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en tensión.

- UNE 21 706 90.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos avilantes:

- UNE 204 001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.

- UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.

- UNE-EN 61057:1996.- Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1 KV en corriente alterna.





Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

A. Normas relativas a su utilización

B. Normas relativas a su comercialización

#### A. NORMAS RELATIVAS A SU UTILIZACIÓN.

Con respecto a su utilización, los equipos de protección individual están sujetos al cumplimiento del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En este Real Decreto se establecen las disposiciones mínimas relativas al empleo de equipos de protección individual, las condiciones generales que deben reunir y los criterios para su elección, utilización y mantenimiento. También se especifican las obligaciones del empresario en materia de información y formación de los trabajadores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editado la «Guía técnica sobre utilización de equipos de protección individual», destinada a desarrollar los aspectos técnicos de dicho Real Decreto.

#### B. NORMAS RELATIVAS A SU COMERCIALIZACIÓN.

Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997). En dicha normativa, se establecen las condiciones de comercialización y de libre circulación intracomunitaria, así como las exigencias esenciales de sanidad y seguridad que deben cumplir estos equipos para preservar la salud y garantizar la seguridad de los usuarios.

El apartado 3.8 del citado Real Decreto 1407/1992 establece las exigencias esenciales para los EPI contra riesgos eléctricos, referidas a los siguientes aspectos:

Deben poseer un aislamiento adecuado a las tensiones a las que los usuarios tengan que exponerse en las condiciones más desfavorables.

Los materiales y demás componentes se elegirán de tal manera que la corriente de fuga, medida a través de la cubierta protectora con tensiones similares a las que se puedan dar «in situ», sea lo más baja posible y siempre inferior a un valor convencional máximo admisible en Correlación con un umbral de tolerancia.



Los tipos de EPI que vayan a utilizarse exclusivamente en trabajos o maniobras en instalaciones con tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevaran una marca (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.
- Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.
- Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.
- Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.



- UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
- UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
- UNE-EN 60903/A 11:1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
- UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos
- UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

#### DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSION

1. El trabajo se efectuara bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo se comunicara con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.

2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerla correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

3. La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando este cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un periodo de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la



situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo. El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificara el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionara la instalación durante los trabajos.

El jefe de Trabajo, antes de iniciar el trabajo, deberá comunicarse con el responsable de la instalación para verificar que este ha tomado las medidas necesarias para dejar la instalación en la situación prevista para permitir la realización de los trabajos. Así mismo, se deberá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobras necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin de exponerles el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo esta señalizada y lo delimitada adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otro trabajador o persona ajena penetre en dicha zona y acceda a elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se 'coloque en posición de poder rebasar las distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la zona de trabajo no le permitiera realizar dicha vigilancia de forma correcta, debe pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar en tensión en alta tensión.

Por otro lado, en los trabajos en tensión es primordial que todos y cada uno de los trabajadores se encuentren en condiciones físicas y mentales adecuadas para prevenir cualquier acto fuera de control que pueda poner en peligro su seguridad o la de sus compañeros.



El empresario debe autorizar por escrito a sus trabajadores cualificados para el tipo de trabajo a desarrollar. Estas autorizaciones deberían constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Así mismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entrenamiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y prácticas. Las certificaciones deberían estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

Fecha: Murcia, Febrero de 2.015

Firmado: Eduardo Javier Martínez Marín

Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad



---

# PROYECTO FIN DE CARRERA

Electrificación de Polígono  
Residencial

DOCUMENTO Nº5

# PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Titulación: I.T.I. ESP. ELECTRICIDAD  
Alumno: EDUARDO JAVIER MARTINEZ MARIN  
Directores: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

MURCIA FEBRERO DE 2015



## 5. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### 5.1. NORMATIVA DE REFERENCIA

Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y lista europea de residuos.

De las obligaciones desprendidas de la Normativa anterior quedan excluidos los productores y poseedores de residuos de construcción y demolición de obras menores de construcción y reparación domiciliaria, habida cuenta de que tienen la consideración de residuo urbano.

Contenido del estudio:

I. Identificación de los residuos y estimación de la cantidad, expresada en toneladas y m<sup>3</sup> de los residuos de la construcción y demolición que se generarán en la obra codificados con arreglo a la Orden MAM/304/2002.

II. Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

III. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

IV. Medidas para la separación de residuos.

V. Instalaciones previstas para el almacenamiento de residuos, manejo, separación y otras operaciones.

VI. Pliego de prescripciones técnicas particulares. (en fase de ejecución de proyecto)

VII. Valoración del coste previsto de la gestión.

#### 5.1.2. DEFINICIONES

Se entenderá por residuo: cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor. Según la Directiva 75/442/CEE.

Se entenderá por «residuo peligroso»: cualquier residuo que figure en una lista que se elaborará, con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 18 de la Directiva 75/442/CEE y tomando como base los Anexos I y II de la Directiva 91/689/CEE, a más



tardar seis meses antes de la fecha de entrada en vigor de la presente Directiva. Tales residuos deberán tener una o más propiedades de las enumeradas en la lista del Anexo III de la Directiva 91/689/CEE. Dicha lista tendrá en cuenta el origen y la composición de los residuos y, cuando corresponda, los valores límite de concentración. Se revisará periódicamente y, si hubiera lugar, se modificará con arreglo al mismo procedimiento; cualquier otro residuo que, a juicio de un Estado miembro, presente cualquiera de las propiedades que se enumeran en el Anexo III de la Directiva 91/689/CEE. Tales casos deberán notificarse a la Comisión y serán examinados con arreglo al procedimiento establecido en el artículo 18 de la Directiva 75/442/CEE con objeto de adaptar la lista.

## 5.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Proyecto de electrificación de un polígono residencial.

## 5.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.

Según orden MAM/304/2002 y con arreglo a la lista Europea de Residuos y de conformidad con la letra a) de la Directiva 75/442/CEE y apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE.

### 5.3.1. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Según la orden MAM/304/2002, los posibles residuos de la construcción y demolición son los siguientes:

- 17 01 Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.
  
- 17 01 01 Hormigón.
  
- 17 01 02 Ladrillos.
  
- 17 01 03 Tejas y materiales cerámicos.
  
- 17 01 06\* Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
  
- 17 01 07 Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
  
- 17 02 Madera, vidrio y plástico.
  
- 17 02 01 Madera.
  
- 17 02 02 Vidrio.





- 17 02 03 Plástico.
  
- 17 02 04\* Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
  
- 17 03 Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.
  
- 17 03 01\* Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
  
- 17 03 02 Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
  
- 17 03 03\* Alquitrán de hulla y productos alquitranados.
  
- 17 04 Metales (incluidas sus aleaciones).
  
- 17 04 01 Cobre, bronce, latón.
  
- 17 04 02 Aluminio.
  
- 17 04 03 Plomo.
  
- 17 04 04 Zinc.
  
- 17 04 05 Hierro y acero.
  
- 17 04 06 Estaño.
  
- 17 04 07 Metales mezclados.
  
- 17 04 09\* Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.
  
- 17 04 10\* Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
  
- 17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.
  
- 17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.



- 17 06 01\* Materiales de aislamiento que contienen amianto.
  
  - 17 06 03\* Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
  
  - 17 06 04 Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
  
  - 17 06 05\* Materiales de construcción que contienen amianto (6).
- (6) La consideración de estos residuos como peligrosos, a efectos exclusivamente de su eliminación mediante depósito en vertedero, no entrará en vigor hasta que se apruebe la normativa comunitaria en la que se establezcan las medidas apropiadas para la eliminación de los residuos de materiales de la construcción que contengan amianto. Mientras tanto, los residuos de construcción no triturados que contengan amianto podrán eliminarse en vertederos de residuos no peligrosos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.3.c) del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- 17 08 Materiales de construcción a partir de yeso.
  
  - 17 08 01\* Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
  
  - 17 08 02 Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.
  
  - 17 09 Otros residuos de construcción y demolición.
  
  - 17 09 01\* Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
  
  - 17 09 02\* Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).
  
  - 17 09 03\* Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
  
  - 17 09 04 Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.



### 5.3.2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE CADA TIPO DE RESIDUO QUE SE GENERARÁ EN LA OBRA, EN TONELADAS Y METROS CÚBICOS

OBRA NUEVA:

En ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros estimativos con fines estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido con una densidad tipo del orden de 1,5 tn/m<sup>3</sup> a 0,1 tn/m<sup>3</sup>.

| <b>s</b>                             | <b>v</b>                                | <b>d</b>  | <b>tn tot</b>              |
|--------------------------------------|---|---|----------------------------|
| m <sup>2</sup> superficie construida | m <sup>3</sup> volumen residuos (Sx0.2) | Densidad tipo entre 1.5 y 0.5 tn/m <sup>3</sup> | Toneladas de residuo (Vxd) |
|                                      |   |   |                            |

| <b>Naturaleza pétreo</b> |                        |                                  |   |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------|---|
| <b>Residuo</b>           | <b>densidad</b>        | <b>Toneladas de residuo (Tn)</b> | <b>Volumen de residuo (m<sup>3</sup>)</b> |
| Tierra de excavación     | 1.50 tn/m <sup>3</sup> | 1413.3                           | 942.2                                     |

| <b>Naturaleza no pétreo</b>     |                       |                                  |   |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---|
| <b>Residuo</b>                  | <b>densidad</b>       | <b>Toneladas de residuo (Tn)</b> | <b>Volumen de residuo (m<sup>3</sup>)</b> |
| Metales                         | 1.5 tn/m <sup>3</sup> | 4.5                              | 3   |
| Papel                           | 0.1 tn/m <sup>3</sup> | 2                                | 20  |
| Plástico                        | 0.3 tn/m <sup>3</sup> | 3                                | 10  |
| Arena, Grava y otros áridos     | 1.4 tn/m <sup>3</sup> | 21                               | 14  |
| Hormigón                        | 1.5 tn/m <sup>3</sup> | 73,5                             | 49  |
| Ladrillos, azulejos y cerámicos | 1.5 tn/m <sup>3</sup> | 7,5                              | 5   |
| Piedra                          | 1.5 tn/m <sup>3</sup> | 67,5                             | 45  |
| basuras                         | 0.5 tn/m <sup>3</sup> | 9                                | 10  |
| Cables aluminio                 | 1.5 tn/m <sup>3</sup> | 0,82529                          | 1,2327                                    |

### 5.4. MEDIDAS PARA LA PREVIENCIA DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.

La mayor parte de los residuos que se generan en la obra son de naturaleza no peligrosa. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implican un manejo cuidadoso.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que se vayan empleando. El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos a formalizar con los subcontratistas la obligación de éstos de retirar de la obra



todos los residuos generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

### 5.5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.

El gestor autorizado de RCD puede orientar y aconsejar sobre los tipos de residuos y la forma de gestión más adecuada. Puede indicarnos si existen posibilidades de reciclaje y reutilización en origen.

Según el anejo I de la Orden MAM/304/2002 sobre residuos, se consideran las siguientes operaciones de conformidad con la Decisión 96/35/CE relativa a los residuos.

En la tabla se indica si las acciones consideradas se realizarán o no en la presente obra:

| Código   | Operación   | SI             | NO |
|----------|---|----------------|----|
| <b>D</b> | <b>ELIMINACIÓN</b>  | (marcar con X) |    |
| D 10     | Incineración en tierra  |                | X  |
| D 11     | Incineración en el mar  |                | X  |
| <b>R</b> | <b>VALORIZACIÓN</b>   |                |    |
| R 1      | Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía                           |                | X  |
| R 4      | Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos   | X              |    |
| R 10     | Tratamiento de suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos |                | X  |

En la tabla que sigue se indican si las acciones de REUTILIZACIÓN consideradas se realizarán o no en la presente obra:

| Destino | Operación   | SI             | NO |
|---------|---|----------------|----|
|         | <b>REUTILIZACIÓN</b>  | (marcar con X) |    |
| Relleno | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en el código 17 01 06 | X              |    |
| Relleno | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los especificados en el código 17 08 01                   |                | X  |

### 5.6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Los residuos de la misma naturaleza o similares deben ser almacenados en los mismos contenedores, ya que de esta forma se aprovecha mejor el espacio y se facilita su posterior valorización.

En caso de residuos peligrosos:

Deben separarse y guardarse en un contenedor seguro o en una zona reservada, que permanezca cerrada cuando no se utilice y debidamente protegida de la lluvia.



Se ha de impedir que un eventual vertido de estos materiales llegue al suelo, ya que de otro modo causaría su contaminación. Por lo tanto, será necesaria una impermeabilización del mismo mediante la construcción de soleras de hormigón o zonas asfaltadas.

Los recipientes en los que se guarden deben estar etiquetados con claridad y cerrar perfectamente, para evitar derrames o pérdidas por evaporación.

Los recipientes en sí mismos también merecen un manejo y evacuación especiales: se deben proteger del calor excesivo o del fuego, ya que contienen productos fácilmente inflamables.

Podemos considerar que la gestión interna de los residuos de la obra, cuando se aplican criterios de clasificación, cuesta, aproximadamente, 1,52 horas persona/m<sup>3</sup>.

#### 5.7. INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES.

Se indica en plano la situación de los elementos de almacenamiento de residuos, manejo, separación y operaciones de entrada y salida del perímetro de la obra para retirar los residuos de la misma.

En cualquier caso, por lo general siempre serán necesarios, como mínimo, los siguientes elementos de almacenamiento:

- Una zona específica para almacenamiento de materiales reutilizables.
  
- Un contenedor para residuos pétreos.
  
- Un contenedor y/o un compactador para residuos banales.
  
- Uno o varios contenedores para materiales contaminados.
  
- En el caso de obra nueva, y durante la fase de enyesados, uno o varios contenedores específicos para este tipo de residuos.

#### 5.8. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El Pliego de condiciones de la parte referente a residuos forma parte del contenido del Pliego de condiciones generales y particulares del proyecto.



INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD  
P.F.C. ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO RESIDENCIAL



Fecha: Murcia, Febrero de 2.015

Firmado: Eduardo Javier Martínez Marín  
Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad



---

# PROYECTO FIN DE CARRERA

Electrificación de Polígono  
Residencial

DOCUMENTO N<sup>o</sup>6

PRESUPUESTO

Titulación: I.T.I. ESP. ELECTRICIDAD  
Alumno: EDUARDO JAVIER MARTINEZ MARIN  
Directores: JUAN JOSÉ PORTERO RODRÍGUEZ  
ALFREDO CONESA TEJERINA

MURCIA FEBRERO DE 2015



## 6. PRESUPUESTO

### 6.1. PRESUPUESTO PARCIAL

#### 6.1.1. PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL

| DESCRIPCION  | UNIDAD | PRECIO UNIT | TOTAL               |
|--|--------|-------------|---------------------|
| Zanja 0,8x0,80 m excavación por medios mecanicos           | 10330  | 8,4         | 86.772,00 €         |
| Arena lavada para tendido de cables eléctricos             | 4000   | 14,8        | 59.200,00 €         |
| Arena lavada para cubrir cables eléctricos                 | 2000   | 14,7        | 29.400,00 €         |
| Placa señalización cables y protección mecanica enlazable  | 10400  | 2,65        | 27.560,00 €         |
| Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalizacion y control | 3460   | 6,3         | 21.798,00 €         |
| Cinta atención al cable (x2)                               | 10400  | 0,1         | 1.040,00 €          |
| Relleno zahorra, compactación por medios mecanicos         | 180    | 5,7         | 1.026,00 €          |
| Compactación de terreno                                    | 500    | 1,2         | 600,00 €            |
| Colocación baldosa 0,80 ancho                              | 13000  | 2,2         | 28.600,00 €         |
| <b>TOTAL</b>   |        |             | <b>255.996,00 €</b> |

| DESCRIPCION  | CANTIDAD | P. UNITARIO € | P. TOTAL €         |
|--|----------|---------------|--------------------|
| Zanja 0,8x1,10 m excavación por medios mecanicos           | 620      | 10,3          | 6.386,00 €         |
| Dos tubos DPN 160, tendido en zanja                        | 300      | 6,3           | 1.890,00 €         |
| Tapón para tubo DPN 160                                    | 40       | 1,15          | 46,00 €            |
| Sellado poliuretano boca tubo salidaCables                 | 63       | 0,5           | 31,50 €            |
| Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalizacion y control | 52       | 6,3           | 327,60 €           |
| Hormigón H=200   | 40       | 48,1          | 1.924,00 €         |
| Cinta atención al cable                                    | 620      | 0,1           | 62,00 €            |
| Relleno zahorra, compactación por medios mecanicos         | 440      | 10,3          | 4.532,00 €         |
| Compactación de terreno                                    | 30       | 6,2           | 186,00 €           |
| Aglomerado asfáltico                                       | 40       | 22,7          | 908,00 €           |
| <b>TOTAL</b>   |          |               | <b>16.293,10 €</b> |





| DESCRIPCION  | UNIDAD | PRECIO UNIT | TOTAL              |
|--|--------|-------------|--------------------|
| Zanja 0,8x1,40 m excavación por medios mecanicos           | 1120   | 14,5        | 16.240,00 €        |
| Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalizacion y control | 262,5  | 6,3         | 1.653,75 €         |
| Dos tubos DPN 160, tendido en zanja                        | 493,03 | 6,3         |                    |
| Hormigón H=200   | 60,58  | 57,15       | 3.462,15 €         |
| Cinta atención al cable                                    | 257,45 | 0,1         |                    |
| Relleno zahorra, compactación por medios mecanicos         | 55,53  | 8           | 444,24 €           |
| Prueba de compactación de terreno                          | 26,92  | 8           |                    |
| Aglomerado asfáltico                                       | 26,92  | 28,04       | 754,84 €           |
| <b>TOTAL</b>   |        |             | <b>22.554,97 €</b> |

| DESCRIPCION  | UNIDAD | PRECIO UNIT | TOTAL              |
|--|--------|-------------|--------------------|
| Zanja 0,5x1,00 m excavación por medios mecanicos           | 1926   | 14,5        | 27.927,00 €        |
| Tubo DPN 160, tendido en zanja para señalizacion y control | 262,5  | 6,3         | 1.653,75 €         |
| Dos tubos DPN 160, tendido en zanja                        | 493,03 | 6,3         |                    |
| Hormigón H=200   | 60,58  | 57,15       | 3.462,15 €         |
| Cinta atención al cable                                    | 257,45 | 0,1         |                    |
| Relleno zahorra, compactación por medios mecanicos         | 55,53  | 8           | 444,24 €           |
| Prueba de compactación de terreno                          | 26,92  | 8           |                    |
| Reposicion de acera  | 26,92  | 28,04       | 754,84 €           |
| <b>TOTAL</b>   |        |             | <b>34.241,97 €</b> |

| CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA (1 abonado)                   | CANTIDAD | P. UNITARIO € | P. TOTAL €        |
|---|----------|---------------|-------------------|
| Basamento hormigón prefabricado                                   | 10       | 6,88          | 68,80 €           |
| Caja GPM CPM1-D2-M  | 10       | 110,2         | 1.102,00 €        |
| Fusible 80 A  | 21       | 1,5           | 31,50 €           |
| Barra neutro NH-1   | 7        | 0,57          | 3,99 €            |
| Cerramiento obra civil módulo ADS                                 | 10       | 14,35         | 143,50 €          |
| Tubo PVC 120(X2)  | 35       | 1,5           | 52,50 €           |
| Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2   | 35       | 10            | 350,00 €          |
| Pica T.T. 2 m c/ grapa  | 7        | 1,3           | 9,10 €            |
| Marcado ADS y líneas según Norma iberdrola cartel peligro tension | 7        | 86,05         | 602,35 €          |
| <b>TOTAL</b>  |          |               | <b>2.363,74 €</b> |



| <b>CAJA GENERAL DE PROTECCION Y MEDIDA (2 abonado)</b>            | <b>CANTIDAD</b> | <b>P. UNITARIO €</b> | <b>P. TOTAL €</b>  |
|---|-----------------|----------------------|--------------------|
| Basamento hormigón prefabricado                                   | 240             | 6,88                 | 1.651,20 €         |
| Caja GPM CPM1-D2-M  | 230             | 220,2                | 50.646,00 €        |
| Fusible 80 A  | 699             | 1,5                  | 1.048,50 €         |
| Barra neutro NH-1   | 233             | 4,8                  | 1.118,40 €         |
| Cerramiento obra civil módulo ADS                                 | 233             | 14,35                | 3.343,55 €         |
| Tubo PVC 120(X2)  | 2673            | 1,5                  | 4.009,50 €         |
| Cable Cu 0,6/1KV 50 mm2   | 1116            | 10                   | 11.160,00 €        |
| Pica T.T. 2 m c/ grapa  | 209             | 1,3                  | 271,70 €           |
| Marcado ADS y líneas según Norma iberdrola cartel peligro tension | 260             | 1,9                  | 494,00 €           |
| <b>TOTAL</b>  |                 |                      | <b>73.742,85 €</b> |

#### 6.1.2. PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA BAJA TENSIÓN

| <b>LÍNEA CABLE 0,6/1 KV 3 (1x240)+1x150mm2 Al</b>                     | <b>CANTIDAD</b> | <b>P. UNITARIO €</b> | <b>P. TOTAL €</b>   |
|---|-----------------|----------------------|---------------------|
| Cable 0,6/1 KV 1x240 mm2 Al, tendido en Zanja                         | 31200           | 12,4                 | 386.880,00 €        |
| Encintado identificación cables colores verde, marrón, amarillo, gris | 202,66          | 0,2                  | 40,53 €             |
| Embridado mazo cables   | 20000           | 0,02                 | 400,00 €            |
| Empalmes de conexión  | 107             | 3,45                 | 369,15 €            |
| <b>TOTAL</b>  |                 |                      | <b>387.689,68 €</b> |

#### 6.1.3. PRESUPUESTO DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN



| <b>LINEA CABLE HEPRZ1 12/20 kV3x(1x150) mm2</b>                                      |        |      |                    |
|--|--------|------|--------------------|
| Cable aislamiento seco 12/20 KV HEPRZ1<br>1x150 mm2, tendido en zanja                | 2486   | 22,5 | 55.935,00 €        |
| Encintado identificación cables colores<br>negro, marron, amarillo, gris (cada 1.5m) | 2039,1 | 0,5  | 1019,55            |
| Embridado de cables<br>(cada 1.5m)   | 2039,1 | 0,5  | 1019,55            |
| <b>TOTAL</b>   |        |      | <b>83.075,28 €</b> |

#### 6.1.4. PRESUPUESTO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

| <b>PRESUPUESTO TRANSFORMADOR PFU-5</b>   |                    |
|--|--------------------|
| <b>OBRA CIVIL</b>  |                    |
| Edificio de Transformación: PFU-5  | 8.400,00 €         |
| <b>EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN TRANSFORMADOR EQUIPO DE BAJA TENSIÓN</b>  |                    |
| Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador  | 6.212,50 €         |
| Entrada / Salida 2: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador  | 6.212,50 €         |
| Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV   | 4.700,00 €         |
| Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles  | 4.512,00 €         |
|  | <b>21.637,00 €</b> |
| <b>TRANSFORMADOR</b>   |                    |
| Transformador aceite 24 kV   | 9.450,00 €         |
|  | <b>9.450,00 €</b>  |
| <b>EQUIPO DE BAJA TENSION</b>  |                    |
| Cuadros BT -B2 Transformador 1: CBTO   | 2.975,00 €         |
| Puentes BT -B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro   | 4.125,00 €         |
|  | <b>7.100,00 €</b>  |
| <b>RED DE TIERRAS</b>  |                    |
| Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular   | 1.285,00 €         |
| Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas  | 1.000,00 €         |
| Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras   | 925,00 €           |
| Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras   | 925,00 €           |
|  | <b>4.135,00 €</b>  |
| <b>VARIOS</b>  |                    |
| Defensa de Transformador 1: Protección física transformador  | 233,00 €           |
| Equipo de Protección y Control: ekorUCT -Unidad Compacta de Telemando<br>Defensa de Transformador 1: Protección física transformador | 8.500,00 €         |
| Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación  | 600,00 €           |
| Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra   | 700,00 €           |



|              |             |
|--------------|-------------|
|              | 10.033,00 € |
| <b>TOTAL</b> | 60.755,00 € |

| <b>PRESUPUESTO TRANSFORMADOR PFU-3</b>                              |               |
|---|---------------|
| <b>OBRA CIVIL</b>   | <b>PRECIO</b> |
| Edificio de Transformación: PFU-3                                   | 8.400,00 €    |
| <b>EQUIPO DE MEDIA TENSIÓN TRANSFORMADOR EQUIPO DE BAJA TENSIÓN</b> |               |
| Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador             | 6.212,50 €    |
| Entrada / Salida 2: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador             | 6.212,50 €    |
| Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV                      | 1.175,00 €    |
| Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles         | 3.500,00 €    |
|   | 17.100,00 €   |
| <b>TRANSFORMADOR</b>  |               |
| Transformador aceite 24 kV  | 9.450,00 €    |
|   | 9.450,00 €    |

| <b>EQUIPO DE BAJA TENSION</b>                                |            |
|--|------------|
| Cuadros BT -B2 Transformador 1: CBTO                         | 2.975,00 € |
| Puentes BT -B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro | 4.125,00 € |
|  | 7.100,00 € |

| <b>RED DE TIERRAS</b>  |            |
|--|------------|
| Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular           | 1.285,00 € |
| Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas              | 1.000,00 € |
| Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras | 925,00 €   |
| Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras | 925,00 €   |
|  | 4.135,00 € |

| <b>VARIOS</b>   |             |
|---|-------------|
| Defensa de Transformador 1: Protección física transformador   | 233,00 €    |
| Equipo de Protección y Control: ekorUCT -Unidad Compacta de Telemando Defensa de Transformador 1: Protección física transformador | 8.500,00 €  |
| Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación   | 600,00 €    |
| Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra  | 700,00 €    |
|   | 10.033,00 € |
| <b>TOTAL</b>  | 56.218,00 € |



| PRESUPUESTO TRANSFORMADOR MINOBLOK                                   |          |    |                     |
|--|----------|----|---------------------|
| OBRA CIVIL   |          |    |                     |
| Edificio de Transformación: miniBLOK                                 | 28525,00 | 12 | 342.300,00 €        |
| Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo Cuadrado              |          |    | 1.285,00 €          |
| Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas              |          |    | 1.000,00 €          |
| Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras |          |    | 0,00 €              |
| Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras |          |    | 0,00 €              |
| <b>TOTAL</b>   |          |    | <b>344.585,00 €</b> |

#### 6.1.5. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

| Descripción   | Total             |
|---|-------------------|
| <b>Total importe Protecciones individuales</b>                | 649,94 €          |
| <b>Total importe Protecciones colectivas</b>                  | 1.535,54 €        |
| <b>Total importe Inst. Higiene y Bienestar</b>                | 1.107,00 €        |
| <b>Total importe Medicina Preventiva de Primeros Auxilios</b> | 101,04 €          |
| <b>Total importe Formación</b>                                | 334,63 €          |
| <b>Neto del presupuesto completo</b>                          | <b>3.728,15 €</b> |
| <b>0% de imprevistos</b>                                      | 0,00 €            |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO UNITARIO</b>                             | <b>3.728,15 €</b> |



## 6.2. PRESUPUESTO TOTAL

|  |                |
|--|----------------|
| PRESUPUESTO TOTAL                          |                |
| Zanja acera baja 1 linea                   | 255.996,00 €   |
| Zanja acera baja 2 lineas y paso de calles | 16.293,10 €    |
| Linea cable baja tension                   | 387.689,68 €   |
| Cajas Generales de Proteccion 1 abonado    | 2.363,74 €     |
| Cajas Generales de Proteccion 2 abonados   | 73.742,85 €    |
| Zanja calzada media                        | 22.554,97 €    |
| Zanja acera media                          | 34.241,97 €    |
| Linea de media tension                     | 83.075,28 €    |
| <b>PRESUPUESTO TRANSFORMADOR PFU-5</b>     | 60.755,00 €    |
| <b>PRESUPUESTO TRANSFORMADOR PFU-3</b>     | 56.218,00 €    |
| PRESUPUESTO TRANSFORMADOR MINOBLOK         | 344.585,00 €   |
| Estudio basico de seguridad y salud        | 3.728,15 €     |
|  | 1.337.515,60 € |
| 5% trabajos de ingenieria                  | 80.250,93 €    |
|  | 1.417.766,54 € |
| iva 21%                                    | 297.730,97 €   |
| TOTAL                                      | 1.715.497,51 € |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de:

Un millón setecientos quince mil cuatrocientos noventa y siete euros con cincuenta y un centimos de euro.

Fecha: Murcia, Febrero de 2.015

Firmado: Eduardo Javier Martínez Marín

Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad