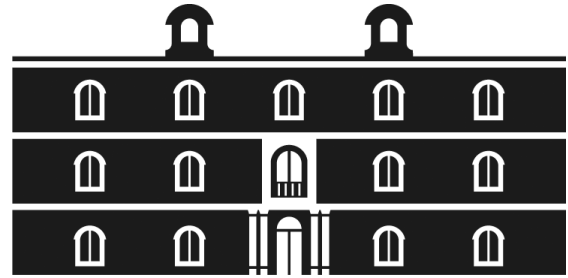


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**

etsii UPCT

# ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO RESIDENCIAL

**Titulación:** INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL

**Intensificación:** ELECTRICIDAD

**Alumno/a:** FRANCISCO CARLOS BAJES  
MONTROYA

**Director/a/s:** ALFREDO CONESA TEJERINA

Cartagena, 12 de FEBRERO de 20

# **ÍNDICE**

## **1. MEMORIA**

- 1.1. OBJETO DEL PROYECTO.**
- 1.2. TITULARES DE LA INSTALACIÓN: AL PRINCIPIO Y AL FINAL**
- 1.3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN.**
- 1.4. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES**
- 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 EJECUCION DE LAS INSTALACIONES**
- 1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**
  - 1.8.1. TRAZADO BT**
    - 1.8.1.1. LONGITUD**
    - 1.8.1.2. INICIO Y FINAL DE LA LÍNEA**
    - 1.8.1.3. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, PROXIMIDADES, ACOMETIDAS**
    - 1.8.1.4. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIRECCIÓN Y DNI**
  - 1.8.2. PUESTA A TIERRA**
  - 1.8.3. TRAZADO MT**
    - 1.8.3.1. PUNTO DE ENTRONQUE Y FINAL DE LINEA**
    - 1.8.3.2. LONGITUD EN M**
    - 1.8.3.3. TÉRMINO MUNICIPAL AFECTADO**
    - 1.8.3.4. RELACION DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS**
    - 1.8.3.5. RELACION DE PROPIETARIOS AFECTADOS, DIRECCIÓN Y DNI**
  - 1.8.4. MATERIALES**
    - 1.8.4.1. CONDUCTORES**
    - 1.8.4.2. AISLAMIENTOS**
    - 1.8.4.3. ACCESORIOS**
    - 1.8.4.4. PROTECCIONES ELECTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LINEA**
  - 1.8.5. ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO**

- 1.8.5.1. MEDIDAS DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD**
- 1.8.5.2. DIRECTAMENTE ENTERRADOS**
- 1.8.5.3. CANALIZACIÓN ENTUBADA**
- 1.8.5.4. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**
- 1.8.5.5. CRUZAMIENTOS**
- 1.8.5.6. PARALELISMOS**
- 1.8.6. PUESTA A TIERRA**
- 1.8.7. LOCAL CT**
  - 1.8.7.1. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**
  - 1.8.7.2. CIMENTACIÓN**
  - 1.8.7.3. SOLERA Y PAVIMENTO**
  - 1.8.7.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES**
  - 1.8.7.5. TABIQUERIA INTERIOR**
  - 1.8.7.6. CUBIERTAS**
  - 1.8.7.7. FORJADOS Y CUBIERTAS**
  - 1.8.7.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS**
  - 1.8.7.9. VARIOS**
  - 1.8.7.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO**
- 1.8.8. INSTALACION ELECTRICA**
  - 1.8.8.1. CARACTERISTICAS DE LA RED DE ALIMENTACION**
  - 1.8.8.2. CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSION**
    - 1.8.8.2.1.CELDA DE ENTRADA-SALIDA**
    - 1.8.8.2.2.CELDA DE PROTECCION**
    - 1.8.8.2.3.CELDA DE MEDIDA**
    - 1.8.8.2.4.CELDA DEL TRANSFORMADOR**
  - 1.8.8.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSION**
    - 1.8.8.3.1.EMBARRADO GENERAL**
    - 1.8.8.3.2.PIEZAS DE CONEXIÓN**
    - 1.8.8.3.3.AISLADORES DE PASO**
- 1.8.9. MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA**
- 1.8.10. PUESTA A TIERRA**
  - 1.8.10.1. TIERRA DE PROTECCION**
  - 1.8.10.2. TIERRA DE SERVICIO**
- 1.8.11. CUADRO GENERAL DE B.T. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO.**
- 1.8.12. INSTALACIONES SECUNDARIAS**
  - 1.8.12.1. ALUMBRADO**
  - 1.8.12.2. BATERIAS DE CONDENSADORES**
  - 1.8.12.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS**
  - 1.8.12.4. VENTILACION**
  - 1.8.12.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD**

## **1.9. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL**

## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.**

### **2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN**

#### **2.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA**

#### **2.1.2. INTENSIDAD**

#### **2.1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN**

#### **2.1.4 OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

#### **2.1.5 CÁLCULO DE LOS ANILLOS DE BAJA TENSIÓN**

##### **2.1.5.1 ANILLO 1**

###### **2.1.5.1.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**

###### **2.1.5.1.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**

###### **2.1.5.1.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**

###### **2.1.5.1.4 CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**

###### **2.1.5.1.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**

###### **2.1.5.1.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

###### **2.1.5.1.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**

###### **2.1.5.1.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 1**

##### **2.1.5.2 ANILLO 2**

###### **2.1.5.2.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**

###### **2.1.5.2.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**

###### **2.1.5.2.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**

###### **2.1.5.2.4 CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**

###### **2.1.5.2.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**

###### **2.1.5.2.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

###### **2.1.5.2.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**

###### **2.1.5.2.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 2**

##### **2.1.5.3 ANILLO 3**

###### **2.1.5.3.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**

###### **2.1.5.3.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**

- 2.1.5.3.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.3.4 CALCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.3.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.3.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.3.7 CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.3.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 3**

#### **2.1.5.4 ANILLO 4**

- 2.1.5.4.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**
- 2.1.5.4.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.4.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.4.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.4.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.4.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.4.7 CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.4.8 CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.4.9 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 1**

#### **2.1.5.5 ANILLO 5**

- 2.1.5.5.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**
- 2.1.5.5.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.5.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.5.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.5.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.5.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.5.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.5.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 5**

#### **2.1.5.6 ANILLO 6**

- 2.1.5.6.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**
- 2.1.5.6.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.6.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**
- 2.1.5.6.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**

**2.1.5.6.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**

**2.1.5.6.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

**2.1.5.6.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**

**2.1.5.6.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 6**

**2.1.5.7 ANILLO 7**

**2.1.5.7.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**

**2.1.5.7.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**

**2.1.5.7.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**

**2.1.5.7.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**

**2.1.5.7.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**

**2.1.5.7.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

**2.1.5.7.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**

**2.1.5.7.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 7**

**2.1.5.8 ANILLO 8**

**2.1.5.8.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**

**2.1.5.8.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**

**2.1.5.8.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**

**2.1.5.8.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**

**2.1.5.8.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**

**2.1.5.8.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

**2.1.5.8.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**

**2.1.5.8.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 8**

**2.1.5.9 ANILLO 9**

**2.1.5.9.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**

**2.1.5.9.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**

**2.1.5.9.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**

**2.1.5.9.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**

**2.1.5.9.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**

**2.1.5.9.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

- 2.1.5.9.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**
- 2.1.5.9.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 9**
- 2.1.5.10 ANILLO 10**
  - 2.1.5.10.1 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN**
  - 2.1.5.10.2 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1**
  - 2.1.5.10.3 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**
  - 2.1.5.10.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**
  - 2.1.5.10.5 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2**
  - 2.1.5.10.6 ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE LA RAMA 2**
  - 2.1.5.10.7 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**
  - 2.1.5.10.8 ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 10**

## **2.2 RED DE MEDIA TENSIÓN**

### **2.2.1. LINEA DE ALIMENTACIÓN DESDE LA ACOMETIDA HASTA EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE REPARTO**

- 2.2.1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA**
- 2.2.1.2. INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE**
- 2.2.1.3. CAÍDA DE TENSIÓN**
- 2.2.1.4. CORTOCIRCUITO**
- 2.2.1.5. CAPACIDAD DE TRANSPORTE**
- 2.2.1.6. 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**

### **2.2.2. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO**

- 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. CÁLCULO DEL ANILLO DE MEDIA TENSIÓN**

- 2.2.3.1. CAÍDA DE TENSIÓN**
- 2.2.3.2. CORTOCIRCUITO**
- 2.2.3.3. RESULTADO CÁLCULOS**
- 2.2.3.4. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN**

## **2.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

### **2.3.1. CÁLCULO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE 400KVA TIPO miniBLOCK (CT2,CT3,CT4,CT5).**

- 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 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

### **2.3.2. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400KVA TIPO PFU-5/20 (CT1)**

- 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 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 GARANTÍA**

##### **3.1.10.3. RECEPCIÓN DEFINITIVA**

#### **3.1.11. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

##### **3.1.11.1. MODO DE CONTRATACIÓN**

##### **3.1.11.2. PRESENTACIÓN**

##### **3.1.11.3. SELECCIÓN**

#### **3.1.12. 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 CONDICIONES 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 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. **OBRA CIVIL.**
- 3.5.1.4. **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 ORDENES**

### **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 HIJIE NE 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. METODOLOGIA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO.**
  - 4.1.4.1. ASPECTOS GENERALES.**
  - 4.1.4.2. IDENTIFICACION DE RIESGOS.**
  - 4.1.4.3. MEDIDAS DE PREVENCION NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.**
  - 4.1.4.4. PROTECCIONES.**
  - 4.1.4.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA.**
- 4.1.5. IDENTIFICACION DE RIESGOS.**
  - 4.1.5.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**
  - 4.1.5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARACTER GENERAL**
  - 4.1.5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARACTER 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 LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA Y BAJA TENSION**
    - 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. CERCANIA A LAS LINEAS DE ALTA Y MEDIA TENSION**
    - 4.1.5.4.4. TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRANEOS.**

**4.1.5.4.5. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE**

**4.1.6. CONCLUSION.**

**4.1.7. ANEXOS**

**4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACION COMPACTOS Y PREFABRICADOS.**

**4.2.1. OBJETO.**

**4.2.2. CARACTERISTICAS DE LA OBRA.**

**4.2.2.1. SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA.**

**4.2.2.2. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.**

**4.2.2.3. VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIENICOS.**

**4.2.2.4. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS 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. BOTIQUIN DE OBRA.**

**4.2.5. NORMATIVA APLICABLE.**

**4.2.5.1. NORMAS OFICIALES.**

**4.2.6. ANEXOS**

## **5. PLAN DE GESTION DE RESIDUOS**

**5.1. NORMATIVA DE REFERENCIA**

**5.1.1. DEFINICIONES.**

**5.1.2. DEFINICIONES.**

**5.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

**5.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.**

**5.3.1. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION**

**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 PREVIENCIA 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 OTROS OPERACIONES.**
- 5.8. **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

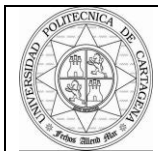
## **6. PRESUPUESTO**

- 6.1. **PRESUPUESTO DE MATERIALES Y ZANJAS PARA RED DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN**
- 6.2. **PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**
- 6.3. **PRESUPUESTO TOTAL**
- 6.4. **DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES Y RECURSOS UTILIZADOS.**

## **7. PLANOS**

- 7.1. **PLANO DE SITUACIÓN**
- 7.2. **PLANO DE EMPLAZAMIENTO**
- 7.3. **PLANO DE PLANTA GENERAL DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN**
- 7.4. **PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1**
- 7.5. **PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2**
- 7.6. **PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3**
- 7.7. **PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4**
- 7.8. **PLANO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 5**
- 7.9. **PLANO DE ZANJAS**
- 7.10. **PLANO TIPOS DE ZANJAS**
- 7.11. **PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR PFU 5/20**
- 7.12. **PLANO DE ESQUEMA UNIFILAR miniBlok CT2-CT3-CT4-CT5**
- 7.13. **PLANO TOMAS DE TIERRA MINIBLOK Y PFU 5/20**
- 7.14. **PLANO DE CGP, CONTADORES Y SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA**
- 7.15. **PLANO DE PLANTA ALZADO Y SECCIONES DE PFU 5/20**
- 7.16. **PLANO DE PLANTA ALZADO Y PERFIL MINIBLOK**





# 1. MEMORIA

## 1.1. OBJETO DEL PROYECTO.

Proyecto final de carrera por encargo del departamento de ingeniería eléctrica de la universidad politécnica de Cartagena.

El presente proyecto precisa de una instalación formada por 5 Centros de Transformación de Compañía de 1x400 KVA. de potencia, con una acometida a 20 KV para dar una tensión de servicio 400V en baja tensión mediante línea subterránea que alimenta a un conjunto de viviendas, equipamientos educativos, equipamientos sociales, jardines, zonas comunes y en Alta Tensión 20 kV a un abonado particular para una industria.

El proyecto se realiza con objeto de calcular las condiciones técnicas y de seguridad necesarias para la autorización de puesta en marcha del polígono residencial.

Para ello, se describirá en esta memoria las características y condiciones bajo las cuales se realizará la instalación, correspondientes a la legislación vigente según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias y el Reglamento de Alta Tensión.

## 1.2. TITULARES DE LA INSTALACIÓN: AL PRINCIPIO Y AL FINAL

Titular de la instalación inicial: Departamento de ingeniería eléctrica de la UPCT.

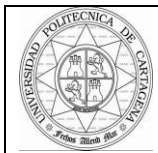
Domicilio social: Pza. del cronista Isidoro Valverde, Edif. La milatrosa, C.P.30202 (Cartagena)

C.I.F:..... Tlf: 968 325 400 Fax: 968 325 400

Titular de la instalación final: IBERDROLA DISTRIBUCIÓN SAU.

Domicilio social: C/ Sofía S/N, polígono industrial cabezo Beaza (Cartagena)

C.I.F: A-9507557 Tlf: 968 505 500 Fax: 968 395 759



### **1.3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN.**

Usuario: Departamento de ingeniería eléctrica de la universidad politécnica de Cartagena.  
Domicilio social: Pza. del cronista Isidoro Valverde, Edif. La Milagrosa, C.P.30202,  
(CARTAGENA)  
C.I.F: .....  
Tlf.: 952 338 973  
Fax: 952 333 763

### **1.4. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES**

El polígono residencial está ubicado en la zona Noroeste del barrio de Los Dolores perteneciente término municipal de Cartagena y queda limitado:

- Por el Norte con el Polígono de Santa Ana y el suelo no urbanizable.
- Por el Sur, el Barrio de Los Dolores.
- Por el Este, los terrenos que se expropiaron para el ferrocarril y la antigua carretera Nacional Cartagena – Murcia (N-301).
- Por el Oeste, con la carretera a La Aljorra (MU-602).

Siendo su posición geográfica aproximada con relación al meridiano inicial de Greenwich, la siguiente:

- Longitud oeste 1º 40'
- Latitud norte 37º 00'

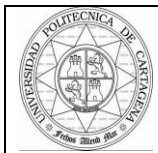
### **1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA**

#### **1.5.1. Red de Baja Tensión**

Está formado por un polígono residencial de ocho parcelas diseñadas para la creación de viviendas unifamiliares (1, 4, 5, 6-A, 6-B, 7, 8 y 9) y dos parcelas destinadas a edificios (2 y 3), cuatro zonas comunes con jardín, un equipamiento social y otro educativo.

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 dos centros de mando de 20 KW cada uno.





### **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 Reparto. Desde éste se desarrollará un anillo de MT en instalación subterránea que enlace los 5 CT ubicados en nuestro polígono y el suministro a un abonado en MT para una industria 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 5 Centros de Transformación con una potencia cada uno de 400 kVA, por lo que el total de potencia será de 2000 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.

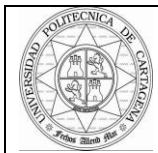
- CGMcosmos: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

#### *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 (0,6).

Estos coeficientes de simultaneidad, está establecido por Iberdrola para el cálculo de centros de transformación, el cuál se recoge en MT 2.03.02 CAPITULO II apartado 3.2 coeficiente de simultaneidad para zona de viviendas y comercios.

Desde 5 C.T de baja tensión de tipo prefabricado interior y mini block, 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.

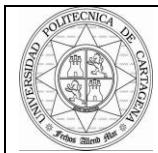
Las Cajas Generales de Protección, consisten en armarios de distribución PLT-1 sin compartimento de medida montados sobre zócalos de hormigón y recubierto de fábrica de ladrillo para el caso de edificio con viviendas de electrificación básica, y armarios PLT-2 CGP con compartimento para medida en el caso de las viviendas unifamiliares (1 CGP por dos viviendas).

## **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 3 de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



*Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad*  
*Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial*  
*Francisco Carlos Bajes Montoya*

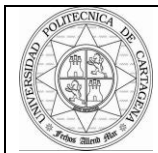


- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- 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 aparata 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**, Aparata bajo envolvente 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**, Aparata prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafluoruro de Azufre SF6 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 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

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

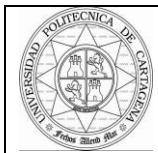
El plazo para la ejecución del proyecto, serán seis meses a partir de la autorización de todos los permisos administrativos.

## **1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

### **1.8.1. TRAZADO BT**

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

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



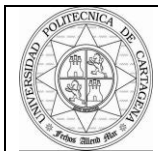
referencias fijas, como líneas en fachadas o bordillos. Asimismo, se tendrán en cuenta los radios de curvatura mínimos a respetar en los cambios de dirección. Cuando tenga que cruzar una calle, será lo más ortogonal posible a ella.

Las líneas subterráneas estarán formada por tres fases activas (un conductor por fase) más neutro (1 conductor por neutro) con sección especificada a continuación, y que han sido calculada en el anexo correspondiente de Cálculos Justificativos.

Los anillos estarán constituidos por un conductor de 240 mm<sup>2</sup> por fase activa y 1 conductor de 150 mm<sup>2</sup> para el neutro.

Se emplearán los conductores normalizados por Iberdrola S.A. con aislamiento de Polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo. Las características más comunes de estos conductores serán:

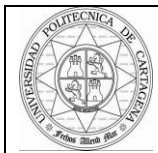
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>240mm<sup>2</sup></b>	<b>150mm<sup>2</sup></b>	<b>50mm<sup>2</sup></b>
Tipo constructivo	Unipolar	Unipolar	Unipolar
Naturaleza	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Tensión de servicio	1000 V	1000 V	1000 V
Cubierta	PVC	PVC	PVC
Espesor radial de aislamiento.	1,7mm	1,4mm	1mm
Diámetro s/aislamiento	22,9mm	18mm	10,9mm
Diámetro exterior	26,3mm	21,2mm	13,7mm
Peso (Kg/Km)	960	620	245
Radio min. curvatura.	135mm	85	55mm
I admisible a régimen permanente a 25°C	430A	330 A	180 A
C. Tensión entre fases	0,3 V/A Km	0,44 V/A Km	1,2 V/A Km



Relación de características de los anillos a instalar, con potencias longitudes.

- **Anillo 1:** CGP111; CGP17; CGP18; CGP1; CGP2; CGP3; CGP4; CGP5; CGP6 ; CGP16; CGP110.
- **Anillo 2:** CGP 19; CGP20; CGP21; CGP24; CGP25.
- **Anillo 3:** CGP 12; CGP13; CGP14; CGP15.
- **Anillo 4:** CGP7; CGP8; CGP9; CGP10; CGP11.
- **Anillo 5:** CGP22; CGP38; CGP39; CGP40; CGP41; CGP42; CGP43; CGP44; CGP45; CGP46; CGP47; CGP48; CGP49.
- **Anillo 6:** CGP26; CGP28; CGP29; CGP30; CGP31; CGP32; CGP33; CGP34; CGP35; CGP36; CGP37; CGP27.
- **Anillo 7:** CGP108; CGP109; CGP94; CGP95; CGP96; CGP97; CGP98; CGP99; CGP100; CGP101; CGP102; CGP103; CGP104; CGP105; CGP113; CGP114.
- **Anillo 8:** CGP115; CGP106; CGP107; CGP82; CGP83; CGP84; CGP85; CGP86; CGP87; CGP88; CGP89; CGP90; CGP91; CGP92; CGP93.
- **Anillo 9:** CGP112; CGP59; CGP60; CGP61; CGP62; CGP63; CGP64; CGP65; CGP50; CGP51; CGP52; CGP53; CGP54; CGP55; CGP56; CGP57; CGP58.
- **Anillo 10:** CGP66; CGP67; CGP68; CGP69; CGP70; CGP71; CGP72; CGP73; CGP74; CGP75; CGP76; CGP77; CGP78; CGP79; CGP80; CGP81.

CENTRO DE TRASFOMACIÓN	anillo	Potencia (KW)	Longitud (m)
1	1	319,29	472,6655
	2	343	276,6807
2	3	277,78	293,04384
	4	331,5	226,7011
3	5	325,13	375,5838
	6	325,8	420,0779
4	7	318,656	569,1425
	8	276,6505	507,0389
5	9	298,88	465,4467
	10	294,4	432,2019



### **1.8.1.1. LONGITUD**

La longitud global de todas las líneas subterráneas a estudio será de 4038,5 metros aproximadamente que estudiaremos con mayor detenimiento en el apartado dos del proyecto.

### **1.8.1.2. INICIO Y FINAL DE LA LÍNEA**

Hay cuatro inicios y cuatro finales de línea por cada transformador. El principio de las ramas de cada anillo se inicia en el centro de transformación correspondiente y el final en los armarios de seccionamiento y contadores instalados en la fachada de las viviendas, o en las cajas de centralización de contadores para el caso de escaleras de más de dos abonados

### **1.8.1.3. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, PROXIMIDADES, ACOMETIDAS**

#### 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

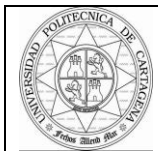
En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc. los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. Pero si en algún caso esto no resultara posible y la profundidad fuera inferior a 80cm, deberán protegerse con chapa de hierro, tubos de fundición y otras disposiciones que aseguren una resistencia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

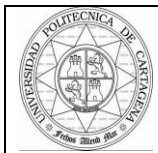
Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada 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

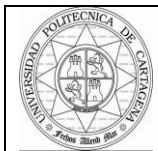
Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

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



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

No existen propietarios afectados.

#### **1.8.2. PUESTA A TIERRA**

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup> de Cu, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

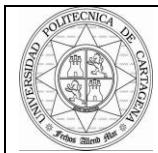
#### **1.8.3. TRAZADO MT**

La longitud total de la nueva L.S.M.T es de 4.422 m y discurre toda ella por el Término Municipal de Cartagena, prolongándose desde el punto de entronque con la red de Iberdrola y discurriendo posteriormente por la parcela de la que es objeto este proyecto, hasta enlazar con los nuevos C.T. en una distribución en anillo, situados en la parcela designada por el departamento de Ingeniería Eléctrica.

##### **1.8.3.1. PUNTO DE ENTRONQUE Y FINAL DE LINEA**

La conexión a la red de Iberdrola se realizará en el punto señalado en el plano de emplazamiento e indicado por Iberdrola en su carta de punto de conexión en la LSMT, el final de línea será en los nuevos CT prefabricado PFU4, 20 KV, para la electrificación de la parcela designada, Cartagena.

La conexión a la red de Iberdrola se realizará mediante dos juegos de empalmes de aislamiento seco y se integrará en el anillo de Iberdrola colocando en cada C.T. dos celdas de línea.



### **1.8.3.2. LONGITUD EN M**

1018,3715 m de la nueva L.S.M.T. (anillo de MT)

### **1.8.3.3. TÉRMINO MUNICIPAL AFECTADO**

Cartagena.

### **1.8.3.4. RELACION DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS**

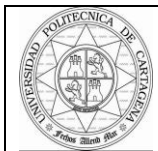
No procede.

### **1.8.3.5. RELACION DE PROPIETARIOS AFECTADOS, DIRECCIÓN Y DNI**

Ayuntamiento de Cartagena al atravesar la nueva línea por viales públicos.

### **1.8.4. MATERIALES**

La línea subterránea en M.T. se llevará a cabo mediante cable unipolar seco y cubierta especial HEPRZ1 20 KV de 240 mm<sup>2</sup> de sección de aluminio.



### 1.8.4.1. CONDUCTORES

3 Conductores HEPRZ1 20 KV de 240 mm<sup>2</sup> de sección de aluminio.

TIPO	HEPRZ1
SECCIÓN ALUMINIO	240 mm <sup>2</sup>
NATURALEZA DEL CONDUCTOR	aluminio
AISLAMIENTO	etileno propileno
NIVEL DE AISLAMIENTO	20KV
CUBIERTA EXTERIOR	Z1
PESO DEL CABLE	1570kg/km
DIÁMETRO DEL CONDUCTOR	36mm
RESISTENCIA A 20 °c	0.125 Ω/Km
CAPACIDAD	0.417 mF/km
REACTANCIA	0.104 Ω/Km.
INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE	429

### 1.8.4.2. AISLAMIENTOS

El cable unipolar HEPRZ1 tiene aislamiento etileno propileno EPR.

### 1.8.4.3. ACCESORIOS

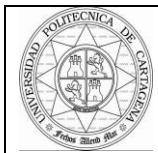
Se realizarán 2 empalmes secos entre la LSMT existente y la nueva.

Los empalmes y los 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 Manual Técnico de distribución correspondiente de Iberdrola cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

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



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

#### **1.8.4.4. PROTECCIONES ELECTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LINEA**

##### PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

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

Para la protección contra sobrecargas 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

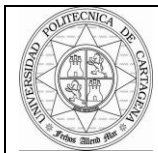
Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

#### **1.8.5. ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO**

##### **1.8.5.1. MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD**

###### Suministro y colocación de protección de tubo de PVC

Según Norma de Iberdrola, encima de la segunda capa de arena se colocará un tubo de PVC de 160 mm de protección de la línea subterránea cuando por la zanja discorra 1 línea, y por un tubo y placas cubre-cables de plástico cuando el número de líneas sea mayor.



### Colocación de la cinta de “Atención al cable”

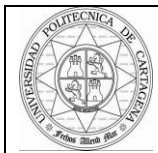
En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos “Atención a la existencia del cable”, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

#### **1.8.5.2. DIRECTAMENTE ENTERRADOS**

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

- a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- b) 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.
- c) Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3. Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

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



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.

En los planos 9.1, 9.2 y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de los cables y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja. El tubo de 160 mm ó de 125 mm que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoconductos de 40 mm, 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 13/48 MT 2.31.01 (04-03) 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 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.

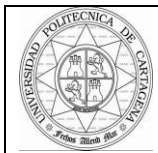
### **1.8.5.3. CANALIZACIÓN ENTUBADA**

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

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

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

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.

Los tubos para cables eléctricos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos, dejando siempre en el nivel superior el tubo para los cables de control.

En los planos 9.1, 9.2 y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

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

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión 14/48 MT 2.31.01 (04-03).

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

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón 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.

#### **1.8.5.4. CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos 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, destinado a este fin.

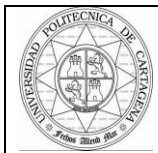
Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera. En las líneas de 20 kV con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup> de sección) se colocarán tubos de 200 mm, y se instalarán las tres fases por un solo tubo.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. 9.1, 9.2 y en las tablas del anexo, 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.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado 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 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 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, hincadora de tuberías o 15/48 MT 2.31.01 (04-03) 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.

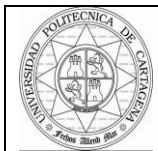
Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

#### **1.8.5.5. CRUZAMIENTOS**

A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

Con calles, caminos y carreteras: En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 9.3 para canalizaciones entubadas. Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. 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.

- Con otras conducciones de energía eléctrica: La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01 La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.



- Con cables de telecomunicación: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.
- Con canalizaciones de agua: Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.
- Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.

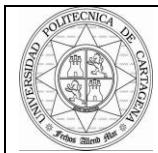
### **1.8.6. PARALELISMOS**

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Con otros conductores de energía eléctrica: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica las características están establecidas en la NI 52.95.01.

Con 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 mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,25 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.



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

Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.

### **1.8.7. PUESTA A TIERRA**

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

### **1.8.8. LOCAL CT**

Los Centros estarán ubicados en una caseta o envolvente independiente destinada únicamente a esta finalidad. En ella se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos, así como al transformador de potencia.

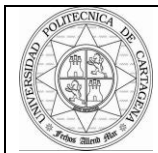
Para el diseño de estos centros de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos y accesos, al igual que las distancias mínimas entre elementos en tensión que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones interiores del C.T.C. vienen recogidas en el apartado 1.7.1.10. de la presente memoria y 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.

#### **1.8.7.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

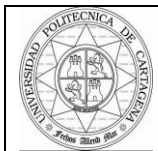
La obra en general deberá cumplir las disposiciones o Normas vigentes de la edificación, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación y las ordenanzas de policía de la construcción de los Ayuntamientos u otros Organismos que puedan resultar afectados.

El local que contenga al C.T. estará construido enteramente con materiales incombustibles (clase M0 según UNE 23727) al abrigo de toda humedad y filtración y no será atravesado por ninguna canalización, tubería de agua, de calefacción, de vapor, de aire caliente, de gas, o de telefónica.

El edificio prefabricado de hormigón está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanqueidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de  $300 \text{ kg/cm}^2$ . La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Según NTE/IPF la estructura y paramentos deben tener una RF 120 y las puertas de acceso al centro, como mínimo, una resistencia al fuego RF 30.



### 1.8.7.2. CIMENTACIÓN

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU 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.

#### Dimensiones de la excavación CT 1

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

#### Dimensiones de la excavación CT 2

Longitud:	4300 mm
Fondo:	4300 mm
Profundidad:	800 mm

#### Dimensiones de la excavación CT 3

Longitud:	4300 mm
Fondo:	4300 mm
Profundidad:	800 mm

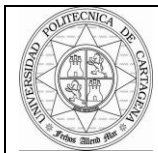
#### Dimensiones de la excavación CT 4

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

#### Dimensiones de la excavación CT 5

Longitud:	5260 mm
Fondo:	3180 mm
Profundidad:	560 mm

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



### **1.8.7.3. SOLERA Y PAVIMENTO**

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado previsto para soportar una sobrecarga de uso de 3500 Kg/m<sup>2</sup>, uniformemente repartida, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En este solado y en la parte inferior de las paredes frontal y posterior se encuentran convenientemente dispuestos los orificios practicables para los cables de MT, BT y tierras exteriores, teniéndose en cuenta el empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, mallas de tierra, etc.

En los huecos para transformador se dispondrán dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Los C.T irán circundados por acera, formada por baldosa hidráulica acanalada, con bordillo de piedra natural u hormigón, asentados ambos sobre la solera de hormigón y a la que se le deberá dar una pendiente de un 5% para facilitar la evacuación de aguas.

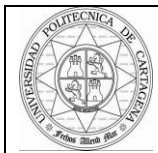
### **1.8.7.4. CERRAMIENTOS EXTERIORES**

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado, siendo incombustibles y suficientemente rígidos.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación.

Estarán provistas de un asa o puño para maniobrarlas, de anillas, bandas o cualquier otro dispositivo que permita un cierre temporal por candado y de una cerradura, la cual podrá abrirse desde el interior del C.T. sin llave.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la



entrada de insectos.

La puerta del transformador llevará en la parte inferior de una rejilla. Igualmente en la parte trasera superior del local se dispone otra rejilla de ventilación. Estas rejillas serán de varias lamas inclinadas hacia el exterior para impedir la entrada de aguas de hostigo y el objeto de las mismas es la aireación del recinto.

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

#### **1.8.7.5. TABIQUERIA INTERIOR**

No se hace necesaria la colocación de tabiquería interior.

#### **1.8.7.6. CUBIERTAS**

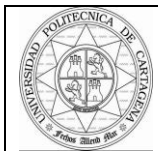
La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. Las piezas de hormigón serán con inserciones en la parte superior para su manipulación

#### **1.8.7.7. FORJADOS Y CUBIERTAS**

No procede al tratarse de un tipo de Centro prefabricado.

#### **1.8.7.8. ENLUCIDOS Y PINTURAS**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.



### 1.8.7.9. VARIOS

Las canalizaciones subterráneas enlazarán con el CT de forma que permitan el tendido directo de cables a partir de la vía de acceso o galería de servicios.

Los cables de alta tensión entrarán bajo tubo en el CT, llegando a la celda correspondiente por canal. En los tubos no se admitirán curvaturas. En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

Cuando el CT se encuentre con las puertas cerradas, el grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, así como la protección contra la entrada de objetos sólido extraños y agua del edificio prefabricado será IP23. En el caso de las rejillas será IP33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m<sup>2</sup> (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m<sup>2</sup>.

### 1.8.7.10. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DEL LOCAL PREFABRICADO

El edificio prefabricado debe ser del tipo EP-1; EP-1T ó EP-2, y cumplirá con las características generales especificadas en la Norma NI 50.40.04 "Edificios prefabricados de hormigón para Centros de Transformación de Superficie"

Los centros de transformación elegidos para el presente proyecto serán prefabricados de tipo EP-2 de 400 KVA para Compañía Ormazábal tipo PFU-4 y miniBLOCK, empleando para su aparellaje celdas modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Las dimensiones del C.T son las siguientes: PFU-4

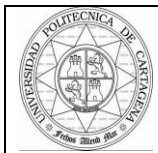
#### Dimensiones exteriores

Longitud:	4460 mm
Fondo:	2380 mm
Altura:	3045 mm
Altura vista:	2585 mm
Peso:	13465 kg

#### Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm





Altura: 2355

mm MiniBLOCK

Dimensiones exteriores

Longitud: 2100 mm

Fondo: 2100 mm

Altura: 2240 mm

Altura vista: 1540 mm

Peso: 7500 kg

## 1.8.8. INSTALACION ELECTRICA

### 1.8.8.1. CARACTERISTICAS DE LA RED DE ALIMENTACION

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 lista 2 (MIE- RAT 12), 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.

### 1.8.8.2. CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSION

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación.

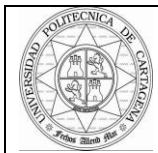
Celdas: CGMcosmos

Las celdas CGMcosmos forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos 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.).

Las partes que componen estas celdas son:

- *Base y frente*

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre



celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1740 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

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.

- *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 más de 30 años, 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 aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

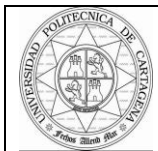
- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGMcosmos tiene 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.



#### - Conexión de cables

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

#### - Enclavamientos

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

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

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

#### -características eléctricas CGcosmos

Tensión nominal:24KV

Nivel de aislamiento

-frecuencia industrial (1min)

A tierra y entre fases: 50KV

A la distancia de seccionamiento: 60KV

-Impulso tipo rayo

A tierra y entre fases 125KV

A la distancia de seccionamiento 145KV

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

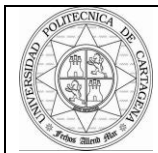
### **1.8.8.2.1. CELDA DE ENTRADA-SALIDA**

Entrada / Salida : 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 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.

*Características eléctricas:*

*Características físicas:*

Ancho: 365 mm  
Fondo: 735mm  
Alto: 1740mm  
Peso: 95kg

Otras características constructivas:

Mando interruptor: manual tipo B

E/S1, E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP

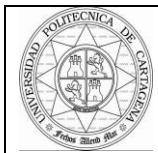
Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

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

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

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

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



*Características eléctricas:*

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 400 A

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

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

*Nivel de aislamiento*

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28

kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

*Capacidad de corte*

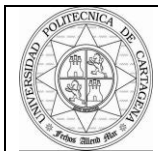
Corriente principalmente activa: 400 A

*Características físicas:*

- Ancho: 1190
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1300
- Peso: 270 kg

*Otras características constructivas*

- Mando interruptor 1: manual tipo B
- Mando interruptor 2: manual tipo B
- Mando posición con fusibles: manual tipo BR
- Intensidad fusibles: 3x25 A



### 1.8.8.2.2. CELDA DE PROTECCION

Protección Transformadores: 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 un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### *Características eléctricas:*

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada en el embarrado:	400 A
Intensidad asignada en la derivación:	200 A
Intensidad fusibles para transformador de 630 KVA:	3x63 A
Intensidad fusibles para transformador de 400 KVA:	3x40 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1s), cresta:	40 kA

#### Nivel de aislamiento

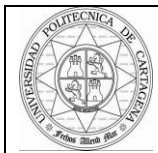
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre (cresta):	40 kA

#### *Capacidad de corte*

Corriente principalmente activa:	400 A
----------------------------------	-------

#### *Características físicas:*

Ancho:	470 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	140 kg



*Otras características constructivas:*

Mando posición con fusibles:                    manual tipo  
BR  
Combinación    interruptor-fusibles:  
combinados

### **1.8.8.2.3. CELDA DE MEDIDA**

No procede al tratarse de un Centro de Transformación de Compañía.

### **1.8.8.2.4. CELDA DEL TRANSFORMADOR**

Transformadores de 400 KVA 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).

*Otras características constructivas:*

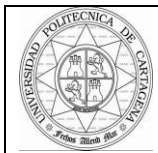
Regulación en el primario:                    + 2,5%, + 5%, + 7,5%,+ 10 %  
Tensión de cortocircuito (Ecc):            4%  
Grupo de conexión:                            Dyn11  
Protección incorporada al transformador:                    Termómetro

### **1.8.8.3. CARACTERISTICAS DEL MATERIAL VARIO DE ALTA TENSION**

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

#### *INDICADOR DE FUGA DE GAS*

Para controlar el estado de funcionamiento las cabinas están equipado con un manómetro, el cual verifica la sobrepresión de relleno de 0,3 bar desde el punto de vista del funcionamiento. Este indicador depende de las condiciones de presión y temperaturas ambientales.



#### *INDICACION DE PRESENCIA DE TENSION*

Para proceder a la comprobación de la presencia de tensión se suministra una unidad capacitiva, enchufable, cableada, cuyo punto de toma de tensión se encuentra en el pasatapas correspondiente.

#### **1.8.8.3.1. EMBARRADO GENERAL**

Las barras de A.T. son de cobre de sección rectangular con cantos redondeados, de dimensiones 50 x 5 mm, para una intensidad nominal de 400 A, siendo capaces de soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

#### **1.8.8.3.2. PIEZAS DE CONEXIÓN**

##### *INTERCONEXION DE ALTA TENSION*

- Puentes MT Transformador : Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al. El conductor empleado será HEPRZ-1.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

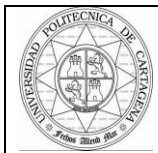
En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152.

##### *INTERCONEXION DE BAJA TENSION*

- Puentes BT - B2 Transformador : Puentes transformador-cuadro

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Polietileno reticulado y cubierta de PVC) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.





## AISLADORES DE APOYO

No procede.

### 1.8.8.3.3. AISLADORES DE PASO

El acoplamiento de las celdas se realiza por medio de unos pasabarras para la prolongación del embarrado, mediante el uso de los adaptadores de acoplamiento que, montados entre los dos pasatapas de diferentes celdas, sellan la unión de los mismos, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras de que se compone el elemento unión.

### 1.8.9. MEDIDA DE LA ENERGIA ELECTRICA

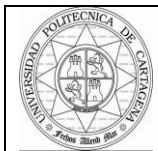
Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

### 1.8.10. PUESTA A TIERRA

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de Puesta a Tierra vienen reflejadas perfectamente (tensión de paso y tensión de contacto) en el Apartado 1 "*Prescripciones Generales de Seguridad*" del MIE-RAT 13 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación).

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la Puesta a Tierra de Protección y la línea de tierra de Puesta a Tierra de Servicio (neutro).

Las Puestas a Tierra de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separadas, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecen tierras unidas.



### **1.8.10.1. TIERRA DE PROTECCION**

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio y el mallazo equipotencial situado bajo la solera de 4 mm de diámetro de redondo y cuadrícula de 0,30x0,30 m a conectar en dos puntos opuestos del Centro. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

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

La tierra interior de protección se realizará con cable de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente. Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, especificado en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión".

### **1.8.10.2. TIERRA DE SERVICIO**

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

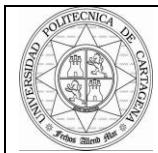
El sistema de tierras estará constituido exclusivamente de cobre, empleándose cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup> de sección, tipo DN-RA con una tensión asignada de 0,6/1 kV, (especificado en la norma NI 56.31.71 "Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV"), y picas cilíndricas de acero-cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. La tierra interior de servicio hasta la primer pica se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado 0,6/1 kV.

### **1.8.11. CUADRO GENERAL DE B.T. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO.**

- Cuadros BT - B2 Transformador : Cuadros Baja Tensión

El Cuadro de Baja Tensión (CBT) será del tipo Tipo AC-4 salidas + AM-4 salidas aceptado por Iberdrola (Norma NI 50.44.03).

El cuadro AC-4, es un conjunto de aparamenta 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.



### *Características descriptivas del cuadro de Baja Tensión:*

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida

En la parte superior del módulo AC-4 existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior.

Incorpora además un transformador de intensidad en la pletina de acometida de la fase R.

- Unidad funcional de control

En una caja situada en la parte superior del cuadro se instala el control y un amperímetro de carril con una aguja de máxima. La conexión del control a Cuadro de Baja Tensión se realizará directamente al embarrado vertical.

- Zona de salidas

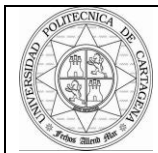
Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida, que son 4. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

### *-Características eléctricas*

Tensión asignada:	440 V
Intensidad asignada en los embarrados:	1000 A

### *Nivel de aislamiento*

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	8 kV
Entre fases:	2,5 kV
Impulso tipo rayo:	
A tierra y entre fases:	20 kV



- *Características constructivas:*

Anchura: 1000 mm  
Altura: 1360 mm  
Fondo: 350 mm

- *Otras características:*

Intensidad asignada en las salidas: 4 x 400 A

- *Otras características:*

Intensidad asignada en las salidas: 400 A

## **1.8.12. INSTALACIONES SECUNDARIAS**

### **1.8.12.1. ALUMBRADO**

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

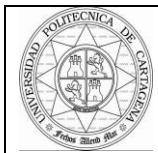
El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

El alumbrado interior del CT se realizará tomando del cuadro de B.T intercalando un cortocircuito fusible de 2A y un interruptor diferencial para la correcta protección de dicha instalación así como una base de enchufe de 16 A.

El interruptor de 10 A y 250 V accionará los puntos de luz necesarios para una correcta iluminación de todo el recinto del C.T.

El cable será de Cu de 2,5 mm<sup>2</sup> de 750 V alojado en tubo de PVC grapado sobre la pared.



### **1.8.12.2. BATERIAS DE CONDENSADORES**

No se ha previsto la instalación de baterías de condensadores.

### **1.8.12.3. PROTECCION CONTRA INCENDIOS**

Para la determinación de las prestaciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas
- La disponibilidad de medio públicos de lucha contra incendios

Se dispondrá un cortafuegos en el foso de recogida de aceite, constituido por un cerco o marco metálico que sujete un enrejado que garantice la contención de los guijarros que hacen la función de cortafuegos en caso de derrame de aceite del transformador. Este sistema irá apoyado sobre salientes constituidos por perfiles metálicos anclados en la bancada, bajo el transformador.

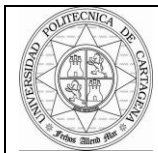
El foso de recogida de aceite tendrá revestimiento resistente y estanco. En dicho depósito o cubeta se dispondrán cortafuegos. Las dimensiones y la disposición del foso se pueden observar más detalladamente en el plano de detalle del foso de recogida de aceite en el apartado de planos.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos MO según Norma UNE 23727.

El volumen de aceite en el centro de transformación será:

Volumen total de dieléctrico:                    290 litros por CT.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento de la compañía suministradora con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los Centros de Transformación que estén bajo su vigilancia y control.



#### **1.8.12.4. VENTILACION**

Para conseguir una buena ventilación en las celdas, locales de transformadores, etc., con el fin de evitar calentamientos excesivos, se sigue las prescripciones indicadas en la instrucción MIE-RAT 14.

La ventilación natural del centro de transformación se realizará de modo natural mediante rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

Para asegurar una correcta ventilación del Centro de Transformación, la entrada de aire frío se realizará por la rejilla inferior de la puerta, siendo evacuado por las ranuras de la rejilla superior de la parte posterior y lateral adyacentes al transformador.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

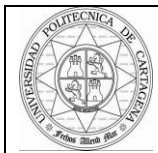
#### **1.8.12.5. MEDIDAS DE SEGURIDAD**

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimiento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, 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.

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.



***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajes Montoya***



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

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 media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad.

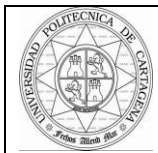
Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa porta documentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

La banqueta aislante está recogida en la NI 29.44.08 "Banquetas aislantes para maniobra"

Los guantes de goma aislantes están recogidos en la NI 29.20.11 "Guantes aislantes de la electricidad"



## 1.9. DESCRIPCIÓN DE LA 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 0,70 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.

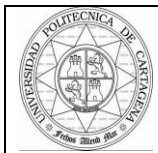
A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del 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, incisoria 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.

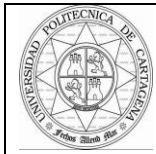


***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajes Montoya***



Fecha: Cartagena, Febrero de 2.014

Firmado: Francisco Carlos Bajes Montoya  
Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad



## 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.

PREVISION DE CARGAS			
PARCELA Nº	NUM. VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	ESCALERAS
1	11	ELEVADA	
2	95	BASICA	9
3	97	BASICA	9
4	20	ELEVADA	
5	24	ELEVADA	
6-A	17	ELEVADA	
6-B	14	ELEVADA	
7	32	ELEVADA	
8	24	ELEVADA	
9	23	ELEVADA	
EQUIPAMIENTO SOCIAL		Previsión de 10 W/m <sup>2</sup>	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5 W/m <sup>2</sup>	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m <sup>2</sup> .	
ALUMBRADO DE VIALES		DOS CENTROS DE MANDO 20 KW/UD.	

Empezamos a realizar la distribución de CGP (Cajas Generales de Protección) de las parcelas:

#### Parcela 1

En la parcela 1 hay 11 viviendas de electrificación elevada para las cuales usaremos 6 CGPs, distribuidos de la siguiente manera

- CGP 1 → 9,2 kW/vivienda por 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 2 → 9,2 kW/vivienda por 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 3 → 9,2 kW/vivienda por 1 vivienda = 9,2 kW
- CGP 4 → 9,2 kW/vivienda por 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 5 → 9,2 kW/vivienda por 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 6 → 9,2 kW/vivienda por 2 viviendas = 18,4 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P1} = 101,2KW$$



## Parcela 2

Esta parcela está constituida por 95 viviendas que distribuimos en 9 edificios de la siguiente manera:

- 5 edificios con 5 plantas cada uno y 2 viviendas por planta y un bajo.
- 4 edificios con 5 plantas cada uno y 2 viviendas por planta.

-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 con un consumo de 4,2KW

-El edificio tendrá 1 garaje con ventilación forzada que según la normativa tiene un consumo de  $20W/m^2$ , y cuya superficie será igual a la de la parcela 2 menos un 20% que formaría parte de los muros rampas etc. Quedando un consumo de 65.08KW.

Cada edificio tendrá su CGP. En cada CGP de cada edificio habrá que incluir el consumo del ascensor que ahora veremos, la potencia prevista para los servicios generales del edificio, la potencia de las viviendas de grado de electrificación básico, y los garajes tendrán su propia CGP.

La superficie del garajes será:

1. La superficie del garaje 1 será de  $4067.72m^2$  si reducimos esto un 20% nos queda una superficie total aprovechable de  **$3254.16m^2$**

Según RBET ITC-BT 10 apartado 3.4. la carga correspondiente a los garajes se calculará considerando un mínimo de  $20W/m^2$  para la ventilación forzada, con un mínimo de 3,45 kW a 230V y coeficiente de simultaneidad 1.

La carga correspondiente a los garajes, será:

- Garaje :  $3254.16m^2 \times 20W/m^2 = 65.08 \text{ kW}$



Una vez tenemos todas las especificaciones de la previsión de cargas, calculamos las CGPs:

- CGP 7 →  $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- CGP 8 →  $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- CGP 9 →  $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- CGP 10 →  $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- CGP 11 →  $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 12 →  $\text{Garaje } 3254,16 \text{ m}^2 \times 20 \text{ W/m}^2 = 65,08 \text{ kW}$
- CGP 13 →  $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 14 →  $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 15 →  $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 16 →  $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P2} = 709,88 \text{ KW}$$

### **Parcela 3**

Esta parcela está constituida por 97 viviendas que distribuimos en 9 edificios de la siguiente manera:

- 7 edificios con 5 plantas cada uno y 2 viviendas por planta y un bajo.
- 2 edificios con 5 plantas cada uno y 2 viviendas por planta.

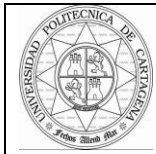
-Todos los edificios según la normativa tendrán un consumo mínimo de servicios generales de 3,45 KW según ITC-BT 10 apartado 3.2.

-Cada edificio dispondrá de un ascensor con un consumo de 4,2KW

-El edificio tendrá 2 aparcamientos que consumen lo mismo con ventilación forzada que según la normativa estos tienen un consumo de  $20 \text{ W/m}^2$ , y cuya superficie será igual a la de la parcela 2 menos un 20% que formaría parte de los muros rampas etc. Quedando un consumo de 33,427KW por garaje.

Cada edificio tendrá su CGP. En cada CGP de cada edificio habrá que incluir el consumo del ascensor que ahora veremos, la potencia prevista para los servicios generales del edificio, la potencia de las viviendas de grado de electrificación básico, y los garajes tendrán su propia CGP.

La superficie de los garajes será:



2. La superficie del garaje 1 será de  $2089,22m^2$  si reducimos esto un 20% nos queda una superficie total aprovechable de  **$1671,37m^2$**
3. La superficie del garaje 2 será de  $2089,22m^2$  si reducimos esto un 20% nos queda una superficie total aprovechable de  **$1671,37m^2$**

Según RBET ITC-BT 10 apartado 3.4. La carga correspondiente a los garajes se calculará considerando un mínimo de  $20W/m^2$  para la ventilación forzada, con un mínimo de 3,45 kW a 230V y coeficiente de simultaneidad 1.

La carga correspondiente a los garajes, será:

- Garaje 1:  $1671,37m^2 \times 20W/m^2 = 33,427 \text{ kW}$
- Garaje 2:  $1671,37m^2 \times 20W/m^2 = 33,427 \text{ kW}$

Una vez tenemos todas las especificaciones de la previsión de cargas, calculamos las CGPs:

- CGP 17  $\rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 18  $\rightarrow$  Garaje 1:  $1627,08m^2 \times 20W/m^2 = 33,427 \text{ kW}$
- CGP 19  $\rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 20  $\rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 21  $\rightarrow 10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- CGP 22  $\rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 23  $\rightarrow$  Garaje 2:  $1627,08m^2 \times 20W/m^2 = 33,427 \text{ kW}$
- CGP 24  $\rightarrow 10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- CGP 25  $\rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 26  $\rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- CGP 27  $\rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P3} = 723,15 \text{ KW}$$



#### **Parcela 4**

Tenemos 20 viviendas adosadas para las cuales usaremos 1 CGP por cada dos viviendas dándonos un total de 10 CGP`s.

- CGP 28 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 29 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 30 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 31 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 32 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 33 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 34 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 35 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 36 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 37 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P4} = 184KW$$

#### **Parcela 5**

Tenemos 24 viviendas adosadas para las cuales usaremos 1 CGP por cada dos viviendas dándonos un total de 12 CGP`s.

- CGP 38 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 39 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 40 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 41 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 42 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 43 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 44 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 45 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 46 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 47 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 48 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 49 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P5} = 220,8KW$$



### **Parcela 6-A**

Tenemos 17 viviendas adosadas para las cuales usaremos 1 CGP por cada dos viviendas quedando una vivienda que tendrá su propio CGP dándonos un total de 9 CGP`s.

- CGP 50 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 51 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 52 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 53 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 54 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 55 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 56 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 57 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 58 → 9,2 kW/vivienda x 1 viviendas = 9,2 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P6A} = 156,40KW$$

### **Parcela 6-B**

Tenemos 17 viviendas adosadas para las cuales usaremos 1 CGP por cada dos viviendas quedando una vivienda que tendrá su propio CGP dándonos un total de 7 CGP`s.

- CGP 59 → 9,2 kW/vivienda x 1 viviendas = 9,2 kW
- CGP 60 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 61 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 62 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 63 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 64 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 65 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P6B} = 128,8KW$$





## Parcela 7

Tenemos 32 viviendas adosadas para las cuales usaremos 1 CGP por cada dos viviendas dándonos un total de 16 CGP`s.

- CGP 66 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 67 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 68 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 69 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 70 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 71 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 72 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 73 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 74 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 75 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 76 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 77 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 78 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 79 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 80 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 81 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-P7} = 294,4KW$$



### Parcela 8

Tenemos 24 viviendas adosadas para las cuales usaremos 1 CGP por cada dos viviendas dándonos un total de 12 CGP`s.

- CGP 82 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 83 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 84 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 85 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 86 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 87 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 88 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 89 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 90 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 91 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 92 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 93 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-p8} = 220,8KW$$

### Parcela 9

Tenemos 23 viviendas adosadas para las cuales usaremos 1 CGP por cada dos viviendas quedando una vivienda que tendrá su propio CGP dándonos un total de 12 CGP`s.

- CGP 94 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 95 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 96 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 97 → 9,2 kW/vivienda x 1 viviendas = 9,2 kW
- CGP 98 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 99 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 100 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 101 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 102 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 103 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 104 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- CGP 105 → 9,2 kW/vivienda x 2 vivienda1 = 18,4 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-p9} = 211,60KW$$



### **Parcela de Equipamiento social**

Para la parcela de equipamiento social consideraremos una previsión de carga de  $10W/m^2$ , como la parcela tiene una superficie de  $4351,0945m^2$  la previsión de carga será:

$$4351,0945m^2 \times 10W/m^2 = 43,511 \text{ kW}$$

No se concentrará todo en una sola CGP por que no se conoce cuál será la entrada y para repartir la carga en dos CGP:

- CGP 106  $\rightarrow 43,511 / 2 = 21,6255 \text{ kW}$
- CGP 107  $\rightarrow 43,511 / 2 = 21,6255 \text{ kW}$

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-ES} = 43,511KW$$

### **Parcela de Equipamiento Educativo**

Para la parcela de Equipamiento educativo consideraremos una previsión de carga de  $5W/m^2$ , como la parcela tiene una superficie de  $1507,056m^2$  la previsión de carga será:

$$1507,056m^2 \times 5W/m^2 = 75,3552 \text{ kW}$$

No se concentrará todo en una sola CGP por que no se conoce cuál será la entrada y para poder repartir la carga en cuatro CGP:

- CGP 108  $\rightarrow 75,355 / 2 = 37,678 \text{ kW}$
- CGP 109  $\rightarrow 75,355 / 2 = 37,678 \text{ kW}$

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-EE} = 75,3552KW$$



## **1EL**

Según la descripción el jardín irá provisto de luminarias de Na 100W cada  $30m^2$ .

El apartado 3 del ITC-BT dice que la potencia mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

La superficie del espacio libre será de  $3810,106m^2$  por lo tanto la previsión de carga será:

$$P_{EL1} = 3810,106m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 22,861kW$$

Incluiremos en este jardín uno de los dos centros de mando del alumbrado de viales de 20kW.

- CGP 110 → 22,861kW kW
- CGP 111 → 20 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-EL1} = 42,861KW$$

## **2EL**

Según la descripción el jardín irá provisto de luminarias de Na 100W cada  $30m^2$ .

El apartado 3 del ITC-BT dice que la potencia mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

La superficie del espacio libre será de  $3480,39m^2$  por lo tanto la previsión de carga será:

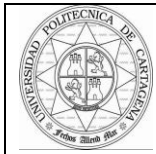
$$P_{EL2} = 3480,39m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 20,88kW$$

Por lo tanto tendremos un CGP de:

- CGP 112 → 20,88kW kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-EL2} = 20,88KW$$



### **Jardín 3EL**

Según la descripción el jardín irá provisto de luminarias de Na 100W cada  $30m^2$ .

El apartado 3 del ITC-BT dice que la potencia mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

La superficie del espacio libre será de  $1935,3m^2$  por lo tanto la previsión de carga será:

$$P_{EL3} = 1935,3m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 11,7kW$$

Incluiremos en este jardín uno de los dos centros de mando del alumbrado de viales de 20kW.

- CGP 113 → 11,7kW kW
- CGP 114 → 20 kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-EL3} = 31,7KW$$

### **Jardín 4EL**

Según la descripción el jardín irá provisto de luminarias de Na 100W cada  $30m^2$ .

El apartado 3 del ITC-BT dice que la potencia mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

La superficie del espacio libre será de  $2099,196m^2$  por lo tanto la previsión de carga será:

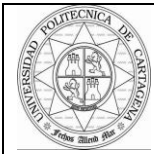
$$P_{ELA} = 2099,196m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 12,6kW$$

Por lo tanto tendremos un CGP de:

- CGP 115 → 12,6kW kW

Sumando las potencias de cada CGP obtenemos la potencia total de la parcela:

$$P_{total-ELA} = 12,6KW$$



### Carga total.

Parcela	Potencia en vatios
parcela 1	101,2
Parcela 2	709,88
Parcela 3	723,15
Parcela 4	184
Parcela 5	220,8
Parcela 6A	156,4
Parcela 6B	128,8
Parcela 7	294,4
Parcela 8	220,8
Parcela 9	211,6
ES	43,511
EE	75,3552
1EL	42,861
2EL	20,88
3EL	31,7
4EL	12,6
carga total	3177,9372

### **Cálculo del número de transformadores**

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

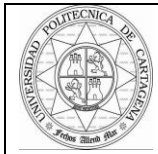
$$P_T = 3177,9372$$

Dividiendo esta potencia entre el factor de corrección  $\cos\phi=0.9$  obtenemos la potencia en KVA.

$$S_T = \frac{P_T}{\cos\phi} = \frac{3177,9372}{0,9} = 3531,333 \text{ kVA}$$

Para el cálculo del número de transformadores que vamos a usar para la alimentación de la zona proyectada, usaremos la siguiente expresión donde el coeficiente de simultaneidad para la zona de viviendas y comercios es de 0,4 según recoge el MT 2.03.02 CAPITULO II apartado 3.2.

$$n^{\circ} \text{ de trafos} = \frac{S_T \times CS}{S_{\text{TRAFO}}} = \frac{3531,333 \text{ kVA} \times 0,4}{400 \text{ kVA/trafo}} = 3,5313 \rightarrow 4 \text{ trafos}$$



Por las distancias del polígono residencial, con 4 transformadores no se cumplirían las distancias de protección por fusibles, por lo que usaremos 5 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.

$$PMT = \frac{\sum L \cdot P}{P_T}$$

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

$$P = \left( \frac{(n^{\circ} \text{viviEB} \times 5,75 \text{ kW}) + (n^{\circ} \text{ de viv EE} \times 9,2 \text{ kW})}{n^{\circ} \text{ de vivi}} \right) \cdot CS + P_{\sum \text{potencias de otros elementos}}$$

EB = Electrificación básica

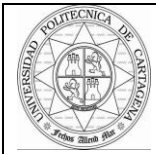
EE = Electrificación elevada

CS = coeficiente de simultaneidad según número de viviendas (ITC-BT 10)

El coeficiente de simultaneidad va en función del número total de viviendas de EB y EE

Y se calcula mediante la tabla siguiente.

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



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

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

P = Potencia de la rama

U= Tensión de la línea 400V

cosφ = factor de corrección de la instalación

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 por temperatura.

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

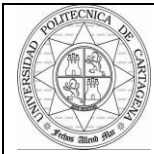
Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
90*	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83	

Para una temperatura del terreno de 25°C, K<sub>t</sub>=1





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

Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm <sup>2</sup>	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	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

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

**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

Para una profundidad de 0,7m,  $K_p=1$

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

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

La distancia entre grupos que aplicaremos a nuestra instalación, será de 400mm. 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 A.1 (UNE 211435):**  
**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<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

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

$$K_t = K_r \cdot K_p \cdot K_{t^a} = 1 \cdot 1 \cdot K_p = K_p$$

Entonces la intensidad máxima admisible del conductor será:

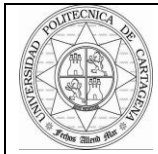
$$I_{max_{adm}} = I_{tablas} \cdot K_p$$

Teniendo que ser ésta mayor que  $I_n$

$$I_{max_{adm}} > I_n$$

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

$$f.s. = \frac{I_n}{I_{max_{adm}}} < 0,9$$



### Protección contra sobrecargas

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

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

Siendo:

$I_f$  = Corriente de fusión

$I_n$  = Corriente asignada de un cartucho fusible

$I_z$  = Corriente admisible para los 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.

$$L_{Fusible} > L_{Rama}$$

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre $I_n$ (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

### Comprobación de caída de tensión en la línea

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

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + Xtg\varphi)$$

Siendo:

P = Potencia de rama

L = Longitud de cada tramo.

U = Tensión asignada (400V)

R= Resistencia del conductor

X= Reactancia del conductor

$\cos\varphi=0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843$

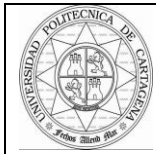


Tabla 1

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

Una vez establecidas todas las pautas para el cálculo de los anillos, procederemos a su cálculo.

### 2.1.2. INTENSIDAD

La intensidad máxima admisible, en amperios, para cables de conductores de aluminio en instalación enterrada para una sección nominal de 240mm<sup>2</sup> y para terna de cables unipolares es de 430 A.

Las intensidades de cálculo obtenidas tras aplicar las expresiones anteriormente expuestas presentan valores inferiores al máximo admisible para la sección elegida. En el apartado 2.1.5. se detallan las intensidades de cálculo de los distintos tramos de los que está formada la línea subterránea a estudio.

### 2.1.3 CAÍDAS DE TENSION

El valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 5 % de la tensión nominal.

Tras aplicar las expresiones anteriores al final de la línea se obtiene una caída de tensión inferior al 5 % en todos los anillos.

En el apartado 2.1.5. se detallan las caídas de tensión de los distintos tramos de los que está formada la línea subterránea a estudio.

### 2.1.4 OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

#### PROTECCIONES

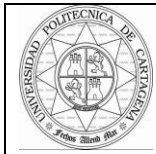
Se prevé la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos de 400 A, 315 A, 250 A, 200 A, 160 A, 125 A y 100 A de intensidad nominal.



## 2.1.5 CÁLCULO DE LOS ANILLOS DE BAJA TENSIÓN

En la instalación proyectada tenemos 10 anillos de baja tensión, la distribución de las cargas de cada uno de ellos se describe a continuación.

- **Anillo 1:** CGP111; CGP17; CGP18; CGP1; CGP2; CGP3; CGP4; CGP5; CGP6 ; CGP16; CGP110.
- **Anillo 2:** CGP 19; CGP20; CGP21; CGP24; CGP25.
- **Anillo 3:** CGP 12; CGP13; CGP14; CGP15.
- **Anillo 4:** CGP7; CGP8; CGP9; CGP10; CGP11.
- **Anillo 5:** CGP22; CGP38; CGP39; CGP40; CGP41; CGP42; CGP43; CGP44; CGP45; CGP46; CGP47; CGP48; CGP49.
- **Anillo 6:** CGP26; CGP28; CGP29; CGP30; CGP31; CGP32; CGP33; CGP34; CGP35; CGP36; CGP37; CGP27.
- **Anillo 7:** CGP108; CGP109; CGP94; CGP95; CGP96; CGP97; CGP98; CGP99; CGP100; CGP101; CGP102; CGP103; CGP104; CGP105; CGP113; CGP114.
- **Anillo 8:** CGP115; CGP106; CGP107; CGP82; CGP83; CGP84; CGP85; CGP86; CGP87; CGP88; CGP89; CGP90; CGP91; CGP92; CGP93.
- **Anillo 9:** CGP112; CGP59; CGP60; CGP61; CGP62; CGP63; CGP64; CGP65; CGP50; CGP51; CGP52; CGP53; CGP54; CGP55; CGP56; CGP57; CGP58.
- **Anillo 10:** CGP66; CGP67; CGP68; CGP69; CGP70; CGP71; CGP72; CGP73; CGP74; CGP75; CGP76; CGP77; CGP78; CGP79; CGP80; CGP81.



## 2.1.5.1. ANILLO 1

### 2.1.5.1.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	111	6,703	6,703	22,86	153,23058
2	17	19,9692	26,6722	70,9	1869,4545
3	18	107,3065	133,9787	18,4	2465,20808
4	1	18,2318	152,2105	18,4	2800,6732
5	2	48,1314	200,3419	9,2	1843,14548
6	3	37,21	237,5519	18,4	4370,95496
7	4	22,4775	260,0294	18,4	4784,54096
8	5	18,2106	278,24	18,4	5119,616
9	6	150,9306	429,1706	33,43	14347,1732
10	7	13,8721	443,0427	70,9	31052,8628
11	8	19,5996	462,6423	20	9252,846
12-ct		10,0232	472,6655		

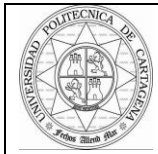
El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 7 a una distancia de:

$$\text{PMT} = 245,73$$

### 2.1.5.1.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

#### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	111	6,703	22,86	22,86
2	17	19,9692	11EB+7,65	70,09
3	18	107,3065	2EE	18,4
4	1	18,2318	2EE	18,4
5	2	48,1314	1EE	9,2
6	3	37,21	2EE	18,4



### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	EL	Ascensor y S.G.
11	7	18	13,7	7,09166667	22,86	7,65

**Potencia de la rama=127,666**

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorrectada	fdc
127,665833	204,744176	0,81	252,770587	260	210,6	0,97219457

$$S=150mm^2$$

**Intensidad corregida=210,6 > 204,74 válido**

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- $tg\varphi=0,4843$
- U=0.4

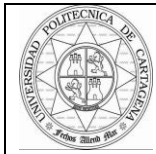
### 2.1.5.1.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la 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> <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*

**Fusible=160 L=280>237.65**



#### 2.1.5.1.4. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	6,703	127,67	0,12960378	0,12960378
2	19,9692	104,86	0,31713508	0,44673885
3	107,3065	93,00	1,51143755	1,95817641
4	18,2318	42,32	0,11685545	2,07503185
5	48,1314	27,60	0,20119229	2,27622414
6	37,21	18,40	0,10369343	2,37991758

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

EL conductor que usamos es

#### 2.1.5.1.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

##### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
8	4	18,2106	2EE	18,4
9	5	150,9306	2EE	18,4
10	6	13,8721	33,43	33,43
11	7	19,5996	11EB+7,65	70,9
12-ct	8	10,5996	20	20

##### Cálculo de la potencia de la rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	EL	Ascensor y S.G.
11	2	13	10,6	6,28076923	33,43	20	7,65

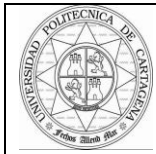
**Potencia de la rama=127,656**

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
127,656154	204,728652	0,81	252,751422	260	210,6	0,97212086

**S=150mm<sup>2</sup>**

**Intensidad corregida=210,6>204.72**





Características del conductor:

- $R=0,206$
- $X=0.075$
- $tg\varphi=0,4843$
- $U=0.4$

**2.1.5.1.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la 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
Fusibles "gG" 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

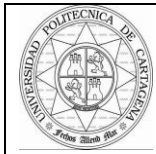
*Línea no protegida contra sobrecargas*

$$\text{Fusible}=200 \quad L=212 > 202.6129$$

**2.1.5.1.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
12-ct	10,0232	127,66	0,19378555	0,19378555
11	19,5996	112,80	0,3348433	0,52862885
10	13,8721	68,39	0,14368405	0,6723129
9	150,9306	34,96	0,79913928	1,47145219
8	18,2106	18,40	0,05074764	1,52219983

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.



### 2.1.5.1.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 1

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x150mm<sup>2</sup>) + 1x95mm<sup>2</sup>

Fusible rama 1: F=160

Fusible rama 2: F=200

### 2.1.5.2. ANILLO 2

#### 2.1.5.2.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	19	57,302	57,302	70,9	4062,7118
2	20	16,5633	73,8653	70,9	5237,04977
3	21	27,3309	101,1962	65,15	6592,93243
4	24	27,8181	129,0143	65,15	8405,28165
5	25	9,5881	138,6024	70,9	9826,91016
6-ct		138,0783	276,6807		

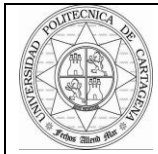
El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 3 a una distancia de:

$$PMT = 99,49$$

#### 2.1.5.2.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

##### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	19	57,302	11EE+7.65	70,9
2	20	16,5633	11EE+7.65	70,9



### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje l	EL	Ascensor y S.G.
22	0	22	15,5	5,75	0	0	15,3

**Potencia de la rama=104,425**

P	I	factor de corrección (Kt)	l <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
104,425	167,471672	0,81	206,75515	340	275,4	0,60810338

$$S=240mm^2$$

**Intensidad corregida=275,4 > 167,47 válido**

Características del conductor:

- R=0,125
- X=0.07
- tgφ=0,4843
- U=0.4

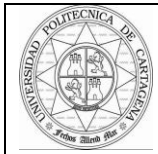
### 2.1.5.2.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la 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> <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*

**Fusible=250 L=247>73,86 válido**



#### 2.1.5.2.4. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	57,302	104,43	0,59426604	0,59426604
2	16,5632	60,55	0,09960131	0,69386735

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

#### 2.1.5.2.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

##### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
4	21	27,8189	10EE+7,65	65,15
5	24	9,5881	10EE+7,65	65,15
6-ct	25	138,0783	11EE+7,65	70,9

##### Cálculo de la potencia de la rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje l	EL	Ascensor y S.G.
32	0	32	20,5	5,75	0	0	22,95

**Potencia de la rama=140,825**

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
140,825	225,848199	0,81	278,824937	340	275,4	0,82007334

$$S=240mm^2$$

**Intensidad corregida=275,4>225,848199 Válido**

##### Características del conductor:

- R=0,125
- X=0.0757
- $tg\varphi=0,4843$
- U=0.4



### 2.1.5.2.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

Linea no protegida contra sobrecargas

Fusible=250 L=247>175,4853 válido

### 2.1.5.2.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
6-ct	138,0783	140,83	1,93113146	1,93113146
5	9,5881	64,18	0,06110899	1,99224045
4	27,8189	56,53	0,15616625	2,14840669

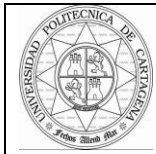
Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

### 2.1.5.2.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 2

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x240mm<sup>2</sup>) + 1x150mm<sup>2</sup>

Fusible rama 1: F=250

Fusible rama 2: F=250



### 2.1.5.3. ANILLO 3

#### 2.1.5.3.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	12	102,394	102,394	65,08	6663,80152
2	13	9,2949	111,6889	70,9	7918,74301
3	14	9,02024	120,70914	70,9	8558,27803
4	15	21,5187	142,22784	70,9	10083,9539
5-ct		150,816			

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 3 a una distancia de:

$$PMT = 119,61$$

#### 2.1.5.3.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

##### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	12	102,394	65,08	65,08
2	13	9,2949	11EB+7.65	70,9

Cálculo de la potencia de la rama 1

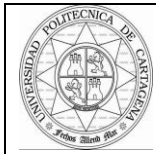
nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje l	EL	Ascensor y S.G.
11	0	11	9,2	5,75	65,08	0	7,65

Potencia de la rama=125,63KW

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	fdc
125,63	201,479206	0,81	248,739761	260	210,6	0,95669139

$$S=150mm^2$$

Intensidad corregida=210,6 > 201,479206 válido



Características del conductor:

- $R=0,206$
- $X=0.075$
- $\text{tg}\varphi=0,4843$
- $U=0.4$

**2.1.5.3.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1**

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

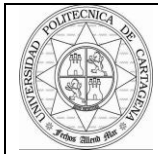
■ Línea no protegida contra sobrecargas

**Fusible=250 L=161>111,41424 válido**

**2.1.5.3.4. CALCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1**

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	102,394	125,63	1,94823628	1,94823628
2	9,2949	60,55	0,08523788	2,03347416

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.



### 2.1.5.3.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

#### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
4	14	21,5187	11EB+7,65	70,9
5-ct	15	150.8160	11EB+7,65	70,9

#### Cálculo de la potencia de la rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Ascensor y S.G.
22	0	22	15,8	5,75	15,3

Potencia de la rama=106,15KW

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
106,15	170,238142	0,81	210,170546	260	210,6	0,80834825

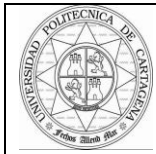
$$S=150mm^2$$

Intensidad corregida=210,6>170,238142 Válido

#### Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- $\text{tg}\varphi=0,4843$
- U=0.4





### 2.1.5.3.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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*

Fusible=200 L=212>172.3347 válido

### 2.1.5.3.7. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
5-ct	150,816	106,15	2,424606	2,424606
4	21,5187	60,55	0,19733492	2,62194091

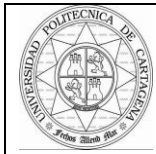
Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

### 2.1.5.3.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 3

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x150mm<sup>2</sup>) + 1x95mm<sup>2</sup>

Fusible rama 1: F=250

Fusible rama 2: F=200



#### 2.1.5.4. ANILLO 4

##### 2.1.5.4.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	7	63,4714	63,4714	65,15	4135,16171
2	8	12,4821	75,9535	65,15	4948,37053
3	9	12,4821	88,4356	65,15	5761,57934
4	10	13,9411	102,3767	65,15	6669,84201
5	11	12,4822	114,8589	70,9	8143,49601
6-ct		112,1121			

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 4 a una distancia de:

$$PMT = 89,47$$

#### Rama 1

##### 2.1.5.4.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

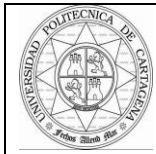
tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	7	63,4714	10EB+7.65	65,15
2	8	12,4821	10EB+7.65	65,15
3	9	12,4821	10EB+7.65	65,15

#### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Ascensor y S.G.
30	0	30	19,8	5,75	22,95

**Potencia de la rama=136,8KW**

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	fdc
136,8	219,393102	0,81	270,855682	340	275,4	0,79663436



$$S=240\text{mm}^2$$

Intensidad corregida=275,4 > 219,393102 válido

Características del conductor:

- $R=0,125$
- $X=0.07$
- $\text{tg}\varphi=0,4843$
- $U=0.4$

### 2.1.5.4.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

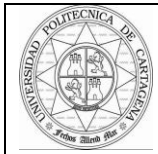
Linea no protegida contra sobrecargas

Fusible=250 L=247>88,4356 válido

### 2.1.5.4.4. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	63,4714	136,80	0,86232469	0,86232469
2	12,4821	100,40	0,12445949	0,98678418
3	12,4821	56,53	0,07007045	1,05685463

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.



#### 2.1.5.4.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

##### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
5	11	12,4822	10EB+7,65	65,15
6-ct	12	112,1121	11EB+7,65	70,9

##### Cálculo de la potencia de la rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	Ascensor y S.G.
21	0	21	15,3	5,75	15,3

Potencia de la rama=103,275KW

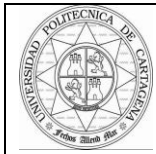
P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
103,275	165,627358	0,81	204,47822	340	275,4	0,60140653

$$S=240mm^2$$

Intensidad corregida=275,4>165,627358 Válido

##### Características del conductor:

- R=0,125
- X=0.07
- tgφ=0,4843
- U=0.4



#### 2.1.5.4.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

Fusible=250 L=247>224,59 válido

#### 2.1.5.4.7. CÁLCULO DE LA CAIDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
6-ct	112,1121	103,28	1,14988481	1,14988481
5	12,4821	56,53	0,07007045	1,21995526

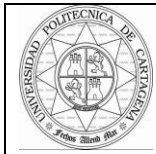
Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

#### 2.1.5.4.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 1

**AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x240mm<sup>2</sup>) + 1x150mm<sup>2</sup>**

**Fusible rama 1: F=250**

**Fusible rama 2: F=250**



## 2.1.5.5. ANILLO 5

### 2.1.5.5.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	22	31,98	31,98	70,9	2267,382
2	38	80,5246	112,5046	18,4	2070,08464
3	39	16,5931	129,0977	18,4	2375,39768
4	40	16,5931	145,6908	18,4	2680,71072
5	41	16,5931	162,2839	18,4	2986,02376
6	42	16,5931	178,877	18,4	3291,3368
7	43	44,38	223,257	18,4	4107,9288
8	44	18	241,257	18,4	4439,1288
9	45	33,1921	274,4491	18,4	5049,86344
10	46	16,5943	291,0434	18,4	5355,19856
11	47	16,5943	307,6377	18,4	5660,53368
12	48	16,5943	324,232	18,4	5965,8688
13	49	16,5943	340,8263	18,4	6271,20392
14	23	40,2651	381,0914	33,43	12739,8855
15-ct		21,0892	402,1806		

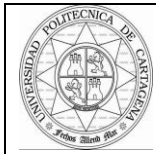
El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 7 a una distancia de:

$$\text{PMT} = 167,6$$

### 2.1.5.5.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

#### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	22	31.98	11EB+7.65	70,9
2	38	80.5246	2EE	18,4
3	39	16,5931	2EE	18,4
4	40	16,5931	2EE	18,4
5	41	16,5931	2EE	18,4
6	42	16,5931	2EE	18,4



### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	Ascensor y S.G.
11	10	21	15,3	7,39285714	7,65

Potencia de la rama=120,761 KW

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	lconductor seleccionado	lcorregida	fdc
120,760714	193,670086	0,81	239,098871	260	210.6	0,91961104

$$S=150mm^2$$

Intensidad corregida=210.6 > 193,670086 válido

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- $tg\varphi=0,4843$
- U=0.4

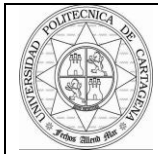
### 2.1.5.5.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

Linea no protegida contra sobrecargas

Fusible=200 L=212>178.877 válido



#### 2.1.5.5.4. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	31,98	120,76	0,58489636	0,58489636
2	80,5246	71,76	0,87515457	1,46005093
3	16,5931	64,40	0,16184048	1,62189141
4	16,5931	49,68	0,12484837	1,74673978
5	16,5931	34,96	0,08785626	1,83459604
6	16,5931	18,4	0,04624014	1,88083617

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

#### 2.1.5.5.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

##### Rama 2

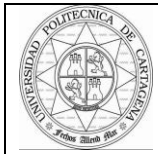
tramo	CGP	longitud	carga	potencia
8	43	18	2EE	18,4
9	44	33,1921	2EE	18,4
10	45	16,5943	2EE	18,4
11	46	16,5943	2EE	18,4
12	47	16,5943	2EE	18,4
13	48	16,5943	2EE	18,4
14	49	40,2651	2EE	18,4
15-ct	23	21,0892	33,43	33,43

##### Cálculo de la potencia de la rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I
0	12	12	9,9	9,2	33,43

**Potencia de la rama=124,51KW**





P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
124,51	199,683006	0,81	246,522229	260	210,6	0,94816242

$$S=150mm^2$$

**Intensidad corregida=275,4>220,339315 Válido**

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- $tg\varphi=0,4843$
- U=0.4

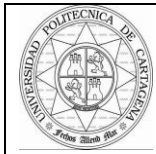
#### 2.1.5.5.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

<b>Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados</b>						
I <sub>cc</sub> I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

Linea no protegida contra sobrecargas

**Fusible=200 L=212>178,9236 válido**



### 2.1.5.5.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	21,0892	137,39	0,4388226	0,4388226
2	40,5621	103,96	0,63864639	1,07746899
3	16,5943	91,08	0,22890523	1,30637422
4	16,5943	78,20	0,19653479	1,50290901
5	16,5943	64,40	0,16185218	1,6647612
6	16,5943	49,68	0,1248574	1,7896186
7	33,1921	34,96	0,17574376	1,96536236
8	18	18,4	0,05016076	2,01552311

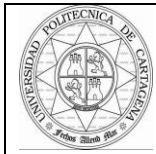
Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

### 2.1.5.5.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 5

**AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x150mm<sup>2</sup>) + 1x95mm<sup>2</sup>**

**Fusible rama 1: F=200**

**Fusible rama 2: F=200**



## 2.1.5.6. ANILLO 6

### 2.1.5.6.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	26	25,618	25,618	70,09	1795,56562
2	28	41,266	66,884	18,4	1230,6656
3	29	16,1623	83,0463	18,4	1528,05192
4	30	16,1623	99,2086	18,4	1825,43824
5	31	16,1623	115,3709	18,4	2122,82456
6	32	43,1958	158,5667	18,4	2917,62728
7	33	17,5376	176,1043	18,4	3240,31912
8	34	33,315	209,4193	18,4	3853,31512
9	35	16,0337	225,453	18,4	4148,3352
10	36	16,0329	241,4859	18,4	4443,34056
11	37	16,0323	257,5182	18,4	4738,33488
12	27	87,9	345,4182	70,09	24210,3616
13-ct		36,4931	381,9113	0	0

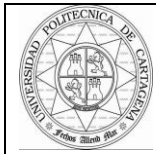
El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 7 a una distancia de:

$$\text{PMT} = 172.91$$

### 2.1.5.6.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

#### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	26	25.618	11EB+7.65	70,9
2	28	41,266	2EE	18,4
3	29	16,1623	2EE	18,4
4	30	16,1623	2EE	18,4
5	31	16,1623	2EE	18,4
6	32	43,1958	2EE	18,4



### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	Ascensor y S.G.
11	10	21	15,3	7,39285714	7,65

Potencia de la rama=120,761 KW

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
120,760714	193,670086	0,81	239,098871	260	210,6	0,91961104

$$S=150mm^2$$

Intensidad corregida=210,6 > 193,670086 válido

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- tgφ=0,4843
- U=0.4

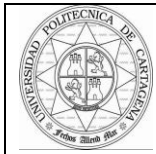
### 2.1.5.6.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

Linea no protegida contra sobrecargas

Fusible=250 L=212>158.5667 válido



#### 2.1.5.6.4. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	25,618	120,76	0,46853893	0,46853893
2	41,266	78,20	0,48873437	0,9572733
3	16,1623	64,40	0,15763868	1,11491198
4	16,1623	49,68	0,12160698	1,23651896
5	16,1623	34,96	0,08557528	1,32209425
6	43,1958	18,4	0,12037411	1,44246836

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido

#### 2.1.5.6.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

##### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
8	33	33,315	2EE	18,4
9	34	16,0337	2EE	18,4
10	35	16,0329	2EE	18,4
11	36	16,0323	2EE	18,4
12	37	87.9	2EE	18,4
13-ct	27	36.4931	11EB+7.65	70,9

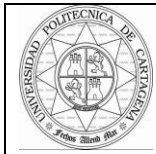
nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	Ascensor y S.G.
11	8	19	14.3	7.20263158	7,65

**Potencia de la rama=110.648 KW**

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
110.647632	177.451222	0,81	219.075583	260	210,6	0,91961104

$$S=150mm^2$$

**Intensidad corregida=210,6 > 177.45122 válido**



Características del conductor:

- $R=0,206$
- $X=0.075$
- $tg\varphi=0,4843$
- $U=0.4$

**2.1.5.6.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2**

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la 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
Fusibles "gG" 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

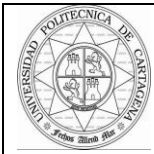
*Línea no protegida contra sobrecargas*

**Fusible=200 L=212>205.807 válido**

**2.1.5.6.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2**

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
13-ct	74,4002	120,76	1,36073815	1,36073815
12	44,2708	78,20	0,52432176	1,88505991
11	16,0322	64,40	0,15636975	2,04142966
10	16,0329	49,68	0,12063336	2,16206303
9	16,0329	34,96	0,08489014	2,24695317
8	33,315	18,4	0,0928392	2,33979237

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.



## 2.1.5.6.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 6

AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x150mm<sup>2</sup>) + 1x95mm<sup>2</sup>

Fusible rama 1: F=250

Fusible rama 2: F=200

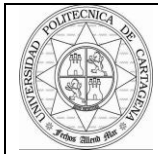
## 2.1.5.7. ANILLO 7

### 2.1.5.7.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	108	104,7227	104,7227	37,678	3945,74189
2	109	73,2508	177,9735	18,4	3274,7124
3	94	14,999	192,9725	18,4	3550,694
4	95	14,9997	207,9722	18,4	3826,68848
5	96	30,3116	238,2838	9,2	2192,21096
6	97	13,6157	251,8995	18,4	4634,9508
7	98	15	266,8995	18,4	4910,9508
8	99	15	281,8995	18,4	5186,9508
9	100	37,7167	319,6162	18,4	5880,93808
10	101	16,5356	336,1518	18,4	6185,19312
11	102	14,9302	351,082	18,4	6459,9088
12	103	14,9099	365,9919	18,4	6734,25096
13	104	14,8408	380,8327	18,4	7007,32168
14	105	48,4724	429,3051	11,7	5022,86967
15	113	38,3	467,6051	20	9352,102
16	114	61,16	528,7651	37,678	19922,8114
17-ct		40,3774	569,1425		

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 9 a una distancia de:

$$\text{PMT} = 307,82$$



## 2.1.5.7.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	108	104,7227	37,678	18,4
2	109	73,2508	2EE	18,4
3	94	14,999	2EE	18,4
4	95	14,9997	2EE	18,4
5	96	30,3116	1EE	9,2
6	97	13,6157	2EE	18,4
7	98	15	2EE	18,4
8	99	15	2EE	18,4

### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	EE
0	13	13	10,6	9,2	37,678

**Potencia de la rama=103,96 KW**

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
135,198	216,823894	0,81	267,683819	340	275,4	0,78730535

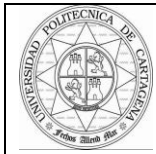
$$S=240\text{mm}^2$$

**Intensidad corregida=275,4 > 216,823894 válido**

### Características del conductor:

- R=0,125
- X=0.07
- $\text{tg}\varphi=0,4843$
- U=0.4





### 2.1.5.7.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

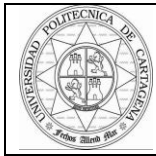
■ Línea no protegida contra sobrecargas

Fusible=200 L=326>281,8995 válido

### 2.1.5.7.4. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	104,7227	135,20	1,40610498	1,40610498
2	73,2508	109,80	0,79876929	2,20487427
3	14,999	97,52	0,14526555	2,35013982
4	14,9997	71,76	0,10689851	2,45703833
5	30,3116	57,40	0,1727935	2,62983183
6	13,6157	49,68	0,06717818	2,69701001
7	15	34,96	0,0520798	2,74908981
8	15	18,4	0,02741042	2,77650023

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.



## 2.1.5.7.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
10	100	16,5356	2EE	18,4
11	101	14,9302	2EE	18,4
12	102	14,9099	2EE	18,4
13	103	14,8408	2EE	18,4
14	104	48,4724	2EE	18,4
15	105	38,3	11,7	11,7
16	113	61,16	20	20
17-ct	114	40,3774	37,678	37,678

### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	EE	EL	L
0	10	10	8,5	9,2	37,678	11,7	20

Potencia de la rama=147,578 KW

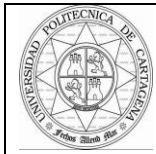
P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
147,578	236,678328	0,81	292,195466	340	275,4	0,85939843

$$S=240mm^2$$

Intensidad corregida=275,4 > 236,678328 válido

### Características del conductor:

- R=0,125
- X=0.07
- tgφ=0,4843
- U=0.4



### 2.1.5.7.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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*

Fusible=200 L=326>249,52 válido

### 2.1.5.7.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
17-ct	40,3734	147,58	0,59173001	0,59173001
16	61,16	109,90	0,66753158	1,25926159
15	38,3	89,90	0,34195197	1,60121356
14	48,4724	78,20	0,37645054	1,9776641
13	14,9099	64,40	0,09536022	2,07302432
12	14,9099	49,68	0,0735636	2,14658792
11	14,9302	34,96	0,05183746	2,19842538
10	16,5356	18,4	0,03021652	2,22864189

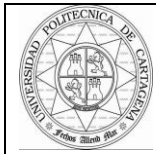
Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

### 2.1.5.7.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 9

**AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x240mm<sup>2</sup>) + 1x150mm<sup>2</sup>**

**Fusible rama 1: F=200**

**Fusible rama 2: F=200**



## 2.1.5.8. ANILLO 8

### 2.1.5.8.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	115	20,9377	20,9377	12,6	263,81502
2	107	68,2759	89,2136	21,6255	1929,28871
3	82	58,92	148,1336	18,4	2725,65824
4	83	17,1003	165,2339	18,4	3040,30376
5	84	17,1799	182,4138	18,4	3356,41392
6	85	17,1982	199,612	18,4	3672,8608
7	86	17,1928	216,8048	18,4	3989,20832
8	87	38,4677	255,2725	18,4	4697,014
9	88	35,3771	290,6496	18,4	5347,95264
10	89	17,0976	307,7472	18,4	5662,54848
11	90	17,0999	324,8471	18,4	5977,18664
12	91	17,0986	341,9457	18,4	6291,80088
13	92	17,0986	359,0443	18,4	6606,41512
14	93	35,1706	394,2149	18,4	7253,55416
15	106	56,69	450,9049	21,625	9750,81846
16-ct		56,134	507,0389		

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 8 a una distancia de:

$$\text{PMT} = 255,07m$$

### 2.1.5.8.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

#### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	115	20,9377	12,6	12,6
2	107	68,2759	21,6255	21,6255
3	82	58,92	2EE	18,4
4	83	17,1003	2EE	18,4
5	84	17,1799	2EE	18,4
6	85	17,1982	2EE	18,4
7	86	17,38,4677	2EE	18,4



### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	ES	EL
0	10	10	8,5	9,2	21,625	12,6

**Potencia de la rama=112,425 KW**

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
112,425	180,301678	0,81	222,594664	260	210,6	0,85613332

$$S=150mm^2$$

**Intensidad corregida=210,6 > 180,301678 válido**

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- tgφ=0,4843
- U=0.4

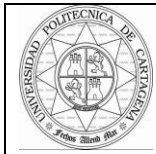
### 2.1.5.8.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

<b>Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados</b>						
I <sub>cc</sub> I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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*

**Fusible=160 L=280>216,8048 válido**



#### 2.1.5.8.4. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	20,937	112,43	0,35649308	0,35649308
2	68,2759	99,82	1,03218789	1,38868097
3	58,92	78,20	0,69781974	2,08650071
4	17,1003	64,40	0,16678744	2,25328815
5	17,1799	49,68	0,12926352	2,38255167
6	17,1928	34,96	0,09103152	2,47358319
7	17,1928	18,4	0,04791133	2,52149452

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

#### 2.1.5.8.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

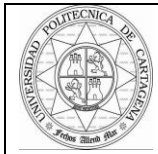
##### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
9	87	35,3771	2EE	18,4
10	88	17,0976	2EE	18,4
11	89	17,0999	2EE	18,4
12	90	17,0986	2EE	18,4
13	91	17,0986	2EE	18,4
14	92	35,1706	2EE	18,4
15	93	56,69	2EE	18,4
16-ct	106	56,134	21,625	21,625

##### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	EE	EL	L
0	10	10	8,5	9,2	37,678	11,7	20

Potencia de la rama=147,578 KW



P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
125,585	201,407038	0,81	248,650664	260	210,6	0,95634871

$$S=150mm^2$$

**Intensidad corregida=210.6 > 201.70708 válido**

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- $tg\varphi=0,4843$
- U=0.4

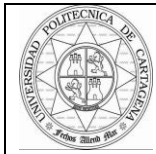
#### 2.1.5.8.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

<b>Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados</b>						
I <sub>cc</sub> I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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*

**Fusible=160 L=326>269,7524 válido**



#### 2.1.5.8.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
16-ct	56,134	125,59	1,06767118	1,06767118
15	56,69	103,96	0,89257863	1,96024981
14	35,1706	91,08	0,48515058	2,44540039
13	17,0986	78,20	0,20250748	2,64790787
12	17,0986	64,40	0,16677086	2,81467873
11	17,0999	49,68	0,12866159	2,94334032
10	17,0976	34,96	0,09052746	3,03386778
9	35,3771	18,4	0,09858567	3,13245346

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

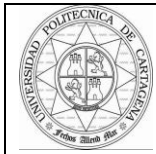
#### 2.1.5.8.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 10

**AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x150mm<sup>2</sup>) + 1x95mm<sup>2</sup>**

**Fusible rama 1: F=160**

**Fusible rama 2: F=160**





## 2.1.5.9. ANILLO 9

### 2.1.5.9.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	112	12,6824	12,6824	22,88	290,173312
2	59	33,782	46,4644	9,2	427,47248
3	60	15,3	61,7644	18,4	1136,46496
4	61	15,3	77,0644	18,4	1417,98496
5	62	15,3	92,3644	18,4	1699,50496
6	63	15,3	107,6644	18,4	1981,02496
7	64	15,3	122,9644	18,4	2262,54496
8	65	15,3	138,2644	18,4	2544,06496
9	50	81,803	220,0674	18,4	4049,24016
10	51	15,3	235,3674	18,4	4330,76016
11	52	15,3	250,6674	18,4	4612,28016
12	53	15,31	265,9774	18,4	4893,98416
13	54	15,338	281,3154	18,4	5176,20336
14	55	15,3	296,6154	18,4	5457,72336
15	56	15,3115	311,9269	18,4	5739,45496
16	57	15,3	327,2269	18,4	6020,97496
17	58	16,338	343,5649	9,2	3160,79708
18-ct		121,8818	465,4467		

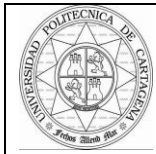
El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 9 a una distancia de:

$$\text{PMT} = 184,69$$

### 2.1.5.9.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

#### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	112	12,6824	22,88	22,88
2	59	33,782	1EE	9,2
3	60	15,3	2EE	18,4
4	61	15,3	2EE	18,4
5	62	15,3	2EE	18,4
6	63	15,3	2EE	18,4
7	64	15,3	2EE	18,4
8	65	15,3	2EE	18,4



### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm	EL
0	13	13	10,6	9,2	22,88

Potencia de la rama=120,4 KW

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
120,4	193,09159	0,81	238,384679	260	210,6	0,91686415

$$S=150mm^2$$

Intensidad corregida=210,6 > 193,09159 válido

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- tgφ=0,4843
- U=0.4

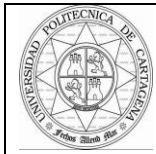
### 2.1.5.9.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

Linea no protegida contra sobrecargas

Fusible=250 L=161>138,2644 válido



#### 2.1.5.9.4. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	12,6824	120,76	0,23195402	0,23195402
2	33,782	97,52	0,49894515	0,73089917
3	15,3	91,08	0,21105139	0,94195056
4	15,3	78,20	0,18120574	1,1231563
5	15,3	64,40	0,14922825	1,27238455
6	15,3	49,68	0,11511894	1,38750349
7	15,3	34,96	0,08100962	1,46851311
8	15,3	18,4	0,04263664	1,51114976

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

#### 2.1.5.9.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

##### Rama 2

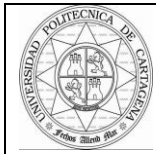
tramo	CGP	longitud	carga	potencia
10	50	15,3	2EE	18,4
11	51	15,3	2EE	18,4
12	52	15,31	2EE	18,4
13	53	15,338	2EE	18,4
14	54	15,3	2EE	18,4
15	55	15,3115	2EE	18,4
16	56	15,3	2EE	18,4
17	57	16,338	2EE	18,4
18-ct	58	121,8818	1EE	9,2

##### Cálculo de la potencia de la rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm
0	17	17	13,1	9,2

**Potencia de la rama=120,52 KW**

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
120,52	193,28404	0,81	238,622272	260	210,6	0,91777797



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

Intensidad corregida=210,6 > 193,28404 válido

Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- $\text{tg}\varphi=0,4843$
- U=0.4

### 2.1.5.9.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

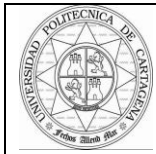
Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" Calibre In (A)	100	125	160	200	250	315
4 x 50 Al	192	156	117	89	67	51
3 x 95 + 1 x 50 Al	255	207	156	118	90	67
3 x 150 + 1 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*

Fusible=160 L=280>245,3793 válido

### 2.1.5.9.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
18-ct	121,8818	120,52	2,22470146	2,22470146
17	16,338	109,48	0,27089902	2,49560049
16	15,3	97,52	0,22597421	2,7215747
15	15,3115	84,64	0,19627598	2,91785068
14	15,3	71,73	0,16621339	3,08406407
13	15,338	57,04	0,13250187	3,21656594
12	15,31	42,32	0,09812838	3,31469432
10	15,3	27,6	0,06395497	3,37864928
9	15,3	9,2	0,02131832	3,39996761



Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

### 2.1.5.9.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 7

**AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x150mm<sup>2</sup>) + 1x95mm<sup>2</sup>**

**Fusible rama 1: F=250**

**Fusible rama 2: F=160**

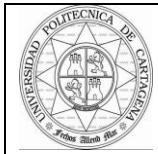
### 2.1.5.10. ANILLO 10

#### 2.1.5.10.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MÍNIMA TENSIÓN

Tramo	CGP	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1	66	76,903	76,903	18,4	1415,0152
2	67	15,7983	92,7013	18,4	1705,70392
3	68	15,7987	108,5	18,4	1996,4
4	69	15,799	124,299	18,4	2287,1016
5	70	15,7993	140,0983	18,4	2577,80872
6	71	15,7995	155,8978	18,4	2868,51952
7	72	33,6487	189,5465	18,4	3487,6556
8	73	37,4484	226,9949	18,4	4176,70616
9	74	15,7976	242,7925	18,4	4467,382
10	75	15,7976	258,5901	18,4	4758,05784
11	76	15,7976	274,3877	18,4	5048,73368
12	77	15,7976	290,1853	18,4	5339,40952
13	78	15,7976	305,9829	18,4	5630,08536
14	79	15,7976	321,7805	18,4	5920,7612
15	80	34,2184	355,9989	18,4	6550,37976
16	81	16,3186	372,3175	18,4	6850,642
17-ct		59,8844	432,2019		

El punto de mínima tensión se encuentra en el tramo 8 a una distancia de:

$$\text{PMT} = 221,06$$



## 2.1.5.10.2. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 1

### Rama 1

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
1	66	76,903	2EE	18,4
2	67	15,7983	2EE	18,4
3	68	15,7987	2EE	18,4
4	69	115,799	2EE	18,4
5	70	15,7993	2EE	18,4
6	71	15,7995	2EE	18,4
7	72	33,6487	2EE	18,4

### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS	Pm
0	14	14	11,3	9,2

Potencia de la rama=103,96 KW

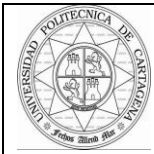
P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
103,96	166,725928	0,81	205,834479	260	210,6	0,79167107

$$S=150mm^2$$

Intensidad corregida=210,6 > 166,725928 válido

### Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- $tg\varphi=0,4843$
- U=0.4



### 2.1.5.10.3. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN DE LA RAMA 1

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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

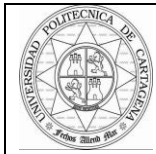
*Línea no protegida contra sobrecargas*

Fusible=200 L=212>189,5465 válido

### 2.1.5.10.4. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	76,903	103,96	1,21083039	1,21083039
2	15,7983	91,08	0,21792504	1,42875543
3	15,7987	78,20	0,1871121	1,61586752
4	15,799	64,40	0,15409524	1,76996276
5	15,7993	49,68	0,11887573	1,88883849
6	15,7995	34,96	0,08365435	1,97249284
7	33,6487	18,4	0,09376913	2,06626197

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.



## 2.1.5.10.5. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR DE LA RAMA 2

### Rama 2

tramo	CGP	longitud	carga	potencia
9	73	15,7976	2EE	18,4
10	74	15,7976	2EE	18,4
11	75	15,7976	2EE	18,4
12	76	15,7976	2EE	18,4
13	77	15,7976	2EE	18,4
14	78	15,7976	2EE	18,4
15	79	34,2184	2EE	18,4
16	80	16,3186	2EE	18,4
17-ct	81	59,8844	1EE	9,2

### Cálculo de la potencia de la rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm
0	18	18	13,7	9,2

Potencia de la rama=126,04 KW

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	fdc
126,04	202,136744	0,81	249,551536	260	210,6	0,9598136

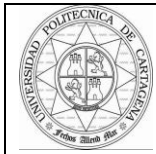
$$S=150mm^2$$

Intensidad corregida=210,6 > 202,136744 válido

### Características del conductor:

- R=0,206
- X=0.075
- tgφ=0,4843
- U=0.4





### 2.1.5.10.6. ELECCIÓN DEL FUSIBLE DE LA RAMA 2

Para la elección del fusible usaremos la tabla siguiente eligiéndolo en función de la longitud de la rama.

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
Icc I máxima	580	715	950	1250	1650	2200
Fusibles "gG" 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*

Fusible=200 L=212>205,207 válido

### 2.1.5.10.7. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA RAMA 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	59,8844	126,04	1,14313061	1,14313061
2	16,3186	115,00	0,28421991	1,42735052
3	34,2184	103,96	0,53876544	1,96611596
4	15,7976	91,08	0,21791539	2,18403135
5	15,7976	78,20	0,18709907	2,37113041
6	15,7976	64,4	0,15408159	2,525212
7	15,7976	49,68	0,11886294	2,64407494
8	15,7976	34,96	0,08364429	2,72771923
9	15,7976	18,4	0,04402331	2,77174254

Como la caída de tensión es inferior al 5% es válido.

### 2.1.5.10.8. ELECCIÓN FINAL DEL CONDUCTOR Y DE LOS FUSIBLES DEL ANILLO 8

**AL XZ1 0,6/1kV 3x(1x150mm<sup>2</sup>) + 1x95mm<sup>2</sup>**

**Fusible rama 1: F=200**

**Fusible rama 2: F=200**



## 2.2. RED DE MEDIA TENSIÓN

### 2.2.1. LINEA DE ALIMENTACIÓN DESDE LA ACOMETIDA HASTA EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE REPARTO

#### 2.2.1.1. PREVISIÓN DE POTENCIA

La potencia máxima que debe soportar el conductor corresponde a los 5 centros de transformación conectados en anillo y el centro de transformación de abonado.

Los centros de transformación son de 400 KVA, por lo tanto la potencia total será:

$$S = 6 \cdot 400 = 2400 \text{ KVA}$$

Para el cálculo de la sección del conductor usaremos tres criterios:

1. Calentamiento
2. Caída de tensión
3. Cortocircuito

#### 2.2.1.2. INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

La intensidad viene dada por:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{2,4 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 69.28(A)$$

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	–	–	–	–

Para una instalación de cables directamente enterrados con cinco ternos por zanja y una separación entre los ternos de 0.2m cuyo factor de corrección es  $k_t = 0.64$ .

$$I_{tablas} = \frac{I}{K_t} = \frac{69.28}{0.64} = 108,25(A)$$

Según la intensidad calculada anteriormente nos vamos a la tabla de cables Eprotenax compact.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Conductores de Cu					
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
	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	-	-

Sería suficiente con un conductor de sección  $50mm^2$  , pero Iberdrola no aconseja instalar conductores de sección inferior a  $150mm^2$  (MT 2.03.20(04-03) pag.(26-55)), por lo tanto escogemos el conductor de sección de  $150mm^2$  con intensidad máxima admisible de  $275(A)$

$$I_c = I_{M adm} \cdot k_t = 275 \cdot 0,64 = 176 > 69,28 \rightarrow \text{válido}$$



### 2.2.1.3. CAÍDA DE TENSIÓN

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

$\Delta U$  = caída de tensión en voltios

$I$  = intensidad en amperios

$L$  = Longitud de la línea en Km

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

$X$  = reactancia a la frecuencia de 50Hz en  $\Omega/\text{km}$

La longitud en el plano sería de 0.17Km, pero dado que ese punto no es en el que se conecta la línea añadiremos 0.33Km hasta el punto de entronque de la subestación más cercana por lo tanto  $L=0.5\text{km}$ .

$$R = 0.277\Omega/\text{km}$$

$$X = 0.112\Omega/\text{km}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 69.28 \cdot 0.5 \cdot (0.277 \cdot 0.9 + 0.112 \cdot 0.435) = 17.91$$

$$\% \Delta U = \frac{17.91 \cdot 100}{20000} = 0.08955 < 5\%$$

Es válido ya que según la norma la caída de tensión tiene que ser menos al 5%.

### 2.2.1.4. CORTOCIRCUITO

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en  $\text{A}/\text{mm}^2$ , para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51



Para un conductor HEPR con temperatura de trabajo de  $145\text{ }^{\circ}\text{K}$ , tenemos una densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito para 0,5 segundos de  $126\text{ A/mm}^2$

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10\text{KA}$$

$$sección_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10,10 \cdot 10^3 \sqrt{0,5}}{145} = 49,253\text{mm}^2 < 150\text{mm}^2 \rightarrow \text{válido}$$

### 2.2.1.5. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

$$P \cdot L = \frac{U^2}{100 \cdot (R + X \cdot \tan \varphi)} \cdot e$$

Donde:

P = capacidad de transporte en MW · km

U = tensión nominal en KV

e = caída de tensión 5%

R = resistencia específica en  $\Omega/\text{km}$

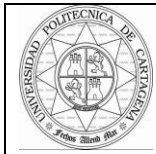
X = reactancia específica en  $\Omega/\text{km}$

$$P \cdot L = \frac{20^2}{100 \cdot (0,277 + 0,112 \cdot 0,484)} \cdot 5 = 3028,1\text{ Kw} \cdot \text{Km}$$

$$P = \frac{P \cdot L}{L} = \frac{3028,1}{0,5} = 6056,2\text{KW}$$

Finalmente usaremos el conductor:

AL 12/20 KV HEPR Z1 3x(1x150mm<sup>2</sup>)/16mm<sup>2</sup>



### **2.2.1.6. 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, 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

### **2.2.2. LÍNEA DE ALIMENTACIÓN AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ABONADO**

#### **2.2.2.1. PREVISIÓN DE POTENCIA**

La máxima potencia que tiene que debe soportar el conductor es la demandada por el centro de transformación tipo abonado.

$$S = 400KVA$$

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:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{0.4 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 11,54(A)$$







**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	–	–	–	–

Para una instalación de cables directamente enterrados con dos ternos por zanja y una separación entre los ternos de 0.2m cuyo factor de corrección es  $k_t = 0,82$

$$I_{tablas} = \frac{I}{K_t} = \frac{11,54}{0,82} = 14,073(A)$$

Según la intensidad calculada anteriormente nos vamos a la tabla de cables Eprotenax compact.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
<b>Conductores de Cu</b>						
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
<b>Conductores de Al</b>						
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	-	-

Sería suficiente con un conductor de sección  $25\text{mm}^2$  , pero Iberdrola no aconseja instalar conductores de sección inferior a  $150\text{mm}^2$  (MT 2.03.20(04-03) pag.(26-55)), por lo tanto escogemos el conductor de sección de  $150\text{mm}^2$  con intensidad máxima admisible de 275(A)

$$I_c = I_{M adm} \cdot k_t = 275 \cdot 0,64 = 176 > 11,54 \rightarrow \text{válido}$$





### 2.2.2.3. CAÍDA DE TENSIÓN

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

$\Delta U$  = caída de tensión en voltios

$I$  = intensidad en amperios

$L$  = Longitud de la línea en Km

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

$X$  = reactancia a la frecuencia de 50Hz en  $\Omega/\text{km}$

La longitud en el plano sería de 0.694Km.

$$R = 0.277\Omega/\text{km}$$

$$X = 0.112\Omega/\text{km}$$

Sustituyendo en la ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 11,54 \cdot (0.277 \cdot 0.9 + 0.112 \cdot 0.435) = 5.95$$

$$\% \Delta U = \frac{5.95 \cdot 100}{20000} = 0.02978 < 5\%$$

Es válido ya que según la norma la caída de tensión tiene que ser menos al 5%.

### 2.2.2.4. CORTOCIRCUITO

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en  $\text{A}/\text{mm}^2$ , para conductores de aluminio



Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para un conductor HEPR con temperatura de trabajo de  $145 \text{ }^\circ\text{K}$ , tenemos una densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito para 0,5 segundos de  $126 \text{ A/mm}^2$

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \rightarrow I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 \text{ KA}$$

$$sección_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10,10 \cdot 10^3 \sqrt{0,5}}{145} = 49,253 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{válido}$$

### 2.2.2.5. CAPACIDAD DE TRANSPORTE

$$P \cdot L = \frac{U^2}{100 \cdot (R + X \cdot \tan \varphi)} \cdot e$$

Donde:

P = capacidad de transporte en MW · km

U = tensión nominal en KV

e = caída de tensión 5%

R = resistencia específica en  $\Omega/\text{km}$

X = reactancia específica en  $\Omega/\text{km}$

$$P \cdot L = \frac{20^2}{100 \cdot (0,277 + 0,112 \cdot 0,484)} \cdot 5 = 3028,1 \text{ Kw} \cdot \text{Km}$$

$$P = \frac{P \cdot L}{L} = \frac{3028,1}{0,694} = 4363,2 \text{ KW}$$

Finalmente usaremos el conductor:

AL 12/20 KV HEPR Z1 3x(1x150mm<sup>2</sup>)/16mm<sup>2</sup>



### **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:

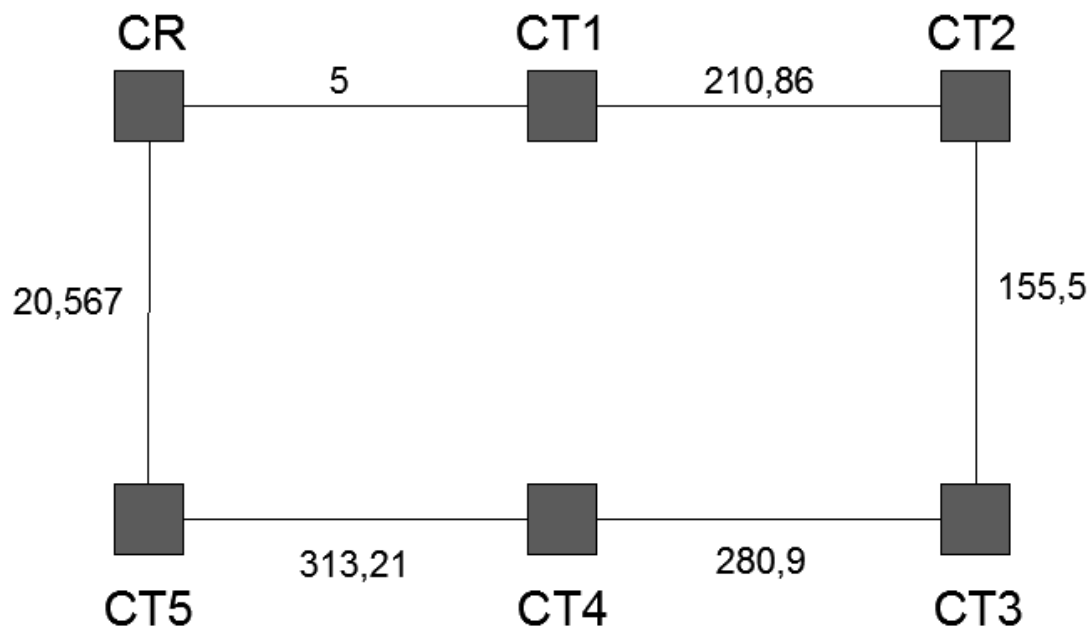
- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, 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

### 2.2.3. Cálculo Anillo de media tensión

El anillo está compuesta de 5 centros de transformación el centro de transformación número 1, será elegido como centro de transformación de reparto.

Parámetros del anillo de media tensión:

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kVA)
(CR-CT1)	5	5	400
(CT1-CT2)	210,8685	215,8685	400
(CT2-CT3)	155,5	371,3685	400
(CT3-CT4)	280,9	652,2685	400
(CT4-CT5)	313,2154	965,4839	400
(CT5-CR)	20,567	986,0509	400



Para el cálculo de la sección del conductor debemos comprobar que cumple con los criterios de diseño siguientes:

1. Intensidad y densidad de corriente
2. Caída de tensión
3. Cortocircuito



Intensidad y densidad de corriente:

$$I_{CT1} = I_{CT2} = I_{CT3} = I_{CT4} = I_{CT5} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,54L - 25,84^\circ = 10,38 - 5,03j$$







$$\sum I = 5 \cdot I_{CT1} = 57,67L - 25,84^\circ = 51,9 - 24,15j$$

Tenemos tramos con 5 ternos por zanja con una separación de 0,2m, Por lo tanto  $K_t = 0,64$

		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	–	–	–	–	

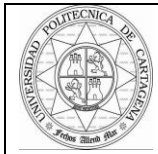
$$I_{tablas} = \frac{57,67}{0,64} = 90,109$$

Según la intensidad calculada anteriormente nos vamos a la tabla de cables Eprotenax compact.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
	Conductores de Cu					
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
	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	-	-

Sería suficiente con un conductor de sección  $25\text{mm}^2$  , pero Iberdrola no aconseja instalar conductores de sección inferior a  $150\text{mm}^2$  (MT 2.03.20(04-03) pag.(26-55)), por lo tanto escogemos el conductor de sección de  $150\text{mm}^2$  con intensidad máxima admisible de 275(A)

$$I_c = I_{M adm} \cdot k_t = 275 \cdot 0,64 = 176 > 11,54 \rightarrow \text{válido}$$



### 2.2.3.1. Caída de tensión

Para un conductor con una sección de  $150\text{mm}^2$  tenemos:

$$R = 0.277\Omega/\text{km}$$

$$X = 0.112\Omega/\text{km}$$

Cálculo de la impedancia de los tramos:

#### Binómica

$$\begin{aligned} Z_{0-1} &= 0,001385 + 0,00056j \Omega \\ Z_{0-2} &= 0,05979557 + 0,024177272j \Omega \\ Z_{0-3} &= 0,10286907 + 0,04159327j \Omega \\ Z_{0-4} &= 0,18067837 + 0,07305407j \Omega \\ Z_{0-5} &= 0,26743904 + 0,1081342j \Omega \\ Z_{0-0} &= 0,273161 + 0,1104377j \Omega \end{aligned}$$

#### Polar

$$\begin{aligned} Z_{0-1} &= 0,001493929 \angle 22,015^\circ \Omega \\ Z_{0-2} &= 0,064498459 \angle 22,015^\circ \Omega \\ Z_{0-3} &= 0,11095966 \angle 22,015^\circ \Omega \\ Z_{0-4} &= 0,19488862 \angle 22,015^\circ \Omega \\ Z_{0-5} &= 0,28847295 \angle 22,015^\circ \Omega \\ Z_{0-0} &= 0,29461808 \angle 22,015^\circ \Omega \end{aligned}$$

$$I_Y = \frac{(I_{CT1} \cdot Z_{0-1} + I_{CT2} \cdot Z_{0-2} + I_{CT3} \cdot Z_{0-3} + I_{CT4} \cdot Z_{0-4} + I_{CT5} \cdot Z_{0-5})}{Z_{0-0}}$$

$$\begin{aligned} I_Y &= 25,8797588 \angle -25,84^\circ \text{ (A) polar} \\ I_Y &= 23,29216344 - 11,27993962j \text{ (A) binómica} \end{aligned}$$

$$I_x = \sum i - I_y$$

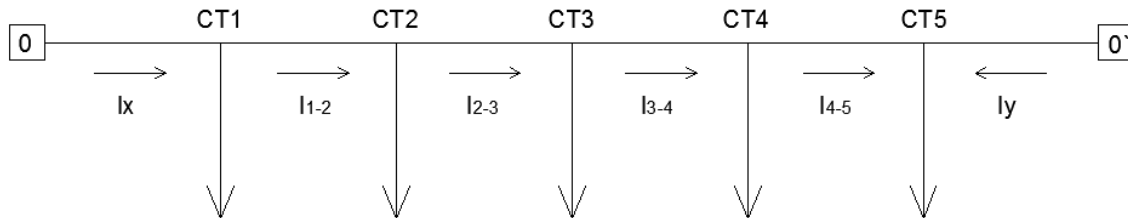
Donde:

$$\sum i = 4 \cdot (11,54 \angle -25,84^\circ) = 41,52 - 20,42j \text{ (A)}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} I_x &= 18,22783656 - 9,14j \text{ (A) binómica} \\ I_x &= 20,3910174 \angle -26,63^\circ \end{aligned}$$

Buscamos la rama donde la intensidad cambia de sentido para poder identificar donde se encuentra el PMT (punto de mínima tensión), para ello hacemos lo siguiente:



$$I_{0-1} = I_x = 18,22783656 - 9,14j \text{ (A)}$$

$$I_{1-2} = I_{0-1} - I_{CT1} = (18,22783656 - 9,14j) - (10,38 - 5,03j) = 7,847 - 4,11j$$

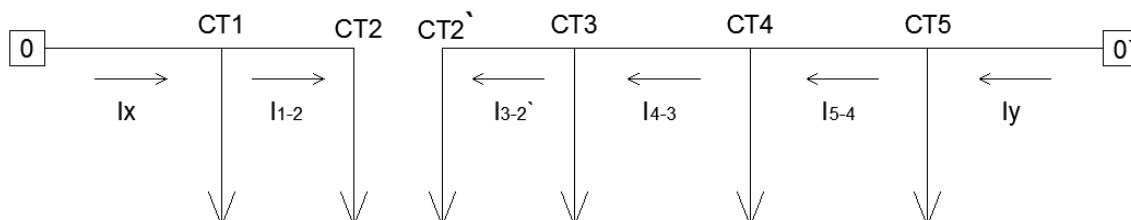
$$I_{2-3} = I_{1-2} - I_{CT2} = (7,847 - 4,11j) - (10,38 - 5,03j) = -2,533 + 0,92j \text{ **PMT**}$$

$$I_{3-2} = +2,533 - 0,92j$$

$$I_{3-4} = I_{2-3} - I_{CT3} = (-2,533 + 0,92j) - (10,38 - 5,03j) = -12,913 + 5,95j$$

$$I_{4-5} = I_{3-4} - I_{CT4} = (-12,913 + 5,95j) - (10,38 - 5,03j) = -23,293 + 10,98j$$

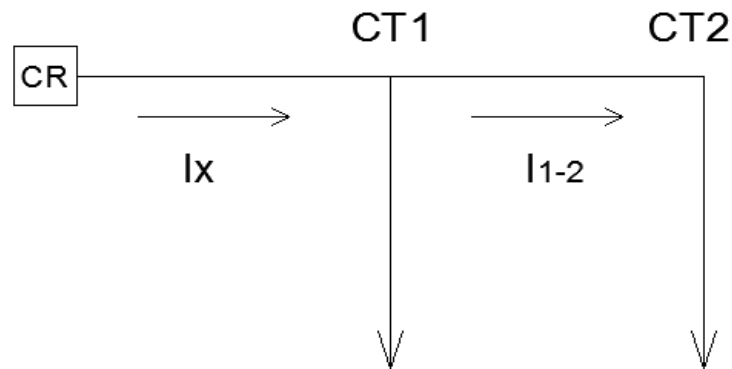
Como podemos observar en el tramo 2-3 la intensidad cambia de signo y por lo tanto consideramos ese punto como el punto de mínima tensión.







## Tramo CR-CT2



### Binomica

$$\begin{aligned}Z_{0-1} &= 0,001385 + 0,00056j \ \Omega \\Z_{1-2} &= 0,05841057 + 0,023617272j \ \Omega \\Z_{2-3} &= 0,0430735 + 0,017416j \ \Omega \\Z_{3-4} &= 0,0778093 + 0,0314608j \ \Omega \\Z_{4-5} &= 0,08676067 + 0,035080125j \ \Omega \\Z_{5-0} &= 0,00569706 + 0,002303504j \ \Omega\end{aligned}$$

### Polar

$$\begin{aligned}Z_{0-1} &= 0,001493929 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\Z_{1-2} &= 0,06300453 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\Z_{2-3} &= 0,0464612 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\Z_{3-4} &= 0,08392895 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\Z_{4-5} &= 0,093584338 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\Z_{5-0} &= 0,006145129 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega\end{aligned}$$

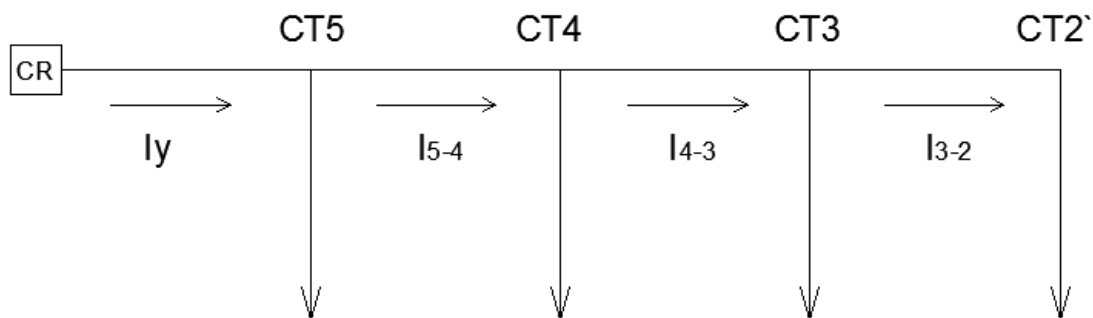
$$\begin{aligned}\Delta U &= \sqrt{3} \cdot \sum (Z_n \cdot I_n) \\ \Delta U &= \sqrt{3} \cdot (Z_{0-1} \cdot I_x + Z_{1-2} \cdot I_{1-2})\end{aligned}$$

$$\Delta U = 0,48358 - 0,102185j$$

$$\Delta U = 0,49425$$

$$\Delta U\% = \frac{0,49425 \cdot 100}{20000} = 0,002471292\% < 5\% \text{ válido}$$

### Tramo CR-CT2`



### Binomica

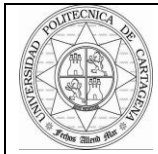
$$\begin{aligned}
 Z_{0-1} &= 0,001385 + 0,00056j \ \Omega \\
 Z_{1-2} &= 0,05841057 + 0,023617272j \ \Omega \\
 Z_{2-3} &= 0,0430735 + 0,017416j \ \Omega \\
 Z_{3-4} &= 0,0778093 + 0,0314608j \ \Omega \\
 Z_{4-5} &= 0,08676067 + 0,035080125j \ \Omega \\
 Z_{5-0} &= 0,00569706 + 0,002303504j \ \Omega
 \end{aligned}$$

### Polar

$$\begin{aligned}
 Z_{0-1} &= 0,001493929 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\
 Z_{1-2} &= 0,06300453 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\
 Z_{2-3} &= 0,0464612 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\
 Z_{3-4} &= 0,08392895 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\
 Z_{4-5} &= 0,093584338 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega \\
 Z_{5-0} &= 0,006145129 \ \angle 22,015^\circ \ \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta U &= \sqrt{3} \cdot \sum (Z_n \cdot I_n) \\
 \Delta U &= \sqrt{3} \cdot (Z_{5-0} \cdot I_y + Z_{4-5} \cdot I_{5-4} + Z_{3-4} \cdot I_{4-3} + Z_{2-3} \cdot I_{3-2}) \\
 \Delta U &= 3,2891 - 0,848102j \\
 \Delta U &= 3,3966
 \end{aligned}$$

$$\Delta U\% = \frac{3,39668 \cdot 100}{20000} = 0,01698\% < 5\% \text{ válido}$$



### 2.2.3.2. Cortocircuito

Como podemos observar en la tabla siguiente de la ITC-LAT-06 para un conductor HEPR cuya temperatura de trabajo es de  $145^{\circ}K$  la densidad de corriente para un tiempo de cortocircuito de 0,5s es de  $126 A/mm^2$

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 mm^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 mm^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR $U_0/U \leq 18/30 kV$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

La potencia máxima establecida por la empresa suministradora es de 350MVA.

$$I_{cc} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,10 KA$$

Calculando la densidad.

$$\delta = \frac{10,10 \cdot 10^3}{150} = 67,33 A/mm^2 < 126A/mm^2 \quad \text{válido}$$

### 2.2.3.3. RESULTADO CÁLCULOS

De lo expuesto anteriormente seleccionamos el conductor:

**AL HEPRZ1 3x(1x150mm<sup>2</sup>) / 16 mm<sub>2</sub>**

### 2.2.3.4. ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN

La zanja discurre en su recorrido por calzada y acera. En caso de existir cruzamientos con otras instalaciones, se realizaran según normas de Iberdrola.



## 2.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 2.3.1. CÁLCULO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE 400KVA TIPO miniBLOCK (CT2,CT3,CT4,CT5).

#### 2.3.1.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11.54A$$

$I_p$  = intensidad primaria en amperios

$P$  = potencia del transformador en KVA

$U_p$  = tensión primaria KV

#### 2.3.1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 549,85A$$

$I_p$  = intensidad primaria en amperios

$P$  = potencia del transformador en KVA

$U_p$  = 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 se usa

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,1 KA$$

donde:



$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito de la red en MVA

$U_p$  = tensión de servicio en kv

$I_{ccp}$  = corriente de cortocircuito en KA

Para los cortocircuitos secundarios usaremos la potencia de cortocircuito dada por la teoría de los transformadores de MT-BT, siendo más conservador que las consideraciones reales.

La expresión que se utiliza para los cortocircuitos secundarios es:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 420} = 13,7$$

Donde:

P = potencia de transformador en KVA

$E_{cc}$  = tensión de cortocircuito del transformador en % (4%)

$U_s$  = tensión en el secundario en V

$I_{ccs}$  = corriente de cortocircuito en kA

#### **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 solicitud 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:

$$I_{cc}(din) = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,1 \cdot 2,5 = 25,3KA$$



### **Comprobación por solicitud térmica**

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

$$I_{cc}(ter) = 10,1 \text{ KA}$$

### **2.3.1.5. 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 2.3.4.

### **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.

#### **Transformador 1**

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

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

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

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

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

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 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 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 150 Ohm·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:

*De la red:*

1. 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.
2. 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:*

*Intensidad máxima de defecto:*

$$I_{d \text{ max defecto}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0^2 + 25^2}} = 461,88 \text{ A}$$

Siendo:

- $U_n$  = Tensión de servicio [ kV ]
- $R_n$  = Resistencia de puesta a tierra del neutro [  $\Omega$  ]
- $X_n$  = Reactancia de puesta a tierra del neutro [  $\Omega$  ]
- $I_{d \text{ máx. cal.}}$  Intensidad máxima calculada [A]

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.





### Calculo 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  $X_n = 25 \text{ Ohm}$

Intensidad a tierra  $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

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

Características del terreno:

Resistencia de tierra  $R_o = 350 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$

Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ } \Omega$

La resistencia máx. de la puesta a tierra de protección y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \rightarrow 230,94 \cdot 43,3 \leq 10000$$

Siendo:

$I_d$  = intensidad de falta a tierra (A)

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión (V)

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 43,3)^2 + 25^2}} = 230,94 \text{ A}$$

Siendo:

$U_n$  = tensión de servicio (V)

$R_n$  = resistencia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ )

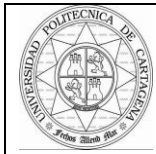
$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$X_n$  = reactancia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ )

$I_d$  = intensidad de falta a tierra (A)

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$



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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0} \rightarrow K_r \leq \frac{43,3}{350} = 0,1237$$

Siendo:

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$R_0$  = resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot m$ )

$K_r$  = coeficiente del electrodo

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

CODIGO DE LA CONFIGURACIÓN	30-35/5/42
GEOMETRÍA DE LA CONFIGURACIÓN	Anillo rectangular
DISTANCIA DE LA RED	3.0x3.5 m
PROFUNDIDAD DEL ELECTRODO	0,5 m
NUMERO DE PICAS	4
LONGITUD DE LAS PICAS	2 metros
SECCIÓN DEL CONDUCTOR	50mm <sup>2</sup>

Parámetros característicos del electrodo:

RESISTENCIA $K_r$	0,105
TENSIÓN DE PASO $K_p$	0,0244
TENSIÓN DE CONTACTO $K_c$	0,0532

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:

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \rightarrow R'_t = 0,105 \cdot 350 = 36,75 \Omega$$

Intensidad de defecto real:

$$\Gamma_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 36,75)^2 + 25^2}} = 259,79 \text{ A}$$

#### **Calculo 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:

$$V'_d = R'_t \cdot \Gamma_d \rightarrow V'_d = 36,75 \cdot 259,79 = 9547,28\text{V (en el CT)}$$

Siendo:

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ]

$\Gamma'_d$  = intensidad de defecto [A]

$V'_d$  = tensión de defecto [V]

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

$$V_c = K_c \cdot R_0 \cdot \Gamma_d \rightarrow V_c = 0,0532 \cdot 350 \cdot 259,79 = 4837,28\text{V (en el CT)}$$



Siendo:

$K_c$  = coeficiente

$R_o$  =resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ]

$I'_d$  = intensidad de defecto [A]

$V'_c$  = tensión de paso en el acceso [V]

### Calculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \rightarrow V'_c = 0,0244 \cdot 350 \cdot 259,79 = 2218,6 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

$K_p$  = coeficiente

$R_o$  =resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ]

$I'_d$  =intensidad de defecto [A]

$V'_p$  = tensión de paso en el exterior [V]

### Calculo de las tensiones aplicadas

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

$K$  =coeficiente (72)

$T$  =tiempo total de duración de la falta [0,7s]

$n$  =coeficiente  $n=1$

$R_o$  =resistividad del terreno en [350 $\Omega$ ]

$R'_o$  =resistividad del hormigón en [3000 $\Omega$ ]

$V_p$  = tensión admisible de paso en el exterior [V]

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \rightarrow V_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 350}{1000}\right) = 3188,57 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:



$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3R_o + 3R'_o}{1000}\right) \rightarrow V_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 350 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) \\ = 11365,71 V$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 2218,6 V < V_p = 3188,57 V$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{c(acc)} = 4837,28V V < V_{p(acc)} = 11365,71 V$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 9547,28V V < V_{bt} = 10000 V$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 A < I'_d = 273,87 A < I_{dm} = 400 A$$

### **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:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \rightarrow D = \frac{350 \cdot 273,87}{2000 \cdot \pi} = 15,25m \text{ (en el CT)}$$

Siendo:

$R_o$  = resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ]

$I'_d$  = intensidad de defecto [A]

D = distancia mínima de separación [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	Picas alineadas
NÚMERO DE PICAS	4
LONGITUD ENTRE PICAS	2 m
PROFUNDIDAD DE LAS PICAS	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,1$$

$$K_c = 0,0127$$

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  $\Omega$ .

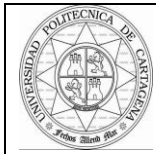
$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,1 \cdot 350 = 35 < 37 \Omega$$

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.

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 DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 400KVA TIPO PFU-5/20 (CT1)

### 2.3.2.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11.54A$$

$I_p$  = intensidad primaria en amperios

$P$  = potencia del transformador en KVA

$U_p$  = tensión primaria KV

### 2.3.2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria trifásica del transformador viene dada por:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 549,85A$$

$I_p$  = intensidad primaria en amperios

$P$  = potencia del transformador en KVA

$U_p$  = 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 se usa



$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10,1 \text{ KA}$$

donde:

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito de la red en MVA

$U_p$  = tensión de servicio en kv

$I_{ccp}$  = corriente de cortocircuito en KA

Para los cortocircuitos secundarios usaremos la potencia de cortocircuito dada por la teoría de los transformadores de MT-BT, siendo más conservador que las consideraciones reales.

La expresión que se utiliza para los cortocircuitos secundarios es:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} = \frac{100 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 420} = 13,7$$

Donde:

P = potencia de transformador en KVA

$E_{cc}$  = tensión de cortocircuito del transformador en % (4%)

$U_s$  = tensión en el secundario en V

$I_{ccs}$  = corriente de cortocircuito en kA

#### **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.

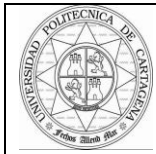
##### **Comprobación por densidad de corriente**

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 sollicitación 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:





$$I_{cc}(din) = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,1 \cdot 2,5 = 25,3KA$$

#### **Comprobación por solicitud térmica**

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

$$I_{cc}(ter) = 10,1 KA$$

#### **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.

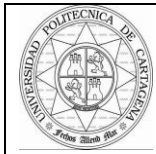
Los fusibles se seleccionan para:

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 2.3.4.

### **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.

#### **Transformador 1**

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

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

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

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

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

- 9901B024-BE-LE-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 400 kVA
- 9901B024-BE-LE-02, para ventilación de transformador de potencia hasta 630 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 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 150 Ohm·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:

*De la red:*

3. 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.
4. 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:*

*Intensidad máxima de defecto:*

$$I_{d \text{ max defecto}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0^2 + 25^2}} = 461,88 \text{ A}$$

Siendo:



- $U_n$  = Tensión de servicio [ kV ]
- $R_n$  = Resistencia de puesta a tierra del neutro [  $\Omega$  ]
- $X_n$  = Reactancia de puesta a tierra del neutro [  $\Omega$  ]
- $I_{d \text{ máx. cal.}}$  Intensidad máxima calculada [A]

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.

### **Calculo 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  $X_n = 25 \text{ Ohm}$

Intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

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

Características del terreno:

Resistencia de tierra  $R_o = 150 \Omega \cdot m$

Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \Omega$

La resistencia máx. de la puesta a tierra de protección y la intensidad del defecto salen de:

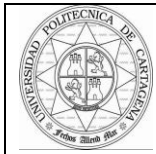
$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \rightarrow 230,94 \cdot 43,3 \leq 10000$$

Siendo:

$I_d$  = intensidad de falta a tierra (A)

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión (V)



La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 43,3)^2 + 25^2}} = 230,94 \text{ A}$$

Siendo:

$U_n$  = tensión de servicio (V)

$R_n$  =resistencia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ )

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$X_n$  = reactancia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ )

$I_d$  =intensidad de falta a tierra (A)

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0} \rightarrow K_r \leq \frac{43,3}{150} = 0,2887$$

Siendo:

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$R_0$  =resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot m$ )

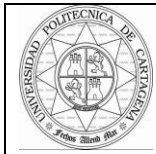
$K_r$  = coeficiente del electrodo

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

CODIGO DE LA CONFIGURACIÓN	70/25/5/42
GEOMETRÍA DE LA CONFIGURACIÓN	Anillo rectangular
DISTANCIA DE LA RED	7.0X2.5 m
PROFUNDIDAD DEL ELECTRODO	0,5 m
NUMERO DE PICAS	4
LONGITUD DE LAS PICAS	2 metros
SECCIÓN DEL CONDUCTOR	50mm <sup>2</sup>

Parámetros característicos del electrodo:

RESISTENCIA $K_r$	0,084
-------------------	-------



TENSIÓN DE PASO $K_p$	0,0186
TENSIÓN DE CONTACTO $K_c$	0,0409

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

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

$$R'_t = K_r \cdot R_0 \rightarrow R'_t = 0,084 \cdot 150 = 12,6 \Omega$$

Intensidad de defecto real:

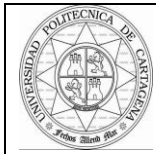
$$I'_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 12,6)^2 + 25^2}} = 400 \text{ A}$$

### Calculo 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:

$$V_d = R'_t \cdot I'_d \rightarrow V_d = 12,6 \cdot 400 = 5040 \text{ V (en el CT)}$$



Siendo:

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ]

$I'_d$  = intensidad de defecto [A]

$V'_d$  = tensión de defecto [V]

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

$$V_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \rightarrow V_c = 0,0409 \cdot 150 \cdot 400 = 2454V \text{ (en el CT)}$$

Siendo:

$K_c$  = coeficiente

$R_o$  = resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ]

$I'_d$  = intensidad de defecto [A]

$V'_c$  = tensión de paso en el acceso [V]

### **Calculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación**

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

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \rightarrow V_c = 0,0186 \cdot 150 \cdot 400 = 1116 V \text{ (en el CT)}$$

Siendo:

$K_p$  = coeficiente

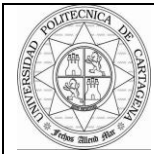
$R_o$  = resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ]

$I'_d$  = intensidad de defecto [A]

$V'_p$  = tensión de paso en el exterior [V]

### **Calculo de las tensiones aplicadas**

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



K =coeficiente (72)

T =tiempo total de duración de la falta [0,7s]

n =coeficiente n=1

R<sub>o</sub> =resistividad del terreno en [350Ω]

R'<sub>o</sub> =resistividad del hormigón en [3000Ω]

V<sub>p</sub> = tensión admisible de paso en el exterior [V]

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \rightarrow V_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 150}{1000}\right) = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3R_o + 3R'_o}{1000}\right) \rightarrow V_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) \\ = 10748,57 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1116 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{c(acc)} = 2454 \text{ V} < V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 5040 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

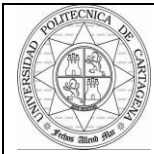
Intensidad de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I'_d = 400 \text{ A} < I_{dm} = 461,88 \text{ A}$$

### **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:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \rightarrow D = \frac{150 \cdot 400}{2000 \cdot \pi} = 9,55\text{m (en el CT)}$$

Siendo:

$R_0$  =resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot \text{m}$ ]

$I'_d$  = intensidad de defecto [A]

D = distancia mínima de separación [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	Picas alineadas
NÚMERO DE PICAS	2
LONGITUD ENTRE PICAS	2 m
PROFUNDIDAD DE LAS PICAS	0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

$$K_r = 0,194$$

$$K_c = 0,0253$$

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

$$R_{\text{tserv}} = K_r \cdot R_0 = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \Omega$$

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

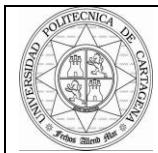


***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajes Montoya***



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

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo 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.



## 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.

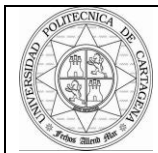
#### 3.1.2. REGLAMENTO Y NORMAS

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.

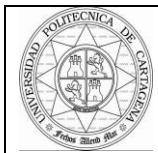
Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

#### **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**

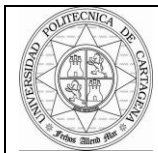
El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello 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:**

Quando 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**

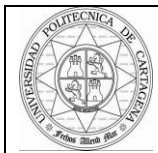
Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### **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 GARANTÍA**

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.

### **3.1.11. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **3.1.11.1. MODO DE CONTRATACIÓN**

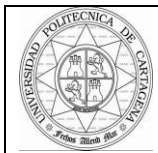
El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

#### **3.1.11.2. 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.

#### **3.1.11.3. 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.



### **3.1.12. 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.

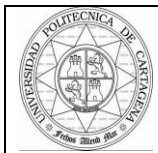
### **3.2.2. PRECIOS**

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.

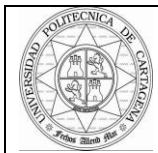
La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

### **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**

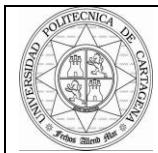
Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- 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).

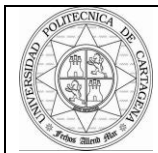
Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

#### **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. CONDICIONS 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.....Poliolefina 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:

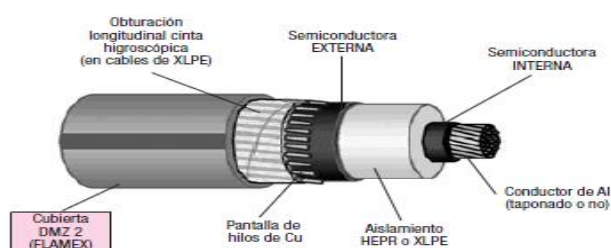
- Las secciones de 150 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup> se utilizaran en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm<sup>2</sup>, se utilizara como neutro de la sección 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.

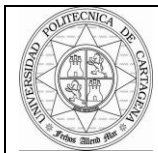
Los tipos normalizados y las características esenciales son los que figuran en la tabla que sigue a continuación:

Tipo constructivo	Tensión nominal (kV)	Sección mm <sup>2</sup>	Nº mínimo alambres	Suministro Long 2% (m)	Tipo bobina UNE 21 167-1	Código
<b>RV</b>	<b>0,6 / 1</b>	<b>1 · 50</b>	<b>6</b>	<b>1600</b>	<b>10</b>	<b>5631225</b>
		<b>1 · 95</b>	<b>15</b>	<b>950</b>	<b>10</b>	<b>5631235</b>
		<b>1 · 150</b>	<b>15</b>	<b>1100</b>	<b>12</b>	<b>5631245</b>
		<b>1 · 240</b>	<b>30</b>	<b>750</b>	<b>12</b>	<b>5631255</b>

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.

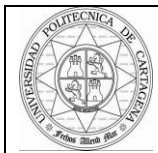
Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

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.



***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajes Montoya***



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 termorretráctiles o cintas autovulcanizadas 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.

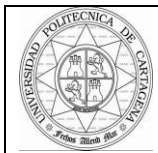
Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, evitando la dispersión de los mismos por efecto de las corrientes de cortocircuito o dilataciones.

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 sobreintensidad:

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.

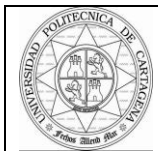
Protección de sobreintensidad:

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

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

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





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

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

(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.

**Señalización:**

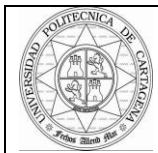
Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse 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.

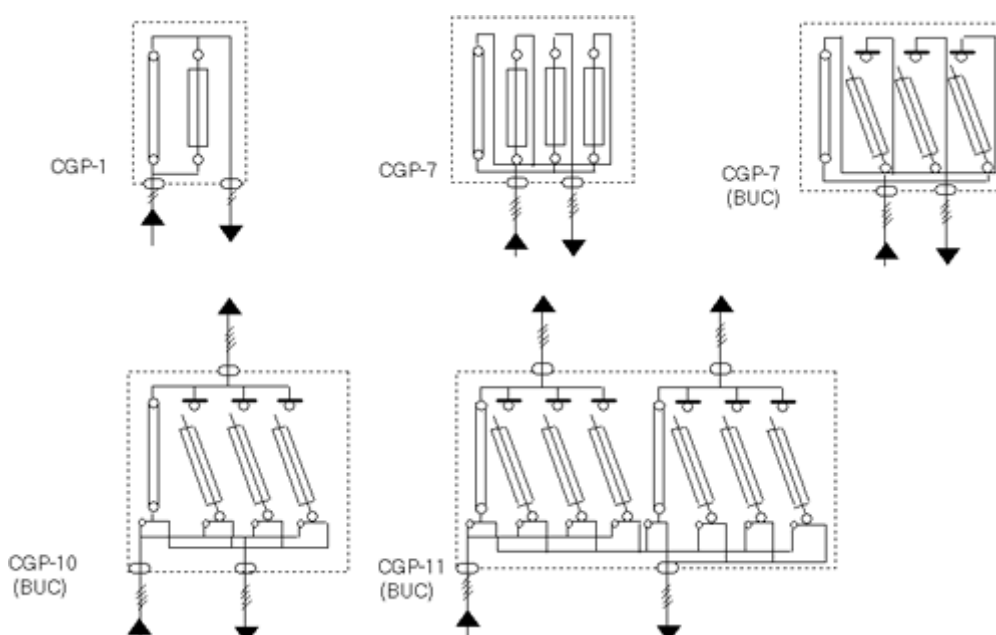
En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

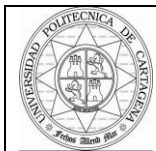
Más instrucciones y catálogo del conductor en el **Anexo 1 “Cable subterráneo de Baja Tensión”**.

### **Cajas Generales de Protección (CGP):**

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.



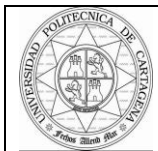


En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx.		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Ext.	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Ext.	7650007
CGP-7-160	3	0	160	Ext.	7650008
CGP-7-250/BUC**	3	1 (BUC)	250	Ext.ó Int.	7650010
CGP-7-400/BUC**	3	2 (BUC)	400	Ext.ó Int.	7650
CGP-10-250/BUC**	3	1 (BUC)	250	Int.	7650018
CGP-11-250/250/BUC**	03-mar	1 (BUC)	250	Int.	7650019

Las características técnicas de las CGP son:

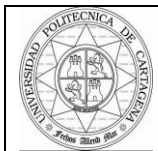
- Envoltorio de doble aislamiento, tipo UNINTER módulo 7060, cuba fabricada en poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapa de policarbonato transparente.
- Tres bases de 250 A, con dispositivo extintor de arco y detector de fusión.
- Neutro amovible con pletina de conexión para terminales.



- 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.

Designación	Intensidad		Tensión	Fusibles			Código
	Asignada	De paso		Base		Cartucho	
				Número	Tamaño		
CS 250/400 E	250			3	1	250	765014 0
CS 400/400 E	400			3	2	400	765014 1
CS 250/400 EM	250	400	440	3	1	250	765014 2
CS 400/400 EM	400			3	2	400	765014 3
CS 250/400 S	250			3	1	250	765014 4
CS 400/400 S	400			3	2	400	765014 5
Tejadillo para caja CS							765014 6



### Cajas Generales de Protección y medida (CGPM):

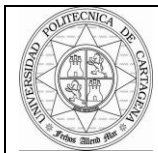
Las cajas generales de protección y medida son aquellas que en un solo elemento incluyen la caja general de protección y el elemento de medida.

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.

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de CPM que utiliza Iberdrola en sus instalaciones.

#### 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:

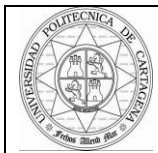
- Envoltente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, tipo MAXINTER.
- Grado de protección IP 43 UNE 20 234 e IK09 UNE EN 50 102.
- Tres bases unipolares cerradas BUC tamaño 1 o tamaño 2, con dispositivo extintor de arco y tornillería de conexión M10 de acero inoxidable.
- Neutro amovible con tornillería 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.

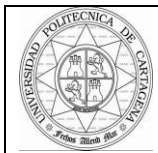
Los cables de BT se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 0,70 m, en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,60 m.

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  $\varnothing$  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.

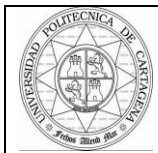
Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\varnothing$ , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm  $\varnothing$ , 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.

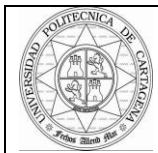
El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

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.

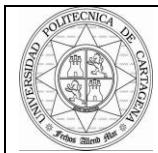
El vallado debe abarcar todo elemento que altere la superficie vial (caseta, maquinaria, materiales apilados, etc), será continuo en todo su perímetro y con vallas consistentes y perfectamente alineadas, delimitando los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización. La obra estará identificada 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.

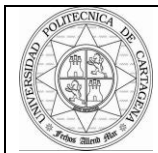
Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

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 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.

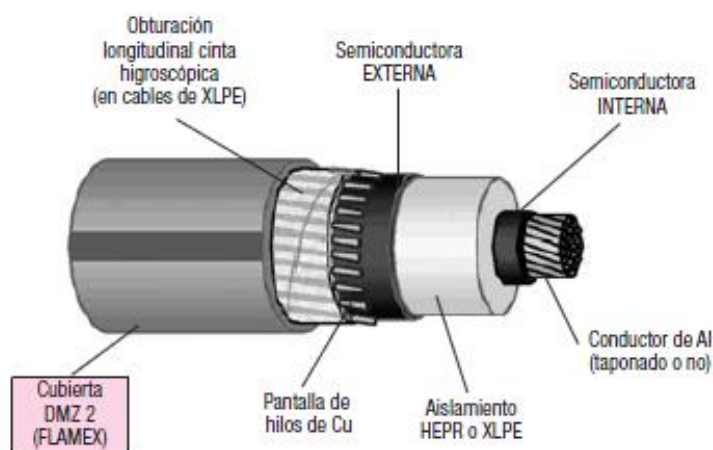
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

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:

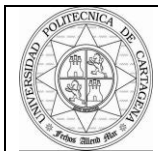


El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

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 semiconductora 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 semiconductora 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  $1 \text{ mm}^2$  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.

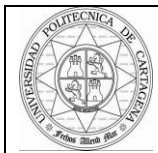
### Tendido de los cables:

#### 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 mm<sup>2</sup> de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo no será superior a 5 kg/mm<sup>2</sup> 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.

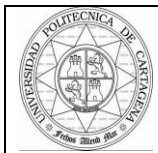
Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

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.





***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajés Montoya***



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.

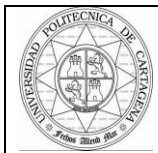
Cuando dos o más cables de media tensión discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de 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.

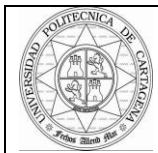
Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán 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 semiconductora 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:

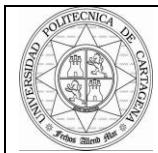
La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

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. OBRA CIVIL.**

La obra civil llevada a cabo en esta parte del proyecto consiste en la apertura de las zanjas (en acera, cruce de calles y enterramiento de la línea de media tensión aérea) 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.

### **3.5.1.4. 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.

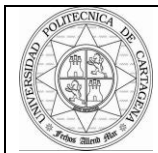
Los cables se alojarán directamente enterrados bajo la acera a una altura de 1m, en zanjas de 1,10 m de profundidad mínima y una anchura que permitan las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

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  $\emptyset$  que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm  $\emptyset$ , 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.

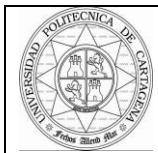
A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 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  $\emptyset$  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 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.

### **3.5.2. 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.

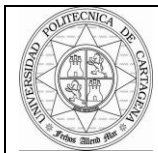
Por lo tanto la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

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



***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajes Montoya***



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.

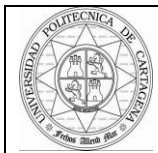
Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de las mismas, que no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a canalizar en la posición definitiva y 20 veces en el tendido.

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.

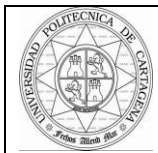
#### **3.6.1.2. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN**

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.

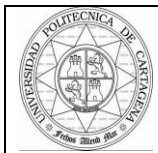
Las maniobras se realizarán en el siguiente orden:

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 cámara interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

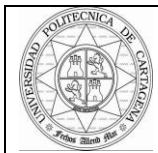
### **3.6.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que les 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.

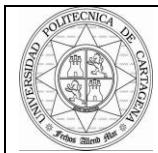
Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

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 ORDENES**

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.

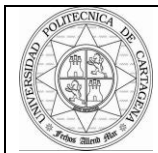
Se refiere este Pliego, en consecuencia, a partir de la enumeración de las normas legales y reglamentarias aplicables a la obra, al establecimiento de las prescripciones organizativas y técnicas que resultan exigibles en relación con la prevención de riesgos laborales en el curso de la construcción y, 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.

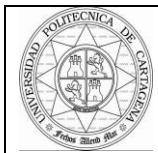
#### **3.7.1. LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES**

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:

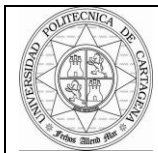
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo)
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, 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)



**Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad**  
**Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial**  
**Francisco Carlos Bajes Montoya**



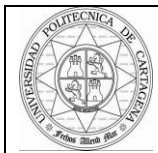
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores 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)



**Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad**  
**Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial**  
**Francisco Carlos Bajes Montoya**



- 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.

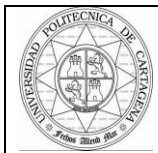


- Real Decreto 2114/1.978, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (B.O.E. 07-09-78).
- Real Decreto 1389/1.997, por el que se establecen disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (B.O.E. 07-10-97).
- Normas Tecnológicas 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.





***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajes Montoya***



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.

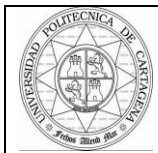
Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud. El plan presentado por el contratista no reiterará obligatoriamente los contenidos ya incluidos en este Estudio, aunque sí deberá hacer referencia 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**

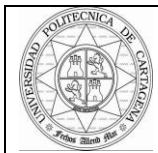
La empresa adjudicataria vendrá obligada a disponer de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/1997, citado: cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores, con Servicio de Prevención propio, mancomunado o ajeno 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 previsible 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.

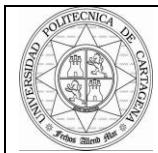
### **3.7.4. INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES**

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 precisas 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.

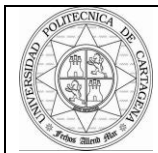
Todos los equipos de protección individual se ajustarán a las normas contenidas en los Reales Decretos 1407/1992 y 773/1997, ya mencionados. Adicionalmente, en cuanto no se vean modificadas por lo anteriores, se considerarán aplicables las Normas Técnicas Reglamentarias M.T. de homologación de los equipos, 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 tablones embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablones 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.

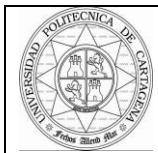
Las redes perimetrales de seguridad con pescantes de tipo horca serán de poliamida.

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.

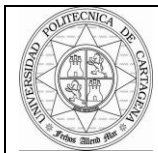
Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno 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.



***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajés Montoya***



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 8.3IC 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.

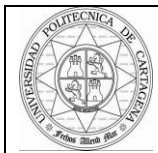
Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que en cada caso se fijen en el plan de seguridad y salud.

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.



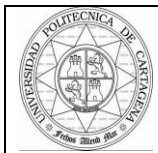
### **3.8. PLIEGO DE CONDICIONES DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

#### **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.

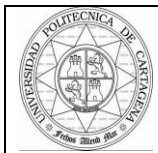




### 3.8.2. GESTIÓN DE RESIDUOS

- 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.



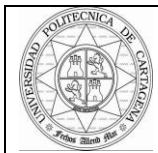


### **3.8.3. DERRIBO Y DEMOLICIÓN**

- 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 señalarse 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.

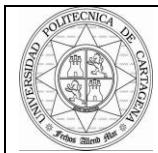
- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.

- 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**

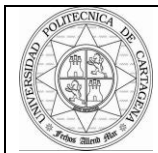
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 120/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

- 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.



## **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.

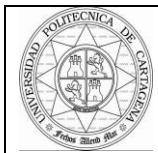
#### **4.1.2. CAMPO DE APLICACION.**

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.



***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajos Montoya***

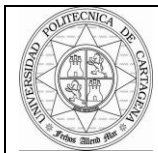


- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 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.

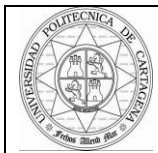
##### **4.1.4.2. IDENTIFICACION DE RIESGOS.**

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 PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.**

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente 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.

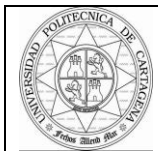
- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión
- 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. CARACTERISTICAS 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) DESCRIPCION DE LA OBRA Y SITUACION.  
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 ENERGIA ELECTRICA.  
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 HIGIENICOS.  
No se prevé.
- e) PREVISIONES E INFORMACIONES UTILES 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.

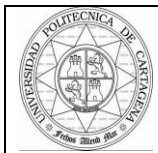
#### **4.1.5. IDENTIFICACION DE RIESGOS.**

##### **4.1.5.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.**

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.





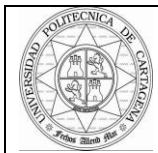
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

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 (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).



***Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad***  
***Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial***  
***Francisco Carlos Bajes Montoya***



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.

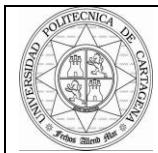
Se tratara que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

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.

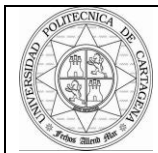
El numero, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

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 CARACTER 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.



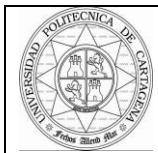
- La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizara como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Los desplazamientos por el interior de la obra se realizaran por caminos señalizados.
- Se utilizaran redes 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 zavorras.
- 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**

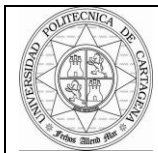
- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las
- operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se 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 evitara, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

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

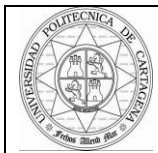
- Se instalaran fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se procurara no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyara sobre caballetes, arriostándose 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 tablonas, 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 transito 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.<sup>7</sup>

#### 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.

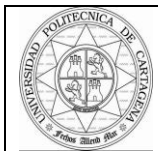
#### PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- 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 LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA Y BAJA TENSION**

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.

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y Derrumbes.	Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y de señalización	Precaución en transporte de materiales

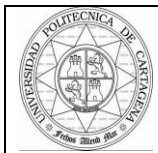
Protecciones individuales a utilizar:

- 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.





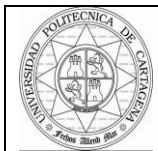
Los caminos, pistas o veredas acondicionadas para el acopio del material deberán ser lo suficientemente anchos para evitar roces y choques, con ramas, arboles, piedras, etc.

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.

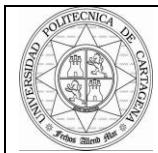
#### **4.1.5.4.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICION DE PAVIMENTO.**

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Caída a las zanjas.</li><li>• Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas.</li><li>• Atropellos causados por la maquinaria.</li><li>• Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.</li><li>• Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las maquinas en movimiento.</li><li>• Señalizara de cuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinas en movimiento.</li><li>• Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.</li><li>• Las cargas de los camiones no sobrepasaran los límites establecidos y reglamentarios.</li><li>• Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.</li><li>• Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.</li><li>• Balizar, señalar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.</li><li>• Establecer zonas de paso y acceso a la obra.</li><li>• Dotar de la adecuada protección al personal y velar por su utilización.</li><li>• Establecer las entibación</li></ul>



#### 4.1.5.4.3. CERCANIA A LAS LINEAS DE ALTA Y MEDIA TENSION

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Caída de personas al mismo nivel</li><li>• Caída de personas a distinto nivel</li><li>• Caída de objetos</li><li>• Desprendimientos, desplomes y derrumbes</li><li>• Choques y golpes</li><li>• Proyecciones</li><li>• Contactos eléctricos</li><li>• Arco eléctrico</li><li>• Explosiones</li><li>• Incendios</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:</li><li>• Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.</li><li>• Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.</li><li>• Estimación de las distancias por exceso.</li><li>• Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.</li><li>• Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas</li><li>• Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.</li><li>• (Distancias, cruzamientos, paralelismos.).</li><li>• Según capítulo séptimo del R.A.T.</li><li>• Puestas a tierra en buen estado:</li><li>• Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.</li><li>• Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.</li><li>• Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.</li><li>• Terreno no favorable: descubrir cada nueve años</li><li>• Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.</li><li>• Protección contra sobretensiones: pararrayos y auto válvulas.</li><li>• Solicitar permisos de Trabajos con riesgos especiales</li></ul>



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 SUBTERRANEOS.**

<b>RIESGOS ASOCIADOS</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Caídas de altura de personas.</li><li>• Cortes en las manos.</li><li>• Caídas de objetos a distinto nivel (herramientas, tornillos, etc.,)</li><li>• Electrocuaciones por contacto indirecto.</li><li>• Sobresfuerzos.</li><li>• Contacto con elementos candentes.</li><li>• Vuelco de maquinaria.</li><li>• Atrapamientos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.</li><li>• Emplear bolsas porta-herramientas.</li><li>• Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.</li><li>• Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las maquinas de tracción.</li><li>• Control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>• Utilizar fajas de protección lumbar.</li></ul>

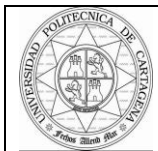
**4.1.5.4.5. RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE**

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 maquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y maquinas 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
- Electrocuaciones

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. CONCLUSION.**

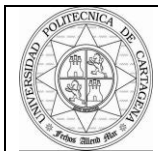
La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra, en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

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

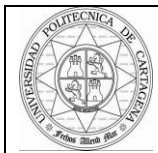
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RIESGO</b>	<b>ACCION PREVENTIVA Y PROTECCIONES</b>
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Golpes.</li><li>• Heridas.</li><li>• Caídas.</li><li>• Atrapamientos.</li><li>• Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras.</li><li>• Presencia de animales, colonias, etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ver punto 1.4.4. (Protecciones)</li><li>• Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</li><li>• Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.</li><li>• Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>• Ver punto 1.4.4</li><li>• Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.</li></ul>

### 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.

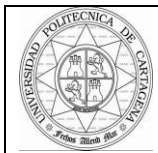
### INSTALACION / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT. SIN TENSION.

#### 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

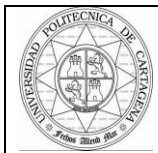
- las fuentes en tensión
- Bloquear los aparatos de corte
- Verificar la ausencia de tensión
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
- Delimitar y señalar la zona de trabajo

### INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRANEAS.

#### 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.

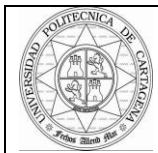
## 3) ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

- 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 TENSION

### 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.

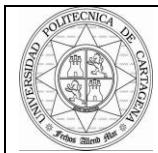
Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- 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 inactínicas.
- 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.

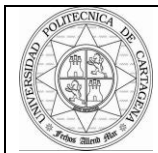
Por otra parte, dichos equipos deben ser revisados y mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En particular, los equipos deben ser mantenidos perfectamente limpios y libres de humedad antes y durante su utilización.

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 asilados:

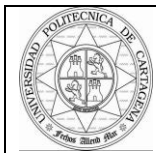
- UNE – EN 60900:1994 y anexo A1 : 1996 y anexo A11: 1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000 V en corriente alterna y 1500 V en corriente Continua.
  - UNE-EN 60832: 1998.- Pértigas aislantes y herramientas para cabezal universal para trabajos en Tensión.
  - UNE-EN 60855: 1998 + 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 BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACION 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. CARACTERISTICAS 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 ENERGIA ELECTRICA.**

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 SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIENICOS.**

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.

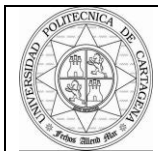
Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

##### **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.

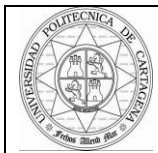
##### B. Medidas de preventivas

- 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 máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra. Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

##### 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.
- Electrocutaciones 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

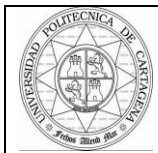
- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### ALBANILERIA.

#### 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.

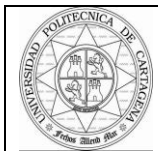
##### A. Riesgos más frecuentes

- 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.

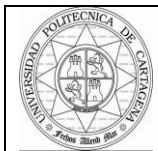
### B. Medidas de prevención

- 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 TENSION.

### 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.

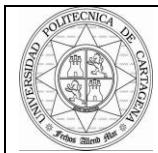
#### 4.2.4.1. BOTIQUIN DE OBRA.

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. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.



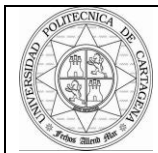
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular 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

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RIESGO</b>	<b>ACCION PREVENTIVA Y PROTECCIONES</b>
Pruebas y puesta en servicio. (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Golpes.</li><li>• Heridas.</li><li>• Caídas.</li><li>• Atrapamientos.</li><li>• Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras.</li><li>• Presencia de animales,</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ver punto 1.4.4. (Protecciones)</li><li>• Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.</li><li>• Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.</li><li>• Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.</li><li>• Ver punto 1.4.4</li><li>• Prevención de aperturas de armarios, celdas, etc.</li></ul>



## CENTROS DE TRANSFORMACION

Centros de transformación aéreos (sobre apoyo y compactos).

### 1) ACTIVIDADES.

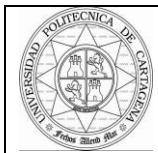
- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado e instalación de los apoyos. (Desguace de los apoyos).
- Izado y montaje del transformador. (Izado y desmontaje del transformador).

### 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.
- 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.

## SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCION.

### 1) ACTIVIDADES

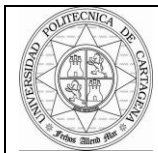
- Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.
- Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
- Montaje (Desguace de apartamenta en general).
- Transporte conexión y desconexión de equipos de control y medida.
- Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace 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 PREVENTIV AS 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., 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 TENSION**

### **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.

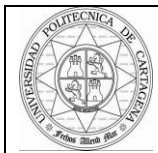
Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

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:

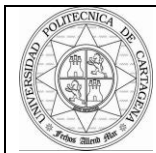
- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactínicas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

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

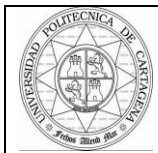
Útiles aislantes y aislados:

- 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.

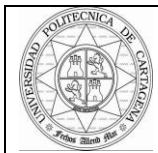
Con respecto a su comercialización, los equipos de protección individual deben cumplir el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre y sus modificaciones (Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, y Orden de 20 de febrero de 1997).

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.

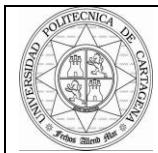
También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

- 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 TECNICAS 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:

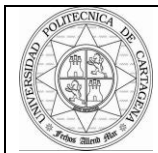
- Las medidas de seguridad que deben adaptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

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 el 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.



**Ingeniería técnica industrial especialidad en electricidad**  
**Proyecto de fin de carrera: Electrificación de un polígono residencial**  
**Francisco Carlos Bajes Montoya**



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.

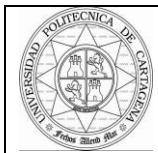
Así mismo, durante la ejecución del trabajo el Jefe de Trabajo debe controlar en todo momento su desarrollo para asegurarse de que se realiza de acuerdo con el citado «procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo esta señalizada y lo delimitada adecuadamente, 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.



## 5. PLAN DE GESTION 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.

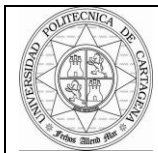
Contenido del estudio:

- 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.

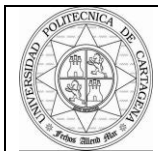
## **5.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.**

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 CONSTRUCCION Y DEMOLICION**

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.

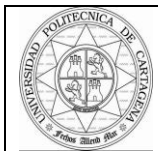


- 17 04 02 Aluminio.
- 17 04 03 Plomo.
- 17 04 04 Zinc.
- 17 04 05 Hierro y acero.
- 17 04 06 Estaño.
- 17 04 07 Metales mezclados.
- 17 04 09\* Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.
- 17 04 10\* Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
- 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:

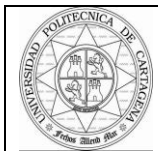
En ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros estimativos con fines estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por  $m^2$  construido con una densidad tipo del orden de 1,5  $tn/m^3$  a 0,1  $tn/m^3$ .

<b>s</b>	<b>v</b>	<b>d</b>	<b>tn tot</b>
$m^2$ superficie construida	$m^3$ volumen residuos (Sx0.2)	Densidad tipo entre 1.5 y 0.5 $tn/m^3$	Toneladas de residuo (Vxd)

Naturaleza pétreo			
Residuo	densidad	Toneladas de residuo (Tn)	Volumen de residuo ( $m^3$ )
Tierra de excavación	1.50 $tn/m^3$	1413.3	942.2

Naturaleza no pétreo			
Residuo	densidad	Toneladas de residuo (Tn)	Volumen de residuo ( $m^3$ )
Metales	1.5 $tn/m^3$	4.5	3
Papel	0.1 $tn/m^3$	2	20
Plástico	0.3 $tn/m^3$	3	10
Arena, Grava y otros áridos	1.4 $tn/m^3$	21	14
Hormigón	1.5 $tn/m^3$	73,5	49
Ladrillos, azulejos y cerámicos	1.5 $tn/m^3$	7,5	5
Piedra	1.5 $tn/m^3$	67,5	45
basuras	0.5 $tn/m^3$	9	10
Cables aluminio	1.5 $tn/m^3$	0,82529	1,2327





#### **5.4. MEDIDAS PARA LA PREVIENCIÓN 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, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.**

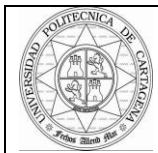
El gestor autorizado de RCD puede orientar y aconsejar sobre los tipos de residuos y la forma de gestión más adecuada. Puede indicarnos si existen posibilidades de reciclaje y reutilización en origen.

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 OTROAS 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.

## 6. PRESUPUESTO

### 6.1. PRESUPUESTO DE MATERIALES Y ZANJAS PARA RED DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN

concepto	cantidad	precio unitario	precio total
LÍNEA 3x240+1x150 AI XLPE 0,6/1 KV BAJA TENSIÓN	1234 m	25,47 €	31.429,98 €
LÍNEA 3x150+1x95 AI XLPE 0,6/1 KV BAJA TENSIÓN	3398 m	19,75 €	67.110,50 €
LÍNEA 20 KV 3x150 AI HEPRZ-1 MEDIA TENSIÓN	2050 m	22,46 €	46.043 €
ZANJA 2LBT 2LMT (0,6x1)	168 m	10,75 €	1.806,00 €
ZANJA 2LBT (0,6X1 m)	279 m	10,75 €	2.999,25 €
ZANJA 1 LMT + 2 LBT (0,5x1m)	44m	10,75 €	473,00 €
ZANJA 4 LBT + 2 LMT (0,5x1m)	68m	19,97 €	1.357,96 €
ZANJA 1 LMT (0,35X1 m)	491m	7,09 €	3.481,19 €
ZANJA 3 LBT +1 LMT (1,1x1m)	37m	19,12 €	710,40 €
ZANJA 4 LBT + 1 LMT (1,5x1m)	96m	19,87 €	1.907,00 €
ZANJA 5 LBT + 1 LMT (1,5x1m)	46m	19,87 €	914,00 €
ZANJA 1 LBT + 1 LMT (0,5x1m)	340m	10,75 €	3.655,00 €
ZANJA 1 LBT (0,35x1m)	1515m	7,09 €	10.747,35 €
ZANJA ENTUBADA 2 LBT	29m	10,98 €	318,42 €
ZANJA ENTUBADA 2 LBT +1 LMT	6	17,32 €	103,92 €
ZANJA ENTUBADA 2LBT + 2 LMT	14	17,32 €	242,48 €
ZANJA ENTUBADA 1LMT	48	7,09 €	340,32 €
UNIDAD DE ARMARIO PARA ALUMBRADO PÚBLICO	2	285,75	5.071,50 €
CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN	115	368 €	42.320 €
UNIDAD DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO	106	9,70 €	1.028,20 €
FUSIBLE 250 A	7	13,70 €	95,9€
FUSIBLE 200 A	9	13 €	117 €
FUSIBLE 160 A	4	9,80 €	39,20 €
PUENTES TRANSFORMADOR BT	15	180,00 €	2.700,00 €
PUENTES TRANSFORMADOR MT	10	460,00 €	4.600,00 €
JUEGO EMPALMES 150/150 AL	2	525 €	1.050 €
JUEGO BOTELLAS TERMINALES 150 AL	15	92 €	1.380 €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU5/20	1	7.500 €	7.500 €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN minibLOK	4	9.000 €	36.000 €
CUADROS BAJA TENSIÓN	5	2.400 €	12.000 €
UNIDAD DE MANIOBRA DEL TRANSFORMADOR	5	93 €	465 €
UNIDAD TIERRAS INTERIORES.INSTALACIÓN INTERIOR	5	160 €	800 €
UNIDAD DE TIERRAS EXTERIORES. PICAS ALINEADAS	5	250 €	1.250 €
PROTECCIÓN FÍSICA DEL TRANSFORMADOR	5	116 €	580 €
ENTRADA/SALIDA: CGMCOSMOS L-24	5	2.300 €	11.500 €

PROTECCIÓN CGMcosmos P24	20	3.800 €	76.000 €
UNIDAD DE TIERRAS EXTERIORES PROT.TRAFO ANILLO RECTANGULAR	5	485 €	2.425 €
<b>TOTAL</b>			<b>380.465,67 €</b>

## 6.2. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

concepto	cantidad	precio unitario	canon de vertido	m3	precio total
TIERRAS DE EXCAVACIÓN - CAMIÓN 20t RECORRIDO MENOR DE 10 km	71	64,96 €	6,12€/m3	942,2	10.378,42 €
PAPEL - CONTENEDOR DE 30 m3	1	97,50 €	2,65 €/m3	30	177,00 €
plástico - CONTENEDOR DE 30m3	1	97,50 €	2,65 €/m3	30	177 €
ARENA GRAVA Y OTROS ÁRIDOS-CONTENEDOR 7 m3	2	63,49 €	8,13 €/m3	14	240,80 €
METALES - CONTENEDOR DE 7 m3	1	63,49 €	2,85 €/m3	3	72,04 €
HORMIGÓN - CONTENEDOR DE 7m3	7	63,49 €	3,50 €/m3	49	615,93 €
LADRILLOS AZULEJOS Y CERÁMICOS - CONTENEDOR 7m3	1	63,49 €	5,20 €/m3	5	89,49 €
PIEDRAS - CONTENEDOR 7m3	5	63,49 €	9,06 €/m3	35	634,55 €
BASURAS - CONTENEDOR DE 7m3	2	63,49 €	9,10 €/m3	10	217,08 €
cables - contenedor de 7m3	1	63,49 €	2,85€/m3	2	69,19 €
<b>TOTAL</b>					<b>12.671,5€</b>

## 6.3. PRESUPUESTO TOTAL.

PRESUPUESTO DE MATERIALES Y ZANJAS PARA RED DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN	380.465,67 €
PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS	12.671,50 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN Y MATERIAL</b>	<b>393.137,17 €</b>
13% GASTOS GENERALES	51.107,83 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	23.588,23 €

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE CONTRATO</b>	<b>467.833,24 €</b>
21% I.V.A.	98.244,98 €
<b>PRESUPUESTO DE LICITACIÓN</b>	<b>566.078,22 €</b>

#### **6.4. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES Y RECURSOS UTILIZADOS.**

##### **LÍNEA 3x240+1x150 Al XLPE 0,6/1 KV BAJA TENSIÓN**

Linea subterránea, aislada 0,6/1 KV, 3x240+1x150 mm<sup>2</sup> de conductor de aluminio revestido de polietileno reticulado enterrado, incluido tendido del conductor y terminales correspondientes.

##### **LÍNEA 3x150+1x95 Al XLPE 0,6/1 KV BAJA TENSIÓN**

Linea subterránea, aislada 0,6/1 KV, 3x150+1x95 mm<sup>2</sup> de conductor de aluminio revestido de polietileno reticulado enterrado, incluido tendido del conductor y terminales correspondientes.

##### **LÍNEA 20 KV 3x150 Al HEPRZ-1 MEDIA TENSIÓN**

Linea subterránea de conductor de aluminio denominación UNE-SA HEPRZ1 20 KV y 3x150 de sección, i/ conexionado a centros de transformación. Totalmente instalado.

##### **ZANJA 2LBT 2LMT (0,6x1)**

Excavación a máquina de zanja para 2 ternos de LBT y 2 terno LMT, de 0,60 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 2LBT (0,6X 1)

Excavación a máquina de zanja para 2 ternos de LBT, de 0,60 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 1 LMT + 2 LBT (0,5x1m)

Excavación a máquina de zanja para 2 ternos de LBT y 1 terno LMT, de 0,50 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 4 LBT + 2 LMT (1.5x1m)

Excavación a máquina de zanja para 4 ternos de LBT y 2 terno LMT, de 0,60 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 1 LMT (0,35X1 m)

Excavación a máquina de zanja para 1 terno LMT, de 0,35 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 3 LBT +1 LMT (1,1x1m)

Excavación a máquina de zanja para 3 ternos de LBT y 1 terno LMT, de 1,1 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 4 LBT + 1 LMT (1,5x1m)

Excavación a máquina de zanja para 4 ternos de LBT y 1 terno LMT, de 1,5 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 5 LBT + 1 LMT (1,5x1m)

Excavación a máquina de zanja para 4 ternos de LBT y 1 terno LMT, de 1,5 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 1 LBT + 1 LMT (0,5x1m)

Excavación a máquina de zanja para 1 ternos de LBT y 1 terno LMT, de 0,5 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA 1 LBT (0,35x1m)

Excavación a máquina de zanja para 1 terno LMT, de 0.35 x 1 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA ENTUBADA 2 LBT

Excavación a máquina de zanja para canalización entubada para y 2 ternos de LBT, de 0,35 x 1 m, arena de relleno, hormigón H-175, 6 tubos de PVC de 160 mm, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA ENTUBADA 2 LBT +1 LMT

Excavación a máquina de zanja para canalización entubada para 1 terno de LMT y 2 ternos de LBT, de 0,50 x 1 m, arena de relleno, hormigón H-175, 6 tubos de PVC de 160 mm, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA ENTUBADA 2LBT + 2 LMT

Excavación a máquina de zanja para canalización entubada para 2 terno de LMT y 2 ternos de LBT, de 0,50 x 1,10 m, arena de relleno, hormigón H-175, 6 tubos de PVC de 160 mm, cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### ZANJA ENTUBADA 1LMT

Excavación a máquina de zanja para canalización entubada para 1 terno de LMT , de 0,50 x 1,10 m, arena de relleno, hormigón H-175, 6 tubos de PVC de 160 mm, cinta de "Atención al cable", mano de



obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavación, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavación.

#### FUSIBLE 160 A

Fusible de clase gG 160A calibrado para protección líneas de B.T. En cuadro de B.T. De C.T.

#### FUSIBLE 200 A

Fusible de clase gG 200A calibrado para protección líneas de B.T. En cuadro de B.T. De C.T.

#### FUSIBLE 250 A

Fusible de clase gG 250A calibrado para protección líneas de B.T. En cuadro de B.T. De C.T.

#### CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

Ud. Unidad de armario exterior de BT para un suministro de edificios de viviendas, trifásico, incluido armario de envolvente de poliéster reforzado con fibra de vidrio, peana protección prefabricada en hormigón armado, bases portafusibles de 400 A, pegatina peligro y rotulación s/Iberdrola, incluso recercado de fábrica de ladrillo. Tubo PVC de D=50. ITC-BT 16 y el grado de protección IP 43 e IK 09. Dispositivos contadores de energía eléctrica y terminales para conexión de 240/150mm<sup>2</sup>

#### PUENTES TRANSFORMADOR MT: CABLES MT 20 KV

Ud. Cable MT 20 kV del tipo EHPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleados 3 de 10 cm de longitud y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K-152. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K-152.

#### PUENTES TRANSFORMADOR BT

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 1x240 Al (Polietileno reticulado y cubierta de PVC) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

#### JUEGO BOTELLAS TERMINALES 150 AL

Juego de botellas terminales a colocar en celdas de línea para cable HEPRZ1 20 KV AL 150 mm<sup>2</sup>. Totalmente instalado.

#### CENTRO DE TRANSFORMACION PFU-4/20 KV

Ud. Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU- 4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios.

#### ENTRADA/SALIDA: CGMCOSMOS L-24

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:

-Un = 24 kV

-In = 400 A

-Icc = 16 kA / 40 kA

-Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm

-Mando: manual tipo B

Se incluyen el montaje y conexión.

#### PROTECCION GENERAL: CGMCOSMOS P-24

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

Un = 24 kV

In = 400 A

Icc = 16 kA / 40 kA

Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm

Mando (fusibles): manual tipo BR

Relé de protección:

ekorRPT-201A Se incluyen el montaje y conexión.

#### CUADROS BAJA TENSION

Cuadro de BT UNESA, con 5 salidas trifásicas con fusibles correspondientes en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria

#### CENTRO DE TRANSFORMACION MINIBlock 20 KV

Ud. Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo MINIBlock, de dimensiones generales aproximadas 2100mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, las celdas del tipo CGMCOSMOS- 2L1P, instalación de tierras interiores tanto de servicio como de protección, transformador de 400 kVA 24 kV, cuadro de baja tensión con 5 salidas protegidas con fusibles de 400 A y todos sus elementos exteriores según RU- 1303A, transporte, montaje y accesorios.