

Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE POLÍGONO RESIDENCIAL

**Titulación:** INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL

**Intensificación:** ELECTRICIDAD

**Alumno/a:** ISMAEL MOLINA DÍAZ

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

JUAN JOSÉ PORTERO  
RODRÍGUEZ

Cartagena, de Julio de 2013

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

# INDICE

## 1. MEMORIA

- 1.1. OBJETO DEL PROYECTO
- 1.2. TITULARES DE LA INSTALACIÓN: AL INICIO Y AL FINAL
- 1.3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN
- 1.4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN
- 1.5. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA
- 1.6. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE
- 1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN 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 LÍNEA
    - 1.8.1.3. CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.
    - 1.8.1.4. RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS CON DIREC. Y DNI
  - 1.8.2. PUESTA A TIERRA
  - 1.8.3. TRAZADO MT
    - 1.8.3.1. PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LINEA
    - 1.8.3.2. LONGITUD
    - 1.8.3.3. TERMINOS MUNICIPALES AFECTADOS
    - 1.8.3.4. 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 SEGURIDAD2
  - 1.8.6. PUESTA A TIERRA
  - 1.8.7. LOCAL CT
    - 1.8.7.1. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES
    - 1.8.7.2. CIMENTACION
    - 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 (EN SU CASO)
  - 1.8.8. INSTALACION ELECTRICA
    - 1.8.8.1. CARACTERISTICAS DE LA RED DE ALIMENTACION
    - 1.8.8.2. CARACTERISTICAS DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSION
      - 1.8.8.2.1. CELDA DE ENTRADA
      - 1.8.8.2.2. CELDA DE SALIDA
      - 1.8.8.2.3. CELDA DE PROTECCION
      - 1.8.8.2.4. CELDA DE MEDIDA

#### 1.8.8.2.5. 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 APOYO

1.8.8.3.4. 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 OBRA CIVIL

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS BT

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. CÁLCULOS DE ANILLOS

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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1. COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO Y CAÍDA DE TENSIÓN

2.1.5.1.3 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1. COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO Y CAÍDA DE TENSIÓN

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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1

2.1.5.2.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1

2.1.5.2.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1

2.1.5.2.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1

2.1.5.2.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.3.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.3.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.3.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.3.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.4.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.4.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.4.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.4.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.5.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.5.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.5.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.5.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.6.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.6.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.6.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.6.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

#### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.7.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.7.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.7.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.7.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

#### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.8.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.8.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.8.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.8.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

#### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.9.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.9.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.9.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.9.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

#### 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 Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L1-CT1
- 2.1.5.10.3 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L1-CT1
- 2.1.5.10.4 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1
- 2.1.5.10.5 COMPROBACIÓN DE LA INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE POR CRITERIO DE CALENTAMIENTO L2-CT1
- 2.1.5.10.6 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

- 2.2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS MT
  - 2.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA
  - 2.2.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE
  - 2.2.3 REACTANCIA
  - 2.2.4 CAÍDA DE TENSIÓN
  - 2.2.5 TABLAS DE RESULTADO DE CÁLCULOS
  - 2.2.6 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANFERIBLES AL EXTERIOR Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN
- 2.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN:
  - 2.3.1. CALCULO TRANSFORMADOR DE REPARTO PFU-4.
    - 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. SELECCIÓN DE FUSIBLES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN
    - 2.3.1.5. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.
    - 2.3.1.6. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.
    - 2.3.1.7. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT
    - 2.3.1.8. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
    - 2.3.1.9. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS
    - 2.3.1.10. CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.
  - 2.3.2. CALCULO TRANSFORMADOR MINIBLOCK.
    - 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 LOS PUENTES DE MT
    - 2.3.2.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
    - 2.3.2.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS
    - 2.3.2.9. CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

## ANEXO Nº 1

### ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## ANEXO Nº 2

### GESTION DE RESIDUOS

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1- CONDICIONES GENERALES

- 3.1.1.- ALCANCE
- 3.1.2.- REGLAMENTOS Y NORMAS
- 3.1.3.- REGLAMENTOS Y NORMAS
- 3.1.4.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
  - 3.1.4.1.- COMIENZO
  - 3.1.4.2.- EJECUCIÓN
  - 3.1.4.3.- LIBRO DE ÓRDENES
- 3.1.5.- INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO
- 3.1.6.- OBRAS COMPLEMENTARIAS
- 3.1.7.- MODIFICACIONES
- 3.1.8.- OBRA DEFECTUOSA
- 3.1.9.- MEDIOS AUXILIARES
- 3.1.10.- CONSERVACIÓN DE OBRAS
- 3.1.11.- RECEPCIÓN DE LAS OBRAS
  - 3.1.11.1.- RECEPCIÓN PROVISIONAL
  - 3.1.11.2.- PLAZO DE GARANTÍA
  - 3.1.11.3.- RECEPCIÓN DEFINITIVA
- 3.1.12.- RECEPCIÓN DE LAS OBRAS
  - 3.1.12.1.- MODO DE CONTRATACIÓN
  - 3.1.12.2.- PRESENTACIÓN
  - 3.1.12.3.- SELECCIÓN
- 3.1.13.- FIANZA
- 3.1.14.- CONDICIONES ECONÓMICAS
  - 3.1.14.2.- PRECIOS
  - 3.1.14.3.- REVISIÓN DE PRECIOS
  - 3.1.14.4.-PENALIZACIONES
  - 3.1.14.5.-CONTRATO
  - 3.1.14.6.-RESPONSABILIDADES
  - 3.1.14.7.-RESCISIÓN DEL CONTRATO
  - 3.1.14.8.-LIQUIDACIÓN
- 3.1.15.- CONDICIONES FACULTATIVAS
  - 3.1.15.1.- NORMAS A SEGUIR
  - 3.1.15.2.- PERSONAL

#### 3.2- PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE BAJA TENSIÓN

- 3.2.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN
  - 3.2.1.1.- CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES
  - 3.2.1.2.- ACCESORIOS
  - 3.2.1.3.- MEDIDAS ELÉCTRICAS
  - 3.2.1.4.- OBRA CIVIL
  - 3.2.1.5.- ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO
- 3.2.2.- NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
- 3.2.3.- REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA

- 3.2.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD
- 3.2.5.- REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIÓDICAS REGLAMENTARIAS A EFECTUAR POR PARTE DE INSTALADORES, DE MANTENEDORES Y / U ORGANISMOS DE CONTROL
- 3.3- PLIEGO DE CONDICIONES DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN
  - 3.3.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCIÓN
    - 3.3.1.1.- CONDUCTORES: TENDIDO, EMPALMES, TERMINALES, CRUCES Y PROTECCIONES
    - 3.3.1.2.- ACCESORIOS
    - 3.3.1.3.- OBRA CIVIL
    - 3.3.1.4.- ZANJAS: EJECUCIÓN, TENDIDO, CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, SEÑALIZACIÓN Y ACABADO
  - 3.3.2.- NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
- 3.4- PLIEGO DE CONDICIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
  - 3.4.1.- CALIDADES DE LOS MATERIALES
    - 3.4.1.1.- OBRA CIVIL
    - 3.4.1.2.- APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN
    - 3.4.1.3.- TRANSFORMADORES
    - 3.4.1.4.- EQUIPOS DE MEDIDA
  - 3.4.2.- NORMAS DE 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.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN
  - 3.4.6.- LIBRO DE ÓRDENES
- 3.5- PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
  - 3.5.1.- LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICABLES
  - 3.5.2.- OBLIGACIONES DE LAS DIVERSAS PARTES INTERVINIENTES EN LA OBRA
  - 3.5.3.- SERVICIOS DE PREVENCIÓN
  - 3.5.4.- INSTALACIONES Y SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES
  - 3.5.5.- CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
  - 3.5.6.- CONDICIONES DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS
- 3.6- PLIEGO DE CONDICIONES DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
  - 3.6.1.- OBLIGACIONES AGENTES INTERVINIENTES
  - 3.6.2.- GESTIÓN DE RESIDUOS
  - 3.6.3.- DERRIBO Y DEMOLICIÓN
  - 3.6.4.- SEPARACIÓN
  - 3.6.5.- DOCUMENTACIÓN
  - 3.6.6.- NORMATIVA

#### 4. PRESUPUESTO

#### 5. PLANOS

- 5.1. SITUACIÓN
- 5.2. EMPLAZAMIENTO
- 5.3. PLANTA GENERAL DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE DE LÍNEAS DE TENSIÓN
- 5.4. PLANTA GENERAL DE LA RED DE ABONADO, ACOMETIDA DE M.T. Y ANILLO DE M.T.
- 5.5. PLANTA GENERAL DE LA RED DE B.T. CT1 Y NUMERACIÓN DE ZANJAS
- 5.6. PLANTA GENERAL DE LA RED DE B.T. CT2 Y NUMERACIÓN DE ZANJAS
- 5.7. PLANTA GENERAL DE LA RED DE B.T. CT3 Y NUMERACIÓN DE ZANJAS
- 5.8. PLANTA GENERAL DE LA RED DE B.T. CT4 Y NUMERACIÓN DE ZANJAS
- 5.9. PLANTA GENERAL DE LA RED DE B.T. CT5 Y NUMERACIÓN DE ZANJAS
- 5.10. DETALLE DE ZANJAS
- 5.11. PLANTA, ALZADO Y SECCIONES OBRA CIVIL CTs PFU-5/20
- 5.12. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION DEL PFU-5/20 Y CT1
- 5.13. PLANTA, ALZADO Y SECCIONES OBRA CIVIL CTs miniBLOCK
- 5.14. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION DEL miniBLOCK CT2
- 5.15. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION DEL miniBLOCK CT3
- 5.16. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION DEL miniBLOCK CT4
- 5.17. ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACION DEL miniBLOCK CT5
- 5.18. PLANTA TOMAS DE TIERRA PFU-5/20 Y miniBLOCK
- 5.19. DETALLE CGP Y MODULO DE CONTADOR CON SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ºA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

# **1 - MEMORIA**

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

## 1.1. – OBJETO DEL PROYECTO

Proyecto final de carrera para el DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA DE LA UPCT. El presente proyecto redacta la instalación de cinco Centros de Transformación de Compañía de 1x400 K.V.A de potencia con una acometida a 20 KV para dar una tensión de servicio 400 V en baja tensión mediante línea subterránea a 357 viviendas, equipamientos educativos, sociales, jardines, zonas comunes y en Alta Tensión 20 kV a un abonado particular para una industria. Forman parte de una parcela edificable de 97969,71 m<sup>2</sup> de superficie en el término municipal de Cartagena.

El presente proyecto de instalación de línea subterránea en Baja Tensión, 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 INICIO Y AL FINAL

Titular de la instalación inicial: DPTO.INGENIERIA ELECTRICA UPCT  
Domicilio social: Pza. del cronista Isidoro Valverde, Edif. La Milagrosa,  
C.P.30202, CARTAGENA  
C.I.F: -----Tlf.:  
968 32 54 00  
Fax: 968 32 54 00

Titular de la instalación final: IBERDROLA DISTRIBUCIÓN SAU.  
Domicilio social: C/ Sofía S/N, Polígono Industrial Cabezo Beaza (Cartagena).  
C.I.F: A-95075578  
Tlf.: 968505500  
Fax: 968395759

## 1.3. USUARIO DE LA INSTALACIÓN

Usuario: DPTO.INGENIERIA ELECTRICA UPCT  
Domicilio social: Pza. del cronista Isidoro Valverde, Edif. La Milagrosa, C.P.30202,  
CARTAGENA  
C.I.F: -----  
Tlf.: 952 33 89 73  
Fax: 952 33 37 63

#### 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. DESCRIPCION GENERICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA

##### Red de Baja Tensión

Se dispone en el 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.

##### 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.

##### 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.

### 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.

### 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).

### Resumen de potencias

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	POTENCIA UNITARIA(W)	POTENCIA TOTAL(W)
VIVIENDAS E.E.	165	9200	1518000
VIVIENDAS E.B.	192	5750	1104000
GARAJES GRANDES	1	148428	148428
GARAJES PEQUEÑOS	1	16492,2	16492,2
SERVICIOS GENERALES EDIFICIOS	18	7950	143100
E.S.	1	43510,945	43510,945
E.E	1	75355,28	75355,28
A.V.	2	20000	40000
JARDINES	1	67949,334	67949,334
	TOTAL (kW)		3.156,84

$$S_T = \frac{P_T}{\cos\varphi} = \frac{3156,84}{0,9} = 3507,6VA$$

$$n^{\circ}trafos = \frac{S_T \times CS}{S_{trafo}} = \frac{(3375,534 \times 0,4) + (118,86 \times 0,6)}{400} = 3,5538 \rightarrow 4 \text{ trafos}$$

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

## 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.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.
- Normas UNE y normas EN.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

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

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

*Normas y recomendaciones de diseño de la aparamenta eléctrica:*

- **CEI 60694 UNE-EN 60694**, Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.
- **CEI 60298 UNE-EN 60298**, Aparamanta 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**, Aparamanta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro 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 previsto para la ejecución de los trabajos es de seis meses.

## 1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 1.8.1. TRAZADO BT

Para la realización de los anillos, repartiremos las cargas de cada anillo para que estén compensados el uno con el otro y no haya mucha diferencia de potencia entre uno y otro anillo.

- Anillo 1, engloba las siguientes CGP: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14 y 15 (P=341,24kW)
- Anillo 2, engloba las siguientes CGP: 9, 10, 11 y 12 (P=321,41kW)
- Anillo 3, engloba las siguientes CGP: 7, 8, 23, 24, 109 y 110 (P=341,768 kW)
- Anillo 4, engloba las siguientes CGP: 19, 20, 21 y 22 (322,406 kW)
- Anillo 5, engloba las siguientes CGP: 16, 17, 18, 42, 43, 44, 45 y 46 (P=321,26 kW)
- Anillo 6, engloba las siguientes CGP: 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 (P=312,8 kW)
- Anillo 7, engloba las siguientes CGP: 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108 y 112 (P=298,567 kW)
- Anillo 8, engloba las siguientes CGP: 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 103, 104, 113 y 114 (P=296,911 kW)
- Anillo 9, engloba las siguientes CGP: 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 111 (P=306,08 kW)
- Anillo 10, engloba las siguientes CGP: 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 y 78 (P=294,4 kW)

Todas las líneas discurrirán por aceras, según plano correspondiente. El trazado será lo más rectilíneo posible 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:

<i>CARACTERÍSTICAS</i>	<i>240</i>	<i>150</i>	<i>50 mm<sup>2</sup></i>
Tipo constructivo	Unipolar.	Unipolar.	Unipolar.
Naturaleza	Aluminio.	Aluminio.	Aluminio.
Tensión de servicio	1.000 V.	1.000 V.	1.000 V.
Cubierta	PVC	PVC	PVC
Espesor radial de aislamiento.	1,7 mm.	1,4 mm.	1 mm.
Diámetro s/aislamiento	22,9mm.	18mm.	10,9mm.
Diámetro exterior	26,3 mm.	21,2 mm.	13,7 mm.
Peso (Kg/Km)	960.	620.	245.
Radio min. curvatura.	135 mm.	85 mm.	55 mm.
I admisible a régimen permanente a 25°C	430 A.	330 A.	180 A.
C. Tensión entre fases	0,30 V/A Km.	0,44 V/A Km.	1,20 V/A Km.

#### 1.8.1.1. LONGITUD

La longitud global de todas las líneas subterráneas a estudio será de 2835 metros aproximadamente.

A continuación y más detalladamente en el plano de emplazamiento de la sección de planos, se recoge las longitudes de cada una de las líneas que resultan al abrir los anillos proyectados:

Anillo 1 (engloba las siguientes CGP: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14 y 15):

L rama 1 ..... 150 m  
 L rama 2 ..... 210 m  
 Longitud Total anillo 1..... 360 m

Anillo 2 (engloba las siguientes CGP: 9, 10, 11 y 12):

L rama 1 ..... 175 m  
 L rama 2 ..... 250 m  
 Longitud Total anillo 2..... 425 m

Anillo 3 (engloba las siguientes CGP: 7, 8, 23, 24, 109 y 110):

L rama 1 ..... 140 m  
 L rama 2 ..... 205m  
 Longitud Total anillo 3..... 345 m

Anillo 4 (engloba las siguientes CGP: 19, 20, 21 y 22):

L rama 1 ..... 110 m  
L rama 2 ..... 155 m  
Longitud Total anillo 4..... 265 m

Anillo 5 (engloba las siguientes CGP: 16, 17, 18, 42, 43, 44, 45 y 46):

L rama 1 ..... 165 m  
L rama 2 ..... 270m  
Longitud Total anillo 5..... 435 m

Anillo 6 (engloba las siguientes CGP: 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41):

L rama 1 ..... 185 m  
L rama 2 ..... 215 m  
Longitud Total anillo 6..... 400 m

Anillo 7 (engloba las siguientes CGP: 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108 y 112):

L rama 1 ..... 135 m  
L rama 2 ..... 230 m  
Longitud Total anillo 7..... 365 m

Anillo 8 (engloba las siguientes CGP: 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 103, 104, 113 y 114):

L rama 1..... 265 m  
L rama 2 ..... 185 m  
Longitud Total anillo 8..... 450 m

Anillo 9 (engloba las siguientes CGP: 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 111):

L rama 1 ..... 135 m  
L rama 2 ..... 230 m  
Longitud Total anillo 9..... 365 m

Anillo 10 (engloba las siguientes CGP: 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 y 78):

L rama 1..... 265 m  
L rama 2..... 185 m  
Longitud Total anillo 10..... 450 m

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

Las líneas de los cuadros de Baja Tensión de los C.T. de compañía Ormazabal de tipo interior y mini block propiedad de Iberdrola, situados en la parcela designada objeto de este proyecto, de los cuales se dará suministro en Baja Tensión a las 114 CGPs repartidas por el polígono residencial. Al tratarse de una configuración de la red en anillo el inicio y el final de las redes de baja tensión están en el centro de transformación respectivo de cada trazado.

### 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. 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.

#### *Otros cables de energía eléctrica*

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurran 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

### *Paralelismo*

#### *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

4.422 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 HEPR
Nivel de aislamiento	20 kV
Cubierta exterior	Z1
Peso del cable	1570 Kg/Km.
Diámetro conductor	36 mm
Resistencia a 20°C	0.125 Ω/Km.
Capacidad	0.417 mF/km
Reactancia	0.104 Ω/Km.
Intensidad máxima admisible	429 A.

#### 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 sobrintensidades que puedan producirse en la

instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

#### PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES 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 discurra 1 línea, y por un tubo y placas cubrecables 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 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.

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.

#### 1.8.5.6. 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.

#### 1.8.6. 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.

#### 1.8.7. 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 CARACTERISTICAS 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 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º 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*

Las características generales de las celdas CGMcosmos son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV

a la distancia de seccionamiento 145 kV

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

#### 1.8.8.2.1 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:*

Tensión asignada:	24
kV	
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración (1s), 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:	365 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1740 mm
Peso:	95 kg

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 (1 s), cresta:	40 kA

#### Nivel de aislamiento

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

#### *Capacidad de corte*

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

#### *Características físicas:*

Ancho:	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 aparatación.

#### *INDICADOR DE FUGA DE GAS*

Para controlar el estado de funcionamiento las cabinas están equipadas 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 pasadizo 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.

#### 1.8.8.3.3 AISLADORES DE APOYO

No procede.

#### 1.8.8.3.4 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 interconectará, 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 aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

*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 sujeta 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 M0 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 rejilla 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.

Los mandos de la apartamentada estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la apartamentada 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón HM-12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

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

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

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

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

Fecha: Cartagena, Julio de 2.013

Firmado: Ismael Molina Díaz  
Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ºA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 2.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS BT

Los conductores a emplear en la instalación serán unipolares de Aluminio homogéneo, tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado "XLPE" directamente enterrados, con una sección de 240 mm<sup>2</sup> (según Normas Técnicas de Construcción y Montaje de las Instalaciones Eléctricas de Distribución de la Cía. Suministradora).

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 5 % de la tensión nominal y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

Las características de la red son:

Tensión (V): Trifásica 400

C.d.t. máx. (%): 5 cos

$\phi$ : 0,9

Coefficiente de simultaneidad: 1

Fórmulas utilizadas para los cálculos eléctricos:

Para la elección del conductor, tendremos en cuenta la densidad de corriente que es capaz de soportar y la caída de tensión que se produce en el mismo por pérdida en el transporte de energía.

### Sistema Trifásico

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi} \text{ (A)}$$

P = Potencia de la rama

U = Tensión asignada de la línea → 400V

cos $\phi$  = factor de corrección de la instalación → 0,9

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

Siendo:

- P = Potencia de cada rama
- L = Longitud de cada tramo.
- U = Tensión asignada (400V)
- R = Resistencia del conductor seleccionado (tabla 1)
- X = Reactancia del conductor seleccionado (tabla 1)

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

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

### 2.1.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

Descripcion de potencias:

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**

Tenemos 11 viviendas adosadas → 5 CGP

CGP 1 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

CGP 2 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

CGP 3 → 9,2 kW/vivienda x 1 vivienda = 9,2 kW

CGP 4 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

CGP 5 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

Potencia total de Parcela 1  $\rightarrow P_{T_{Parcela 1}} = 18,4 + 18,4 + 9,2 + 18,4 + 18,4 = 101,2 \text{ kW}$

## Parcela 2

En esta parcela nos encontramos con 95 viviendas distribuidas en 9 edificios, que distribuiremos de la siguiente manera:

2 edificios de 4 plantas con dos viviendas por planta y un ático por edificio lo que hace un total de viviendas de:

2 edificios x ((4 plantas x 2 viviendas) + 1 ático) = 18 viviendas

7 edificios de 5 plantas con dos viviendas por planta y un ático por edificio lo que hace un total de viviendas de:

7 edificios x ((5 plantas x 2 viviendas) + 1 ático) = 77 viviendas

Así ya tenemos las 95 viviendas (18+77)

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 cada dos edificios la CGP incluirá además, la potencia prevista para los garajes provistos de ventilación forzada.

Al ser un número impar de edificios, uno de los garajes, será de menos ocupación ya que solo corresponderá a un edificio.

La superficie de los garajes será:

- Para dos edificios  $\rightarrow 915,23\text{m}^2$
- Para un edificio  $\rightarrow 406,27\text{m}^2$

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

La carga correspondiente a los garajes, será:

- Para dos edificios  $\rightarrow 915,23\text{m}^2 \times 20\text{W}/\text{m}^2 = 18,304 \text{ kW}$
- Para un edificio  $\rightarrow 406,27\text{m}^2 \times 20\text{W}/\text{m}^2 = 8,1354 \text{ kW}$

Para los servicios generales del edificio, según ITC-BT 10 apartado 3.2. la carga se considerará de  $3,45 \text{ kW}$

Para la carga correspondiente a aparatos elevadores, seleccionamos de la siguiente tabla el tipo de ascensor que se instalará y ahí podremos ver su previsión de carga

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

El ascensor elegido será un ITA-1 con capacidad para 5 personas (400 kg) y una previsión de carga de 4,5 kW

La potencia de cada vivienda, según ITC-BT 10 apartado 2.2. la potencia a prever de grado de electrificación elevada será de 5,75 kW a 230V

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

$$\text{CGP 7} \rightarrow 9 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,304 = 78,004 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 8} \rightarrow 9 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 59,7 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 9} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,304 = 89,504 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 10} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 71,2 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 11} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,304 = 89,504 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 12} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 71,2 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 13} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,304 = 89,504 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 14} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 71,2 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 15} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 8,1354 = 79,3354 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia total de Parcela 2} \rightarrow P_{T_{\text{Parcela 2}}} = 78.004 + 59,7 + 89,504 + 71,2 + 89,504 + 71,2 + 89,504 + 71,2 + 79,3354 = \mathbf{699,1514kW}$$

### Parcela 3

En esta parcela nos encontramos con 97 viviendas distribuidas en 9 edificios, que distribuiremos de la siguiente manera:

1 edificio de 4 plantas con dos viviendas por planta y un ático por edificio lo que hace un total de viviendas de:

$$1 \text{ edificio} \times ((4 \text{ plantas} \times 2 \text{ viviendas}) + 1 \text{ ático}) = 9 \text{ viviendas}$$

8 edificios de 5 plantas con dos viviendas por planta y un ático por edificio lo que hace un total de viviendas de:

$$8 \text{ edificios} \times ((5 \text{ plantas} \times 2 \text{ viviendas}) + 1 \text{ ático}) = 88 \text{ viviendas}$$

Así ya tenemos las 97 viviendas (9+88)

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 cada dos edificios la CGP incluirá además, la potencia prevista para los garajes provistos de ventilación forzada.

Al ser un número impar de edificios, uno de los garajes, será de menos ocupación ya que solo corresponderá a un edificio.

La superficie de los garajes será:

- Para dos edificios  $\rightarrow 940,15\text{m}^2$
- Para un edificio  $\rightarrow 417,84\text{m}^2$

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

La carga correspondiente a los garajes, será:

- Para dos edificios  $\rightarrow 940,15\text{m}^2 \times 20\text{W}/\text{m}^2 = 18,803 \text{ kW}$
- Para un edificio  $\rightarrow 417,84\text{m}^2 \times 20\text{W}/\text{m}^2 = 8,3568 \text{ kW}$

Para los servicios generales del edificio, según ITC-BT 10 apartado 3.2. la carga se considerará de  $3,45 \text{ kW}$

Para la carga correspondiente a aparatos elevadores, seleccionamos de la siguiente tabla el tipo de ascensor que se instalará y ahí podremos ver su previsión de carga

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

Tabla 2. Previsión de potencia para aparatos elevadores.

El ascensor elegido será un ITA-1 con capacidad para 5 personas (400 kg) y una previsión de carga de 4,5 kW

La potencia de cada vivienda, según ITC-BT 10 apartado 2.2. la potencia a prever de grado de electrificación elevada será de 5,75 kW a 230V

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

$$\text{CGP 16} \rightarrow 9 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 8,3568 = 68,0568 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 17} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,803 = 90,003 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 18} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 71,2 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 19} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,803 = 90,003 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 20} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 71,2 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 21} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,803 = 90,003 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 22} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 71,2 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 23} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 + 18,803 = 90,003 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 24} \rightarrow 11 \times 5,75 + 3,45 + 4,5 = 71,2 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia total de Parcela 3} \rightarrow P_{T_{Parcela3}} = 68,0568 + 90,003 + 71,2 + 90,003 + 71,2 + 90,003 + 71,2 + 90,003 + 71,2 = \mathbf{712,8688 \text{ kW}}$$

## **Parcela 4**

Tenemos 20 viviendas adosadas  $\rightarrow$  10 CGP

$$\text{CGP 25} \rightarrow 9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 26} \rightarrow 9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 27} \rightarrow 9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 28} \rightarrow 9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 29} \rightarrow 9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 30} \rightarrow 9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 31} \rightarrow 9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$$

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

Potencia total de Parcela 4 →  $P_{T_{Parcela\ 4}} = 18,4 \times 10 = \mathbf{184\ kW}$

## **Parcela 5**

Tenemos 24 viviendas adosadas → 12 CGP

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

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

Potencia total de Parcela 5 →  $P_{T_{Parcela\ 5}} = 18,4 \times 12 = \mathbf{220,8\ kW}$

## **Parcela 6-A**

Tenemos 17 viviendas adosadas → 9 CGP

CGP 47 → 9,2 kW/vivienda x 1 vivienda = 9,2 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

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

Potencia total de Parcela 6-A →  $P_{T_{Parcela\ 6-A}} = 18,4 \times 8 + 9,2 = 156,4 \text{ kW}$

### **Parcela 6-B**

Tenemos 14 viviendas adosadas → 7 CGP

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 2 viviendas = 18,4 kW

CGP 59 → 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 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

Potencia total de Parcela 6-B →  $P_{T_{Parcela\ 6-B}} = 18,4 \times 7 = 128,8 \text{ kW}$

### **Parcela 7**

Tenemos 32 viviendas adosadas → 16 CGP

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

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

Potencia total de Parcela 7 →  $P_{T_{Parcela\ 7}} = 18,4 \times 16 = 294,4 \text{ kW}$

## **Parcela 8**

Tenemos 24 viviendas adosadas → 12 CGP

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

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

Potencia total de Parcela 8 →  $P_{T_{Parcela\ 8}} = 18,4 \times 12 = 220,8 \text{ kW}$

## **Parcela 9**

Tenemos 23viviendas adosadas → 12 CGP

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

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 2 viviendas = 18,4 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  $\rightarrow$  9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

CGP 101  $\rightarrow$  9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

CGP 102  $\rightarrow$  9,2 kW/vivienda x 1 vivienda = 9,2 kW

Potencia total de Parcela 9  $\rightarrow P_{T_{Parcela\ 9}} = 18,4 \times 11 + 9,2 = 211,6 \text{ kW}$

### **Parcela de Equipamiento social**

Según la descripción, se considerará una previsión de carga de 10W/m<sup>2</sup>

La superficie ocupada por ES, será de 4351,0945m<sup>2</sup>

La previsión de carga será 4351,0945m<sup>2</sup> x 10W/m<sup>2</sup> = 43,511 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 103  $\rightarrow$  43,511 / 2 = 21,756 kW

CGP 104  $\rightarrow$  43,511 / 2 = 21,756 kW

Potencia total de Parcela ES  $\rightarrow P_{T_{Parcela\ ES}} = 43,511 \text{ kW}$

### **Parcela de Equipamiento Educativo**

Según la descripción, se considerará una previsión de carga de 5W/m<sup>2</sup>

La superficie ocupada por EE, será de 15071,056m<sup>2</sup>

La previsión de carga será 15071,056m<sup>2</sup> x 5W/m<sup>2</sup> = 75,355 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 105  $\rightarrow$  75,355 / 4 = 18,84 kW

CGP 106  $\rightarrow$  75,355 / 4 = 18,84 kW

CGP 107  $\rightarrow$  75,355 / 4 = 18,84 kW

$$\text{CGP 108} \rightarrow 75,355 / 4 = 18,84 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia total de Parcela EE} \rightarrow P_{T_{\text{Parcela EE}}} = 75,355 \text{ kW}$$

## **Parcela de Jardines**

Según la descripción, los jardines irán provistos de luminarias Na HP 100W cada 30m<sup>2</sup>

Teniendo en cuenta el tipo de luminaria, haremos referencia a la ITC-BT apartado 3, donde nos dice lo siguiente: *“la potencia aparente mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en watios de las lámparas o tubos de descarga”*

Para el cálculo de la previsión de carga de los jardines tendremos en consideración este factor.

### **Jardin 1EL**

La superficie ocupada será de 3810,106m<sup>2</sup>

$$\text{La previsión de carga será } P_{1EL} = 3810,106m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 22,861kW$$

$$\text{CGP 109} \rightarrow 22,861 \text{ kW}$$

Incluiremos en este jardín uno de los dos centros de mando del alumbrado de viales, el cual tiene una potencia de 20 kW. Colocaremos otra CGP

$$\text{CGP 110} \rightarrow 20 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia total de Jardín 1EL} \rightarrow P_{T_{\text{Parcela 1EL}}} = 42,861 \text{ kW}$$

### **Jardin 2EL**

La superficie ocupada será de 3480,28m<sup>2</sup>

$$\text{La previsión de carga será } P_{2EL} = 3480,28m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 20,88 \text{ kW}$$

$$\text{CGP 111} \rightarrow 20,88 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia total de Jardín 2EL} \rightarrow P_{T_{\text{Parcela 2EL}}} = 20,88 \text{ kW}$$

### **Jardin 3EL**

La superficie ocupada será de 1935,3064m<sup>2</sup>

La previsión de carga será  $P_{3EL} = 1935,3064m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 11,612 kW$

CGP 112 → 11,612 kW

Potencia total de Jardín 3EL →  $P_{T_{Parcela\ 3EL}} = 11,612 kW$

### **Jardin 4EL**

La superficie ocupada será de 2099,1966m<sup>2</sup>

La previsión de carga será  $P_{4EL} = 2099,1966m^2 \times \frac{100W}{30m^2} \times 1,8 = 12,6 kW$

CGP 113 → 12,6 kW

Incluiremos en este jardín el segundo de los dos centros de mando del alumbrado de viales, el cual tiene una potencia de 20 kW. Colocaremos otra CGP

CGP 114 → 20 kW

Potencia total de Jardín 4EL →  $P_{T_{Parcela\ 4EL}} = 32,6 kW$

La demanda de energía eléctrica para la electrificación del polígono residencia del presente proyecto será de **3.156,84 KW**.

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

Potencia total del polígono residencial (suma total de todas la potencia de las parcelas)

$$P_T = 101,2 + 699,1514 + 712,8688 + 184 + 220,8 + 156,4 + 128,8 + 294,4 + 220,8 + 211,6 + 43,511 + 75,355 + 42,861 + 20,88 + 11,612 + 32,6 = \mathbf{3156,84 kW}$$

Para tener la potencia en kVA (kilo voltio amperios) deberemos dividir la potencia por el factor de corrección de la instalación (cosφ)

$$S_T = \frac{P_T}{\cos\phi} = \frac{3156,84}{0,9} = 3507,6 kVA$$

Para determinar el número de transformadores dividiremos entre la potencia de cada trafo y multiplicaremos por un coeficiente de simultaneidad 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.

El valor el coeficiente de simultaneidad para estas zonas es de 0,4

$$n^{\circ} \text{ de trafos} = \frac{S_T \times CS}{S_{TRAFO}} = \frac{3507,6 kVA \times 0,4}{400 kVA/trafo} = 3,5076 \rightarrow 4 \text{ trafos}$$

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

## **Realización de anillos de baja tensión**

Consideraciones previas para el cálculo de anillos:

- **Cálculo de punto de mínima tensión (PMT)  $\rightarrow PMT = \frac{\sum l.P}{P_T}$**
- **Cálculo de las potencias de las ramas del anillo, una vez que se abre por el punto de mínima tensión, calculando la potencia de las viviendas de los edificios de la siguiente manera:**

$$P = \left( \frac{(n^{\circ} \text{vivi EB} \times 5,75 \text{kW}) + (n^{\circ} \text{ de vivi EE} \times 9,2 \text{kW})}{n^{\circ} \text{ de vivi}} \right) \times CS + P_{\text{ascensor}} + P_{\text{servicios generales}} + P_{\text{garaje}}$$

EB = Electrificación básica

EE = Electrificación elevada

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

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

- **Cálculo de la intensidad nominal por rama, teniendo en cuenta 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= Tension asignada de la línea  $\rightarrow$  400V

cos $\phi$  = factor de correcion de la instalación  $\rightarrow$  0,9

Para los factores de corrección emplearemos el catálogo de conductores marca PRYSMIAN para redes subterráneas de BT directamente enterrados. Que adaptándolos a nuestra instalación son los siguientes:

- Factor de corrección de temperatura del terreno para cables soterrados ( $K_t$ ):

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,  $K_t=1$

- Factor de corrección de la resistividad del terreno para cables directamente soterrados en triángulo en contacto ( $K_r$ ):

Si los cables van directamente enterrados tenemos:

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

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

- Factor de la profundidad de colocación de los conductores 0,6/1 kV ( $K_p$ ):

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,  $K_p=1$

- Factor agrupamiento de los conductores directamente soterrados ( $K_a$ ):

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 conocemos la intensidad que circulará por nuestro conductor, elegiremos de la siguiente tabla del catálogo PRSMIAN la sección que soporte la intensidad inmediatamente superior de la que hemos calculado, con conductores de aluminio con aislamiento XLPE directamente enterrados.

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

Cuando hemos seleccionado el conductor, cogemos la intensidad admisible del conductor y le aplicamos los factores de corrección:

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

Entonces la intensidad máxima admisible del conductor será:

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

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

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

**- Protección contra sobrecargas**

Cada rama del anillo irá protegida 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 convencional de fusión

$I_n$  = Corriente asignada de un cartucho fusible

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

Cuando seleccionamos el fusible se comprueba que la longitud de protección es mayor que la longitud de la rama:

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

<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

**- Comprobación de caída de tensión en la línea**

Cuando hemos elegido el conductor de nuestra instalación, comprobaremos que la c.d.t. máxima por rama es menor que el 5%. Éste es el valor máximo establecido por el RBET en la instrucción técnica ITC-BT 19. Se empleará la siguiente ecuación:

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

Siendo:

- P = Potencia de cada rama
- L = Longitud de cada tramo.
- U = Tensión asignada (400V)
- R= Resistencia del conductor seleccionado (tabla 1)
- X= Reactancia del conductor seleccionado (tabla 1)
- $\cos\varphi=0,9 \rightarrow tg\varphi = 0,4843$

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 TENSIÓN

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 CÁLCULOS DE ANILLOS

### **Cálculo de anillos de baja tensión**

Para la realización de los anillos, repartiremos las cargas de cada anillo para que estén compensados el uno con el otro y no haya mucha diferencia de potencia entre uno y otro anillo.

Anillo 1, engloba las siguientes CGP: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 14 y 15 (P=341,24kW)

Anillo 2, engloba las siguientes CGP: 9, 10, 11 y 12 (P=321,41kW)

Anillo 3, engloba las siguientes CGP: 7, 8, 23, 24, 109 y 110 (P=341,768 kW)

Anillo 4, engloba las siguientes CGP: 19, 20, 21 y 22 (322,406 kW)

Anillo 5, engloba las siguientes CGP: 16, 17, 18, 42, 43, 44, 45 y 46 (P=321,26 kW)

Anillo 6, engloba las siguientes CGP: 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 (P=312,8 kW)

Anillo 7, engloba las siguientes CGP: 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108 y 112 (P=298,567 kW)

Anillo 8, engloba las siguientes CGP: 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 103, 104, 113 y 114 (P=296,911 kW)

Anillo 9, engloba las siguientes CGP: 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 111 (P=306,08 kW)

Anillo 10, engloba las siguientes CGP: 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 y 78 (P=294,4 kW)

#### 2.1.5.1 ANILLO 1

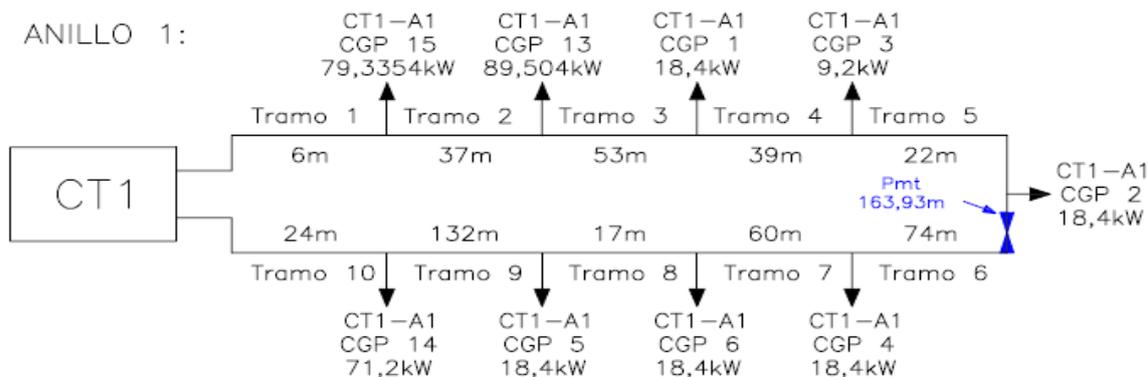
##### 2.1.5.1.2 Determinación del punto de mínima tensión

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-15)	6	6	79,335	476,01
2 (15-13)	37	43	89,504	3848,672
3 (13-1)	53	96	18,4	1766,4
4 (1-3)	39	135	18,4	2484
5 (3-2)	22	157	18,4	2888,8

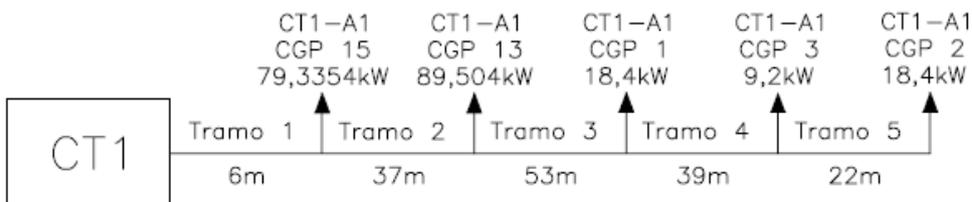
6 (2-4)	74	231	9,2	2125,2
7 (4-6)	60	291	18,4	5354,4
8 (6-5)	17	308	18,4	5667,2
9 (5-14)	132	440	71,2	31328
			$\sum P =$	341,239
			$\sum P \times L =$	55938,682

$$pmt = \frac{\sum P \times L}{\sum P} = 163,93$$

ANILLO 1:



RAMAL 1:



Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
22	6	28	18,8	6,489285714	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 164,337971

Cálculo de intensidad en las ramas

Rama 1

Zanja de 800mm para 4 circuitos

240mm<sup>2</sup>

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	fdc
164,337971	263,5571446	0,89	296,1316231	340	302,6	0,870975362

Icorregida = 302,6

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 4 circuitos agrupados, distantes entre ellos 800mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150 y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 157 m

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*

#### Cálculo de caída de tensión por tramos

##### Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	6	164,34	0,097925505	0,097925505
2	37	117,53	0,431874049	0,529799553
3	53	49,68	0,261495431	0,791294984
4	39	34,96	0,135407487	0,926702471
5	22	18,40	0,040201953	0,966904424

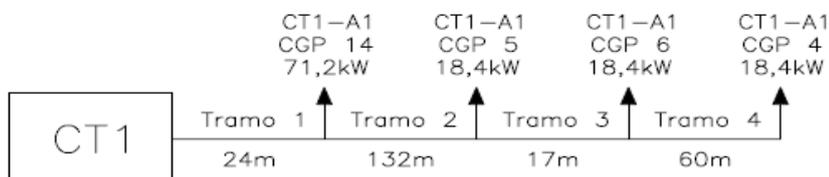
##### Características del conductor

R = 0,125  
X = 0,07  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

#### 2.1.5.2.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT1. Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

##### RAMAL 2:



ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

## Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
11	5	16	12,8	6,828125	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 93,30156

## Cálculo de potencia en las ramas

### Rama 2

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	lconductor seleccionado	lcorregida	factor de carga
93,3015625	149,6324506	0,89	168,126349	340	302,6	0,555605912

lcorregida = 302,6

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 4 circuitos agrupados, distantes entre ellos 800mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150 y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 233 m

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

## Cálculo de caída de tens

### Rama 2

Línea no protegida contra sobrecargas

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
10	24	93,30	0,222385674	0,222385674
9	132	42,32	0,554786951	0,777172625
8	17	27,40	0,046260054	0,823432679
7	60	9,20	0,054820845	0,878253524

Características del conductor  
 R = 0,125  
 X = 0,07  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

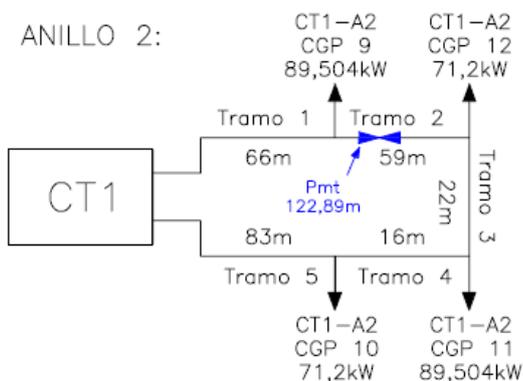
## 2.1.5.2 ANILLO 2

### 2.1.5.2.1 Determinación del punto de mínima tensión

#### CT1 - Anillo 2

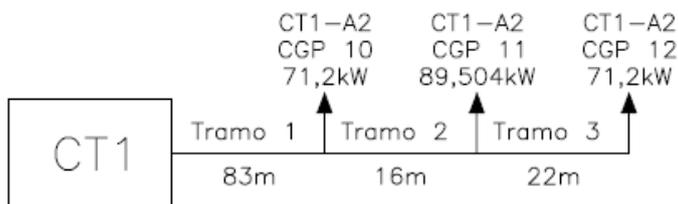
#### Punto de minima tensión

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-10)	83	83	71,2	5909,6
2 (10 -11)	16	99	89,504	8860,896
3 (11-12)	22	121	71,2	8615,2
4 (12-9)	59	180	89,504	16110,72
			$\sum P = 321,408$	
			$\sum P \times L = 39496,416$	



2.1.5.2.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT1.  
 Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 1:



Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
33	0	33	21,3	5,75	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 148,729

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
148,729	45,90401235	0,89	51,57754196	200	178	0,289761472

Icorregida = 178

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 4 circuitos agrupados, distantes entre ellos 800mm

El conductor a emplear será 3x95+1x50mm<sup>2</sup>

Según Iberdrola, la sección mínima para distribución de energía en red de baja tensión subterráneamente, será de 150mm<sup>2</sup>, por lo que la sección será: 3x150+1x95mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 161 m > 121 m

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
<b>3 x 150 + 1 x 95 Al</b>	<b>458</b>	<b>371</b>	<b>280</b>	<b>212</b>	<b>161</b>	<b>121</b>
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

Línea no protegida contra sobrecargas

Cálculo de caída de tensión por tramos

Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	83	148,729	2,752877525	2,752877525
2	16	125,054	0,446201176	3,199078701
3	22	60,85	0,298535789	3,49761449

Características del conductor  
R = 0,32  
X = 0,076  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

2.1.5.3.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT1.  
Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 2:



Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
11	0	11	10,3	5,75	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 79,154

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 2

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
79,154	24,43024691	0,89	27,44971563	200	178	0,154211886

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 4 circuitos agrupados, distantes entre ellos 800mm

El conductor a emplear será 3x95+1x50mm<sup>2</sup>

Según Iberdrola, la sección mínima para distribución de energía en red de baja tensión subterráneamente, será de 150mm<sup>2</sup>, por lo que la sección será: 3x150+1x95mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 161 m > 66 m

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

Cálculo de caída de ten:

Rama 2

Línea no protegida contra sobrecargas

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	66	79,154	1,165010775	1,165010775

Características del conductor  
R = 0,32  
X = 0,076  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

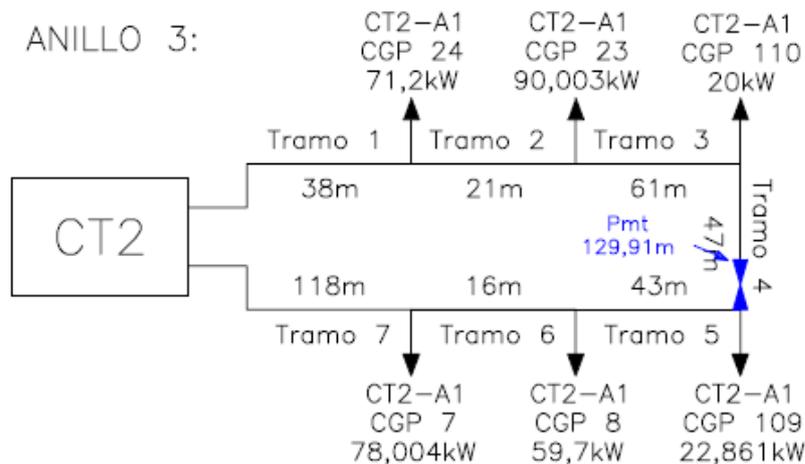
### 2.1.5.3 ANILLO 3

#### 2.1.5.3.1 Determinación del punto de mínima tensión

##### CT2 - Anillo 3

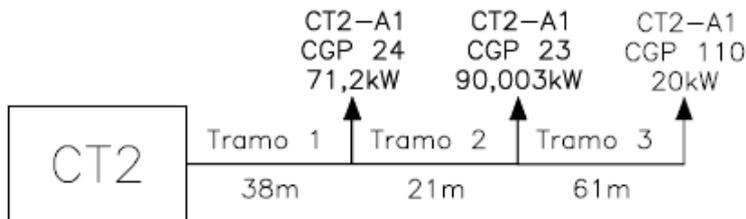
##### Punto de mínima tensión

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-24)	38	38	71,2	2705,6
2 (24-23)	21	59	90,003	5310,177
3 (23-110)	61	120	20	2400
4 (110-109)	47	167	22,861	3817,787
5 (109-8)	43	210	59,7	12537
6 (8-7)	16	226	78,004	17628,904
			$\sum P = 341,768$	
			$\sum P \times L = 44399,468$	



2.1.5.3.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT2.  
 Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 1:



Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
22	0	22	15,8	5,75	8,3568	18,803	7,95

Potencia de la rama = 145,553

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

P	I	3 circuitos 600mm		240mm <sup>2</sup>		
		factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
145,553	233,4307326	0,88	265,2621961	340	299,2	0,78018293

Icorregida = 299,2

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de

3 circuitos agrupados, distantes entre ellos 600mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 120 m

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

Cálculo de caída de tensión por tramos

Rama 1

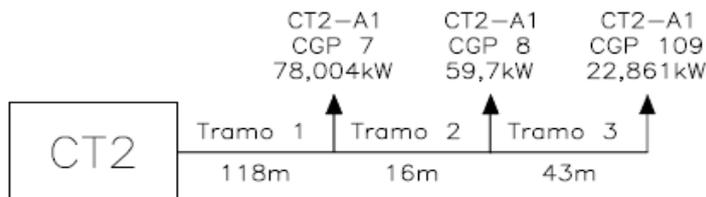
Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	38	145,553	0,549302285	0,549302285
2	21	99,653	0,207833868	0,757136153
3	61	20	0,121162013	0,878298165

Características del conductor  
R = 0,125  
X = 0,07  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

2.1.5.4.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT2.  
Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 2:



Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
18	0	18	13,8	5,75	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 146,194

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 2

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
146,194	234,4587368	0,88	266,4303827	340	299,2	0,890475878

Icorregida = 299,2

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 3 circuitos agrupados, distantes entre ellos 600mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 120 m

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

Cálculo de caída

Rama 2

Línea no protegida contra sobrecargas

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	118	146,194	1,713239994	1,713239994
2	16	75,661	0,120226086	1,833466079
3	43	22,861	0,097627086	1,931093165

Características del conductor

R = 0,125

X = 0,07

tgφ = 0,4843

U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

#### 2.1.5.4 ANILLO 4

##### 2.1.5.4.1 Determinación del punto de mínima tensión

#### CT2 - Anillo 4

##### Punto de mínima tensión

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-22)	79	79	71,2	5624,8
2 (22 -20)	40	119	71,2	8472,8
3 (20-21)	17	136	90,003	12240,408
4 (21-19)	33	169	90,003	15210,507
			$\sum P = 322,406$	
			$\sum P \times L = 41548,515$	

$$pmt = \frac{\sum P \times L}{\sum P} = 128,87$$

ANILLO 4:

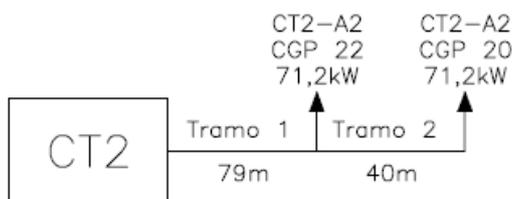
CT2-A2      CT2-A2  
CGP 22      CGP 20  
71,2kW      71,2kW

Tramo 1

Tramo 2

2.1.5.4.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT2.  
Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 1:



Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
22	0	22	15,8	5,75	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 106,75

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	factor de carga
106,75	171,2003923	0,88	194,5459004	260	228,8	0,85028803

I<sub>corregida</sub> = 228,8

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 3 circuitos agrupados, distantes entre ellos 600mm

El conductor a emplear será 3x150+1x95mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 161 m > 119 m

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
I <sub>cc I</sub> 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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

### Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	79	106,75	1,277228889	1,277228889
2	40	60,85	0,368633103	1,645861993

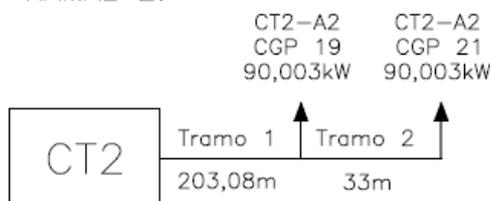
Características del conductor

R = 0,206  
 X = 0,075  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

### 2.1.5.5.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT2. Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 2:



### Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
22	0	22	15,8	5,75	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 143,358

Cálculo de potencia en las ramas

### Rama 2

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
143,358	229,9104997	0,88	261,2619315	340	299,2	0,873201643

Icorregida = 299,2

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 3 circuitos agrupados, distantes entre ellos 600mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 120 m

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

Cálculo de caic   Línea no protegida contra sobrecargas

Rama 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	118	146,194	1,713239994	1,713239994
2	16	75,661	0,120226086	1,833466079
3	43	22,861	0,097627086	1,931093165

Características del conductor  
R = 0,125  
X = 0,07  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

### 2.1.5.5 ANILLO 5

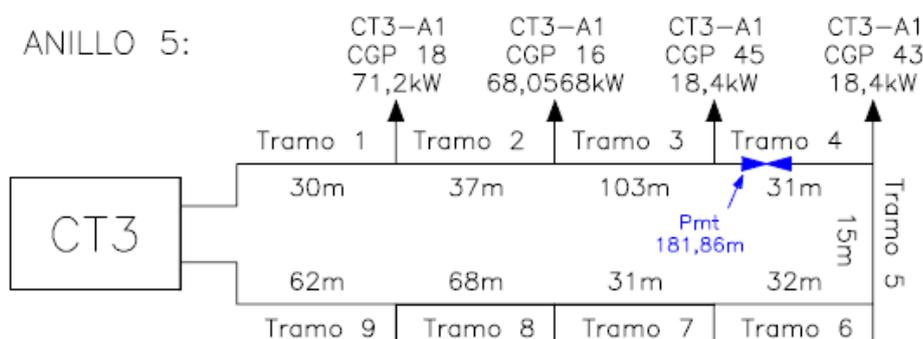
#### 2.1.5.5.1 Determinación del punto de mínima tensión

#### CT3 - Anillo 5

Punto de minima tensión

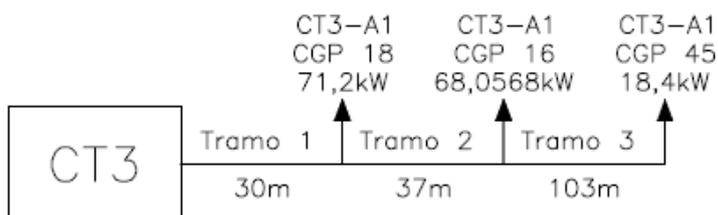
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-18)	30	30	71,2	2136
2 (18-16)	37	67	68,0568	4559,8056
3 (16-45)	103	170	18,4	3128
4 (45-43)	31	201	18,4	3698,4
5 (43-42)	15	216	18,4	3974,4
6 (42-44)	32	248	18,4	4563,2
7 (44-46)	31	279	18,4	5133,6
8 (46-17)	68	347	90,003	31231,041
$\sum P =$				321,2598
$\sum P \times L =$				58424,4466

$$pmt = \frac{\sum P \times L}{\sum P} = 181,86$$



2.1.5.5.3 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT3.  
 Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 1:



Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
20	2	22	15,8	6,06363636	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 119,8408545

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

P	I	2 circuitos 400mm		150		
		factor de corrección (Kt)	Itablas	conductor selecciona	Icorregida	factor de carga
119,840855	192,1948601	0,92	208,9074566	260	239,2	0,87335893

Icorregida = 239,2

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x150+1x95mm<sup>2</sup> y el fusible de 200A que nos cubrirá una longitud de 212 m > 170 m

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
<b>3 x 150 + 1 x 95 Al</b>	<b>458</b>	<b>371</b>	<b>280</b>	<b>212</b>	<b>161</b>	<b>121</b>
3 x 240 + 1 x 150 Al	702	570	429	326	247	185

*Línea no protegida contra sobrecargas*

Rama 1

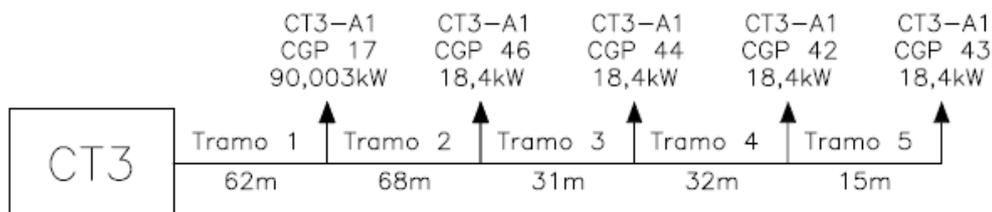
Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	30	119,8408545	0,54450254	0,54450254
2	37	66,62	0,373319014	0,91782155
3	103	18,4	0,287031001	1,20485256

Características del conductor  
R = 0,206  
X = 0,075  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

2.1.5.6.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT3.  
Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 2:



Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
11	8	19	14,3	7,20263158	8,1354	18,803	7,95

Potencia de la rama = 119,0830316

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 2

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	nductor selecciona	Icorregida	factor de carga
119,083032	190,9795009	0,92	207,5864141	260	239,2	0,867836179

Icorregida = 239,2

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x150+1x95mm<sup>2</sup> y el fusible de 200A que nos cubrirá una longitud de 212 m > 208 m

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

**Cálculo de caída de tensión por tramos**

**Rama 2**

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	62	119,0830316	1,118189294	1,11818929
2	68	64,4	0,663236683	1,78142598
3	31	49,68	0,233247522	2,0146735
4	32	34,96	0,169431892	2,18410539
5	15	18,4	0,041800631	2,22590602

Características del conductor  
R = 0,206  
X = 0,075  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

**2.1.5.6 ANILLO 6**

**2.1.5.6.1 Determinación del punto de mínima tensión**

**CT3 - Anillo 6**

**Punto de mínima tensión**

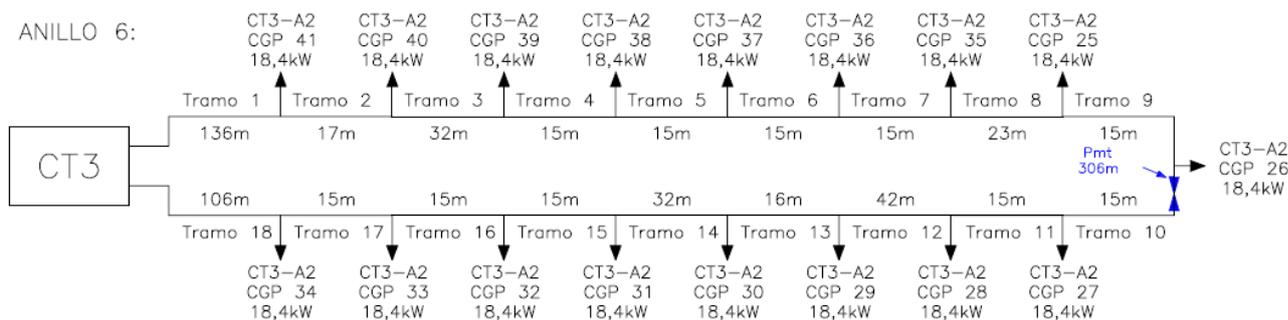
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-41)	136	136	18,4	2502,4
2 (41-40)	17	153	18,4	2815,2
3 (40-39)	32	185	18,4	3404
4 (39-38)	15	200	18,4	3680
5 (38-37)	15	215	18,4	3956
6 (37-36)	15	230	18,4	4232
7 (36-35)	15	245	18,4	4508
8 (35-25)	23	268	18,4	4931,2
9 (25-26)	15	283	18,4	5207,2
10 (26-27)	15	298	18,4	5483,2
11 (27-28)	15	313	18,4	5759,2
12 (28-29)	42	355	18,4	6532
13 (29-30)	16	371	18,4	6826,4
14 (30-31)	32	403	18,4	7415,2
15 (31-32)	15	418	18,4	7691,2
16 (32-33)	15	433	18,4	7967,2
17 (33-34)	15	448	18,4	8243,2
18 (34-CT)	106	554	18,4	10193,6

$$\sum P = 331,2$$

$$\sum P \times L = 101347,2$$

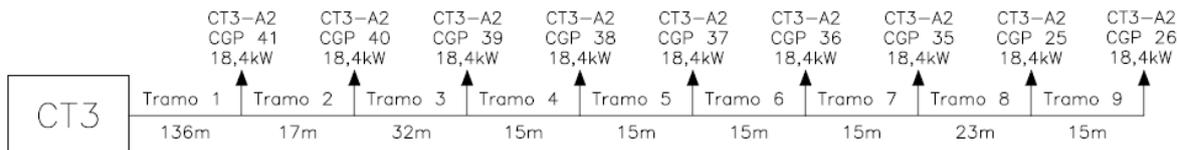
$$pmt = \frac{\sum P \times L}{\sum P} = 306,00$$

ANILLO 6:



### 2.1.5.6.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT 3. Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 1:



#### Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	18	18	13,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 126,04

#### Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

P	I	2 circuitos 400mm		240mm <sup>2</sup>		
		factor de corrección (Kt)	Itablas	conductor selecciona	Icorrectida	factor de carga
126,04	202,1367442	0,92	219,7138524	340	312,8	0,70241001

Icorrectida = 312,8

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 200A que nos cubrirá una longitud de 326 m > 283 m

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

### Cálculo de caída de tensión por tramos

#### Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	136	126,04	1,702369973	1,70236997
2	17	115	0,194157159	1,89652713
3	32	103,96	0,330386959	2,22691409
4	15	91,08	0,135681591	2,36259568
5	15	78,2	0,116494296	2,47908998
6	15	64,4	0,095936479	2,57502646
7	15	49,68	0,074008141	2,6490346
8	23	34,96	0,079855698	2,7288903
9	15	18,4	0,027410423	2,75630072

Características del conductor  
 R = 0,125  
 X = 0,07  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

#### 2.1.5.7.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT3. Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

#### RAMAL 2:

CT3-A2    CT3-A2    CT3-A2    CT3-A2    CT3-A2    CT3-A2    CT3-A2    CT3-A2  
 CGP 34    CGP 33    CGP 32    CGP 31    CGP 30    CGP 29    CGP 28    CGP 27  
 18,4kW    18,4kW    18,4kW    18,4kW    18,4kW    18,4kW    18,4kW    18,4kW



#### Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	16	16	12,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 115

### Cálculo de potencia en las ramas

#### Rama 2

150mm<sup>2</sup>

P	I	factor de corrección (Kt)	I tablas	conductor seleccionado	I corregida	factor de carga
115	184,431336	0,92	200,4688435	260	239,2	0,838080449

I corregida = 239,2

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear según cálculos, será 3x150+1x95mm<sup>2</sup>, pero Iberdrola establece que los dos ramales tendrán que tener la misma sección, por lo que la sección será de 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 200A que nos cubrirá una longitud de 326 m > 256 m

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

**Cálculo de caída de tensión por tramos**

**Rama 2**

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	106	115	1,210626994	1,21062699
2	15	103,96	0,154868887	1,36549588
3	15	91,08	0,135681591	1,50117747
4	15	78,2	0,116494296	1,61767177
5	32	64,4	0,204664488	1,82233626
6	16	49,68	0,078942017	1,90127827
7	42	34,96	0,145823448	2,04710172
8	15	18,4	0,027410423	2,07451214

Características del conductor  
R = 0,125  
X = 0,07  
tgφ = 0,4843  
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

**2.1.5.7 ANILLO 7**

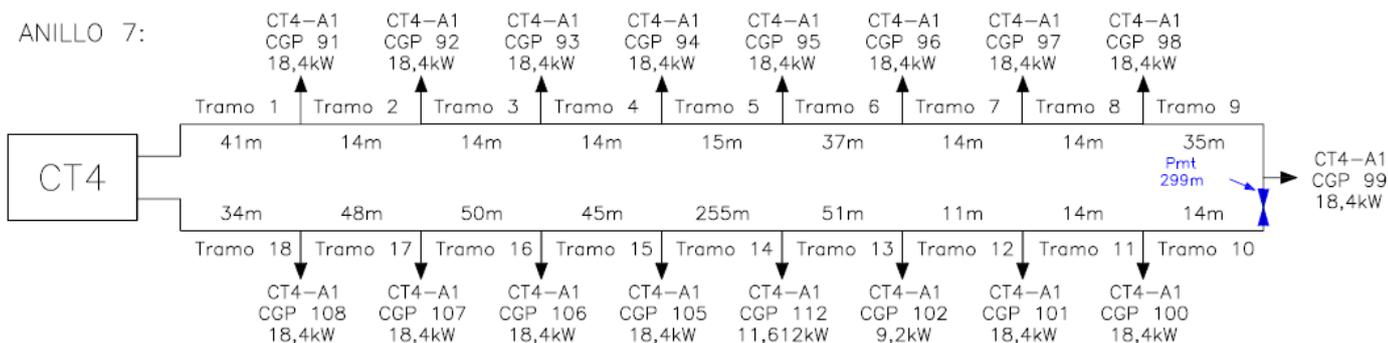
**2.1.5.7.1 Determinación del punto de mínima tensión**

**CT4 - Anillo 7**

**Punto de mínima tensión**

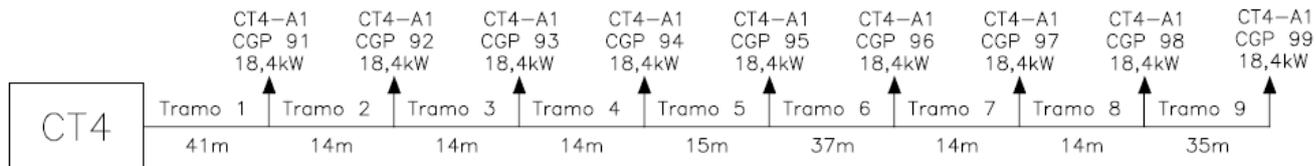
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-91)	41	41	18,4	754,4
2 (91-92)	14	55	18,4	1012
3 (92-93)	14	69	18,4	1269,6
4 (93-94)	14	83	18,4	1527,2
5 (94-95)	15	98	18,4	1803,2
6 (95-96)	37	135	18,4	2484
7 (96-97)	14	149	18,4	2741,6
8 (97-98)	14	163	18,4	2999,2
9 (98-99)	35	198	18,4	3643,2
10 (99-100)	14	212	18,4	3900,8
11 (100-101)	14	226	18,4	4158,4
12 (101-102)	11	237	9,2	2180,4
13 (102-112)	51	288	11,612	3344,256
14 (112-105)	256	339	18,84	6386,76
15 (105-106)	45	384	18,84	7234,56
16 (106-107)	50	434	18,84	8176,56
17 (107-108)	48	482	18,84	9080,88
			$\sum P =$	298,572
			$\sum P \times L =$	62697,016

$$pmt = \frac{\sum P \times L}{n} = 209,99$$



### 2.1.5.7.3 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L1-CT4. Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 1:



#### Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	18	18	13,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 126,04

#### Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

240mm<sup>2</sup>

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
126,04	202,136744	0,92	219,7138524	340	312,8	0,702410014

Icorregida = 312,8

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 198 m

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

#### Cálculo de caída de tensión por tramos

Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	41	126,04	0,513214477	0,513214477
2	14	115	0,159894131	0,673108609
3	14	103,96	0,144544295	0,817652903
4	14	91,08	0,126636152	0,944289055

Características del conductor

R = 0,125

X = 0,07

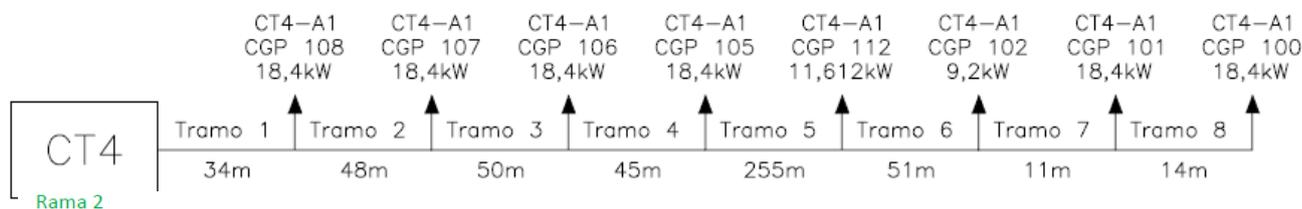
tgφ = 0,4843

U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

2.1.5.8.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT4.  
 Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 2:



nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
	6	6	7,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 136,647

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 2

240mm<sup>2</sup>

P	I	factor de corrección (Kt)	I <sub>tablas</sub>	I <sub>conductor seleccionado</sub>	I <sub>corregida</sub>	factor de carga
136,647	219,1477284	0,92	238,2040526	340	312,8	0,761521907

I<sub>corregida</sub> = 312,8

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear según cálculos, será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 125A que nos cubrirá una longitud de 570 m > 508 m

Longitud máxima del cable protegida en metros contra cortocircuitos y sobrecargas para cables directamente soterrados						
I <sub>cc I</sub> 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

Cálculo de caída de tensión por tramos

Rama 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	34	136,647	0,46140858	0,46140858
2	48	117,807	0,561589503	1,022998083
3	50	98,967	0,491436102	1,514434185
4	45	80,127	0,358094825	1,87252901
5	256	61,287	1,558170494	3,430699504
6	51	49,675	0,251602354	3,682301858
7	11	34,96	0,038191855	3,720493713
8	14	18,81	0,025191855	3,745685568

Características del conductor  
 R = 0,125  
 X = 0,07  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

### 2.1.5.8 ANILLO 8

#### 2.1.5.8.1 Determinación del punto de mínima tensión

##### CT4 - Anillo 8

Punto de minima tensión

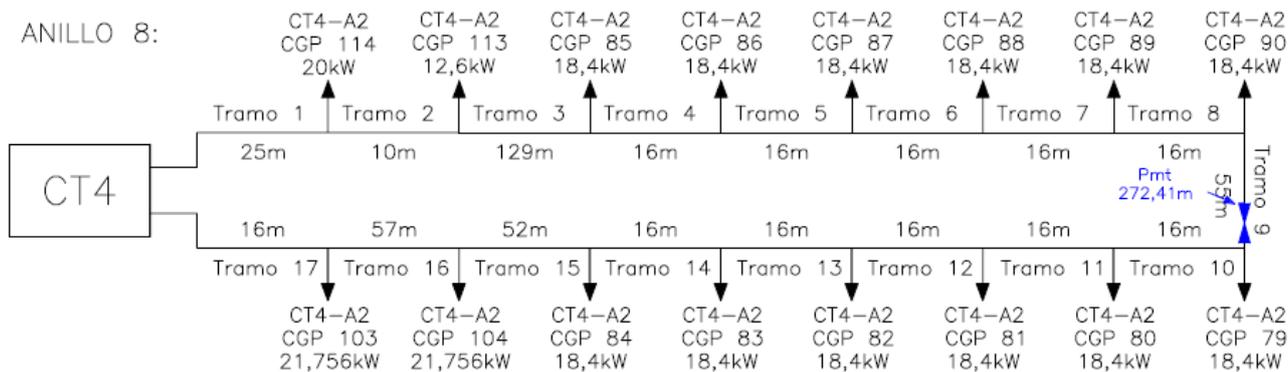
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-114)	25	25	20	500
2 (114-113)	10	35	12,6	441
3 (113-85)	129	164	18,4	3017,6
4 (85-86)	16	180	18,4	3312
5 (86-87)	16	196	18,4	3606,4
6 (87-88)	16	212	18,4	3900,8
7 (88-89)	16	228	18,4	4195,2
8 (89-90)	16	244	18,4	4489,6
9 (90-79)	55	299	18,4	5501,6
10 (79-80)	16	315	18,4	5796
11 (80-81)	16	331	18,4	6090,4
12 (81-82)	16	347	18,4	6384,8
13 (82-83)	16	363	18,4	6679,2
14 (83-84)	16	379	18,4	6973,6
15 (84-104)	52	431	21,756	9376,836
16 (104-103)	57	488	21,756	10616,928

$$\sum P = 296,912$$

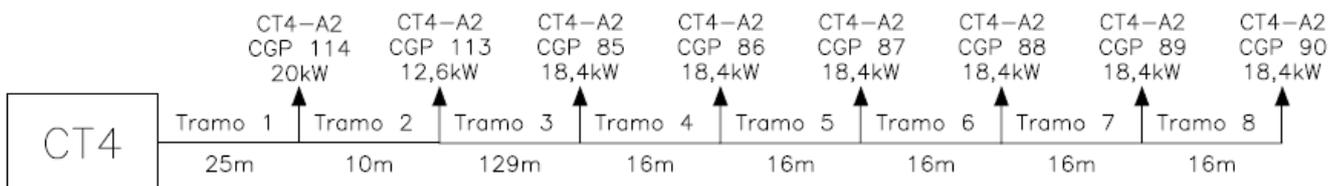
$$\sum P \times L = 80881,964$$

$$pmt = \frac{\sum P \times L}{\sum P} = 272,41$$

ANILLO 8:



RAMAL 1:



ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

### Cálculo de potencia en las ramas

#### Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	12	12	10,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 123,68

### Cálculo de potencia en las ramas

#### Rama 1

		2 circuitos separados 400mm		240mm <sup>2</sup>		
P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
123,68	198,351892	0,92	215,5998831	340	312,8	0,689257938

Icorregida = 312,8

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 244 m

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

### Cálculo de caída de tensión por tramos

#### Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	25	123,68	0,307076183	0,307076183
2	10	103,68	0,102967848	0,410044031
3	129	91,08	1,166861686	1,576905716
4	16	78,2	0,124260582	1,701166298
5	16	64,4	0,102332244	1,803498542
6	16	49,68	0,078942017	1,882440559
7	16	34,96	0,05555179	1,937992349
8	16	18,4	0,029237784	1,967230133

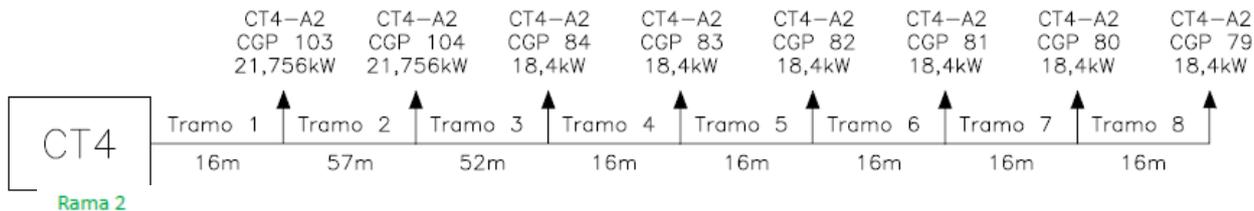
Características del conductor

R = 0,125  
 X = 0,07  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

### 2.1.5.9.1 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT4. Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 2:



nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
	12	12	10,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 134,591

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 2

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
134,591	215,8504169	0,92	234,6200184	340	312,8	0,750063997

Icorregida = 312,8

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear según cálculos, será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 205 m

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

Cálculo de caída de tensión por tramos

Rama 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	16	134,591	0,213866445	0,213866445
2	57	112,835	0,638741798	0,852608243
3	52	91,08	0,47036285	1,322971093
4	16	78,2	0,124260582	1,447231675
5	16	64,4	0,102332244	1,549563919
6	16	49,68	0,078942017	1,628505936
7	16	34,96	0,05555179	1,684057726
8	16	18,4	0,029237784	1,71329551

Características del conductor  
 R = 0,125  
 X = 0,07  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

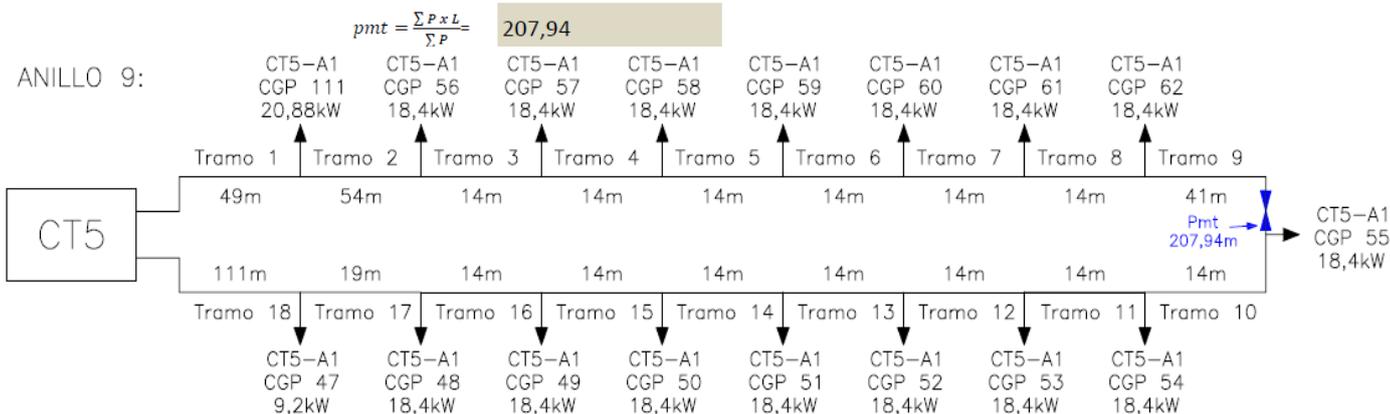
### 2.1.5.9 ANILLO 9

#### 2.1.5.9.1 Determinación del punto de mínima tensión

##### CT5 - Anillo 9

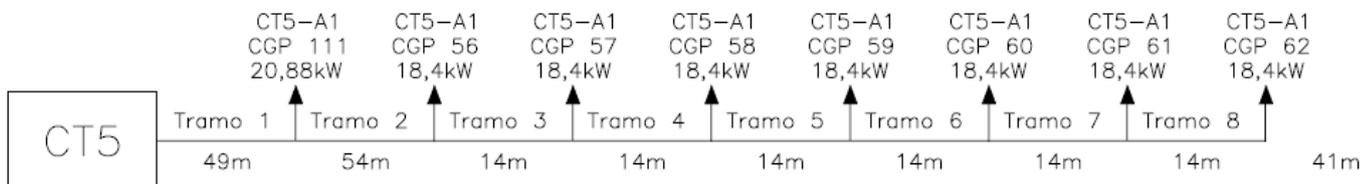
Punto de minima tensión

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-111)	49	49	20,88	1023,12
2 (111-56)	54	103	18,4	1895,2
3 (56-57)	14	117	18,4	2152,8
4 (57-58)	14	131	18,4	2410,4
5 (58-59)	14	145	18,4	2668
6 (59-60)	14	159	18,4	2925,6
7 (60-61)	14	173	18,4	3183,2
8 (61-62)	14	187	18,4	3440,8
9 (62-55)	41	228	18,4	4195,2
10 (55-54)	14	242	18,4	4452,8
11 (54-53)	14	256	18,4	4710,4
12 (53-52)	14	270	18,4	4968
13 (52-51)	14	284	18,4	5225,6
14 (51-50)	14	298	18,4	5483,2
15 (50-49)	14	312	18,4	5740,8
16 (49-48)	14	326	18,4	5998,4
17 (48-47)	19	345	9,2	3174
			$\sum P =$	306,08
			$\sum P \times L =$	63647,52



#### Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 1:



Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	14	14	11,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 124,84

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 187 m

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

### Cálculo de caída de tensión por tramos

#### Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	49	124,84	0,607514276	0,60751428
2	54	103,96	0,557527994	1,16504227
3	14	91,08	0,126636152	1,29167842
4	14	78,2	0,108728009	1,40040643
5	14	64,4	0,089540714	1,48994714
6	14	49,68	0,069074265	1,55902141
7	14	34,96	0,048607816	1,60762922
8	14	18,4	0,025583061	1,63321229

Características del conductor

R = 0,125

X = 0,07

tgφ = 0,4843

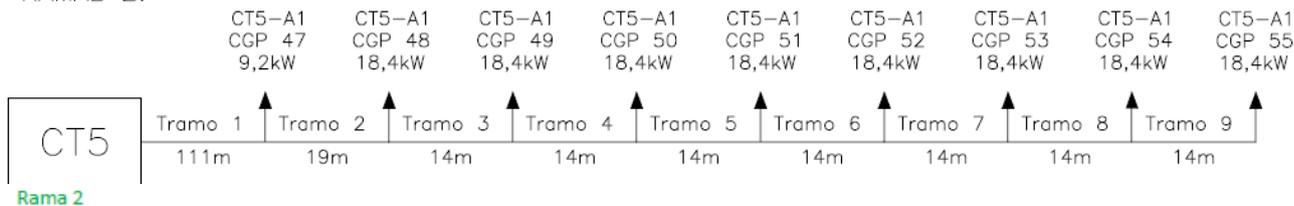
U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

2.1.5.10.2 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT5.

### Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

RAMAL 2:



Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	18	18	13,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = **126,04**

Cálculo de potencia en las ramas

Rama 2

240mm<sup>2</sup>

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
126,04	202,136744	0,92	219,713852	340	312,8	0,702410014

Icorregida = **312,8**

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear según cálculos, será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 228 m

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

Cálculo de caída de tensión por tramos

Rama 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	111	126,04	1,38943432	1,389434317
2	19	115	0,21699918	1,606433495
3	14	103,96	0,14454429	1,750977789
4	14	91,08	0,12663615	1,877613941
5	14	78,2	0,10872801	1,986341951
6	14	64,4	0,08954071	2,075882664
7	14	49,68	0,06907426	2,144956929
8	14	34,96	0,04860782	2,193564745
9	14	18,4	0,02558306	2,219147806

Características del conductor

R = 0,125  
 X = 0,07  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

#### 2.1.5.10 ANILLO 10

##### 2.1.5.10.2 Determinación del punto de mínima tensión

### CT5 - Anillo 10

#### Punto de mínima tensión

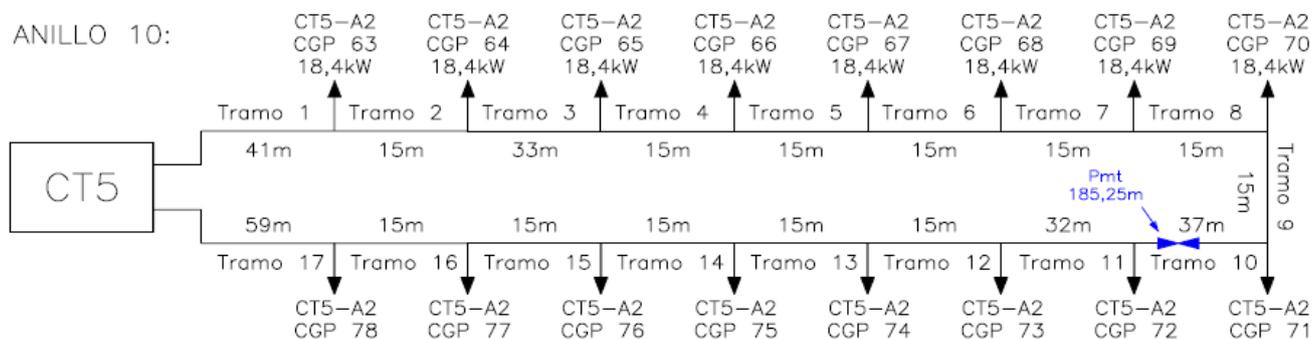
Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kW)	P x L
1 (CT-63)	41	41	18,4	754,4
2 (63-64)	15	56	18,4	1030,4
3 (64-65)	33	89	18,4	1637,6
4 (65-66)	15	104	18,4	1913,6
5 (66-67)	15	119	18,4	2189,6
6 (67-68)	15	134	18,4	2465,6
7 (68-69)	15	149	18,4	2741,6
8 (69-70)	15	164	18,4	3017,6
9 (70-71)	15	179	18,4	3293,6
10 (71-72)	37	216	18,4	3974,4
11 (72-73)	32	248	18,4	4563,2
12 (73-74)	15	263	18,4	4839,2
13 (74-75)	15	278	18,4	5115,2
14 (75-76)	15	293	18,4	5391,2
15 (76-77)	15	308	18,4	5667,2
16 (77-78)	15	323	18,4	5943,2

$$\sum P = 294,4$$

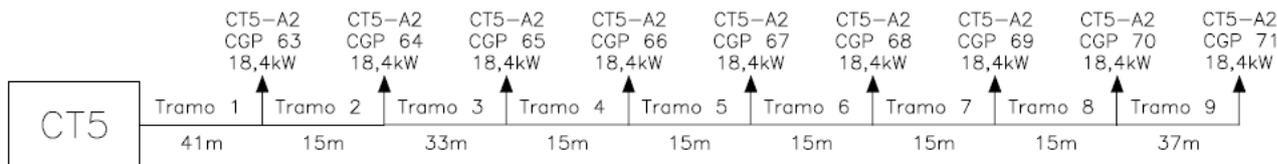
$$\sum P \times L = 54537,6$$

$$pmt = \frac{\sum P \times L}{\sum P} = 185,25$$

ANILLO 10:



RAMAL 1:



#### Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	18	18	13,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 126,04

#### Cálculo de potencia en las ramas

Rama 1

240mm<sup>2</sup>

P	I	factor de corrección (Kt)	ltablas	conductor selecciona	Icorregida	factor de carga
126,04	202,1367442	0,92	219,7138524	340	312,8	0,70241001

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 201 m

<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

### Cálculo de caída de tensión por tramos

#### Rama 1

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	$\Delta U(\%)$	$\Delta U(\%)$ acum.
1	41	126,04	0,513214477	0,51321448
2	15	115	0,171315141	0,68452962
3	33	103,96	0,340711552	1,02524117
4	15	91,08	0,135681591	1,16092276
5	15	78,2	0,116494296	1,27741706
6	15	64,4	0,095936479	1,37335354
7	15	49,68	0,074008141	1,44736168
8	15	34,96	0,052079803	1,49944148
9	15	18,4	0,027410423	1,5268519

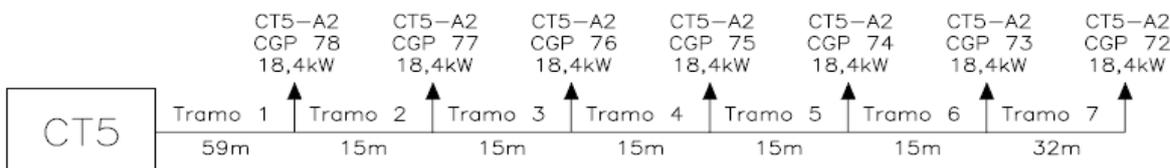
#### Características del conductor

R = 0,125       $\Omega/\text{km}$   
X = 0,07       $\Omega/\text{km}$   
 $\text{tg}\varphi = 0,4843$   
U = 0,4      kV

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

### 2.1.5.10.3 Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección L2-CT5. Comprobación por intensidad máxima admisible y por caída de tensión

#### RAMAL 2:



## Rama 2

nº vivi EB	nº vivi EE	nº total viviendas	CS para n>21	Pm	Garaje I	Garaje II	Ascensor y S.G.
0	14	14	11,8	9,2	8,1354	18,304	7,95

Potencia de la rama = 103,96

## Cálculo de potencia en las ramas

### Rama 2

150mm<sup>2</sup>

P	I	factor de corrección (Kt)	Itablas	Iconductor seleccionado	Icorregida	factor de carga
103,96	166,725928	0,92	181,223834	260	239,2	0,757624726

Icorregida = 239,2

El factor de corrección empleado para el cálculo es el correspondiente a una zanja de 2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear según cálculos, será 3x150+1x95mm<sup>2</sup>, pero según Iberdrola las dos ramas del anillo tendrán que tener la misma sección, por lo que entonces la sección será: 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 166 m

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

## Cálculo de caída de tensión por tramos

### Rama 2

Tramo	Longitud(km)	P. acum. (kW)	ΔU(%)	ΔU(%) acum.
1	59	103,96	0,60915096	0,609150956
2	15	91,08	0,13568159	0,744832547
3	15	78,2	0,1164943	0,861326843
4	15	64,4	0,09593648	0,957263322
5	15	49,68	0,07400814	1,031271463
6	15	34,96	0,0520798	1,083351265
7	32	18,4	0,05847557	1,141826833

Características del conductor

R = 0,125  
 X = 0,07  
 tgφ = 0,4843  
 U = 0,4

Como podemos comprobar, la caída de tensión al final de la rama, no será superior al 5%

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos de la línea:

Anillo	Rama	Cable	K <sub>t</sub>	I <sub>max-conduc.</sub>	Fusible	Longitud rama	ΔU(%)
1	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,87	295,8A	250A	157 m	0,967

	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,87	295,8A	250A	233 m	0,787
2	1	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	0,87	226,2A	250A	121 m	3,497
	2	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	0,87	226,2A	250A	66 m	1,165
3	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,88	299,2A	250A	120 m	0,787
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,88	299,2A	250A	177 m	1,931
4	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,88	299,2A	250A	119 m	1,646
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,88	299,2A	250A	120 m	1,931
5	1	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	0,92	239,2A	200A	170 m	1,205
	2	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	0,92	239,2A	200A	208 m	2,226
6	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	200A	256 m	2,074
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	200A	283 m	2,756
7	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	250A	198 m	1,479
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	125A	508 m	3,747
8	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	250A	244 m	1,970
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	250A	205 m	1,713
9	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	250A	187 m	1,633
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	250A	228 m	2,200
10	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	250A	201 m	1,527
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	0,92	312,8A	250A	166 m	1,142

## 2.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS MT

La red de media tensión, discurrirá desde la parcela 1 (punto de acometida) hasta el CT1, desde el cuál, se repartirá en forma de anillo a los demás CT de nuestro polígono y al abonado de MT situado al noroeste de nuestra parcela, detrás del equipamiento educativo. Las instalaciones de media tensión que discurren por las mismas zanjas que las líneas de baja tensión, se situaran por debajo de las mismas. En los planos podemos ver el detalle de la instalación.

## 2.2.1 CALCULO DE ACOMETIDA DESDE PUNTO DE ENTRONQUE HASTA CT-1

### 2.2.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

La demanda de energía eléctrica para la electrificación del polígono residencial del presente proyecto será de 2400 kVA (400 kVA de abonado y 2000kVA de los 5 CT de la red del polígono residencial).

#### 2.2.1.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD MAXIMA DE CORRIENTE

La densidad de corriente en un conductor viene dada por la fórmula:

$$I = \frac{S \times 10^3}{\sqrt{3} \times U} \text{ (A)}$$

I = Intensidad en Amperios  
S = Potencia de cálculo en kVA.  
U = Tensión de servicio en kV.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{2400}{\sqrt{3} \times 20} = 69,28A$$

Por esta zanja discurren 6 ternas de cables  $K_t=0,87$

$$I_{tablas} = \frac{I_n}{K_t} = 79,63 A \rightarrow 105 A \text{ (} S = 25mm^2 \text{)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm} \cdot K_t > I_{total} \rightarrow 105 \cdot 0,87 = 91,35 > 69,28 A \rightarrow \text{válido}$$

Iberdrola exige como mínimo una sección de 150mm<sup>2</sup>. *MT 2.03.20 (04-03) pág. (26-55)*

#### 2.2.1.3 Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

Intensidad de cortocircuito máxima:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 10103,62 A$$

Sección de cortocircuito máxima:

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10103,62 \cdot \sqrt{0,5}}{126} = 56,7 \text{ mm}^2 \rightarrow 56,7 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{válido}$$

#### 2.2.1.4 REACTANCIA

La reactancia inductiva a considerar para un circuito de este tipo es de 0,112  $\Omega$ /Km por fase y la resistencia de 0,277  $\Omega$ /Km (para conductor de 150mm<sup>2</sup> de sección)

#### 2.2.1.5 CAIDA DE TENSION

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \times \cos\phi + X \times \text{sen}\phi)(V)$$

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión en voltios.

$I$  = Intensidad en amperios.

$L$  = Longitud de la línea en Km.

$R$  = Resistencia del conductor en  $\Omega$  /Km.

$X$  = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega$  /Km.

Para el conductor que nos ocupa, tenemos:

$L = 0,5$  Km. (Las medidas según plano son de 0,16km pero puesto que ese punto no es el punto donde se conecta la línea, añadiremos 0,34km hasta el punto de entronque situado en la subestación cercana)

$R = 0,277 \Omega$  /Km

$X = 0,112 \Omega$  /Km

$\cos\phi = 0,9$

$\text{sen}\phi = 0,44$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 69,28 \times 0,5 \times (0,277 \times \cos\phi + 0,112 \times \text{sen}\phi) = 17,91V$$

$$\begin{array}{l} 20.000V \rightarrow 100\% \\ 17,91V \rightarrow X \end{array}$$

$X = 0,08955 < 5\%$  por lo tanto válido

## 2.2.2 CALCULO DE SECCIÓN DESDE CT-1 HASTA ABONADO

### 2.2.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

La demanda de energía eléctrica para el usuario abonado a media tensión del presente proyecto será de 400 kVA

### 2.2.2.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD MAXIMA DE CORRIENTE

La densidad de corriente en un conductor viene dada por la fórmula:

$$I = \frac{S \times 10^3}{\sqrt{3} \times U} \text{ (A)}$$

I = Intensidad en Amperios  
S = Potencia de cálculo en kVA.  
U = Tensión de servicio en kV.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11,54 \text{ A}$$

Por esta zanja discurren 4 ternas de cables distantes entre ellos 0,8m  $K_t=0,83$

$$I_{tablas} = \frac{I_n}{K_t} = 13,912 \text{ A} \rightarrow 105 \text{ A (S = 25mm}^2\text{)}$$

Comprobamos:

$$I_c = I_{adm} \cdot K_t > I_{total} \rightarrow 105 \cdot 0,83 = 87,15 > 11,54 \text{ A} \rightarrow \text{válido}$$

Iberdrola exige como mínimo una sección de 150mm<sup>2</sup>. **MT 2.03.20 (04-03) pag (26-55)**

### 2.2.2.3 Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado

Intensidad de cortocircuito máxima:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{350 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3} = 10103,62 \text{ A}$$

Sección de cortocircuito máxima:

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{10103,62 \cdot \sqrt{0,5}}{126} = 56,7 \text{ mm}^2 \rightarrow 56,7 \text{ mm}^2 < 150 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{válido}$$

#### 2.2.2.4 REACTANCIA

La reactancia inductiva a considerar para un circuito de este tipo es de 0,112  $\Omega$ /Km por fase y la resistencia de 0,277  $\Omega$ /Km (para conductor de 150mm<sup>2</sup> de sección)

#### 2.2.2.5 CAIDA DE TENSION

La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \times \cos\phi + X \times \text{sen}\phi)(V)$$

Donde:

$\Delta U$  = Caída de tensión en voltios.

$I$  = Intensidad en amperios.

$L$  = Longitud de la línea en Km.

$R$  = Resistencia del conductor en  $\Omega$  /Km.

$X$  = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega$  /Km.

Para el conductor que nos ocupa, tenemos:

$L = 0,602$  Km.

$R = 0,277$   $\Omega$  /Km

$X = 0,112$   $\Omega$  /Km

$\cos\phi = 0,9$

$\text{sen}\phi = 0,44$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 11,54 \times 0,602 \times (0,277 \times \cos\phi + 0,112 \times \text{sen}\phi) = 3,59V$$

$$\begin{array}{l} 20.000V \rightarrow 100\% \\ 3,59V \rightarrow X \end{array}$$

$X = 0,01795 < 5\%$  por lo tanto válido

#### 2.2.3 CALCULO DE ANILLO DE MT

## CALCULO DE ANILLO DE MT DESDE CTR

### Punto de minima tensión

Tramo	longitud (m)	longitud acumulada (m)	potencia (kVA)
1 (CTR(1)-CT2)	274	274	400
2 (CT2-CT3)	141	415	400
3 (CT3-CT4)	193	608	400
4 (CT4-CT5)	273	881	400
5 (CT5-CTR(1))	160	1041	400

$\sum S = 2000 \text{ Kva}$

$$U = 20 \text{ Kv}$$

$$I = 57,7350269$$

6 ternas de cables distantes 0,4m 25mm<sup>2</sup>

I	K	I tabalas	I elegido	I elegido corregido	fc
57,73502692	0,7	82,47860988	105	73,5	0,78551057

Iberdrola nos exige como mínimo una sección de 150mm<sup>2</sup>.

150mm<sup>2</sup>

I	K	I tabalas	I elegido	I elegido corregido	fc
57,73502692	0,7	82,47860988	275	192,5	0,299922218

Valido

### Comprobación por cortocircuito

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

$$U = 20 \text{ kV}$$

$$I_{cc} = 10103,6297 \text{ A} \quad \rightarrow \quad 10,10362971 \text{ kA}$$

$$K = 126$$

$$t = 0,5 \text{ s}$$

$$S_{cc} = 56,7011515 \text{ mm}^2 < 150\text{mm}^2 \quad \text{Valido}$$

### Comprobación por caída de tensión

$$R = 0,277 \Omega/\text{km} (150\text{mm}^2)$$

$$X = 0,112 \Omega/\text{km} (150\text{mm}^2)$$

### Tendremos que realizar el anillo de MT

I <sub>ct1</sub> = 11,5470054	L <sub>-25,84</sub>	polar
I <sub>ct1</sub> = 10,386		binomica
I <sub>ct2</sub> = 11,5470054	L <sub>-25,84</sub>	polar
I <sub>ct2</sub> = 10,386		binomica
I <sub>ct3</sub> = 11,5470054	L <sub>-25,84</sub>	polar
I <sub>ct3</sub> = 10,386		binomica
I <sub>ct4</sub> = 11,5470054	L <sub>-25,84</sub>	polar
I <sub>ct4</sub> = 10,386		binomica
I <sub>ct5</sub> = 11,5470054	L <sub>-25,84</sub>	polar
I <sub>ct5</sub> = 10,386		binomica

Z <sub>1-2</sub> = 0,075898	0,030688 j	Ω	-->	0,08186733	L <sub>22,015</sub>	Ω
Z <sub>1-3</sub> = 0,114955	0,04648 j	Ω	-->	0,123996139	L <sub>22,015</sub>	Ω
Z <sub>1-4</sub> = 0,168416	0,068096 j	Ω	-->	0,181661813	L <sub>22,015</sub>	Ω
Z <sub>1-5</sub> = 0,244037	0,098672 j	Ω	-->	0,263230357	L <sub>22,015</sub>	Ω

2 circuitos agrupados, distantes entre ellos 400mm

El conductor a emplear será 3x240+1x150mm<sup>2</sup> y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 201 m

$$\sum i = 4 \cdot (11,54_{\angle -25,84}) = 41,52 - j20,42 \text{ A}$$

$$\begin{array}{rcl} I_y = & 24,1588643 \angle -25,84 & \rightarrow 21,7433 \quad -10,53 \text{ j} \\ \Sigma i = & 41,52 & -20,42 \text{ j} \end{array}$$

$$I_x = \sum i - I_y = 19,7767 \quad -9,89 \text{ j} \quad \rightarrow 22,11176074 \angle -26,57$$

$$I(\text{CT1-CT2}) = I_x = 19,7767 - j9,89 \text{ A}$$

$$I(\text{CT1-CT2}) = I_{CT1} + I(\text{CT1-CT2}) \rightarrow I(\text{CT2-CT3}) = I(\text{CT1-CT2}) - I_{CT2} = (19,7767 - j9,89) - (10,38 - j5,03) = 9,3967 - j4,86 \text{ A}$$

$$I(\text{CT2-CT3}) = I_{CT3} + I(\text{CT3-CT4}) \rightarrow I(\text{CT3-CT4}) = I(\text{CT2-CT3}) - I_{CT2} = (9,3967 - j4,86) - (10,38 - j5,03) = -0,9833 + j0,17 \text{ A}$$

Al cambiar de signo, aquí se encuentra el punto de mínima tensión

Entre el CT2 y el CT3 se encuentra el punto de mínima tensión

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times Z \rightarrow \Delta U = \sqrt{3} \times [(I(\text{CT1-CT2}) \times Z(\text{CT1-CT2})) + (I(\text{CT2-CT3}) \times Z(\text{CT2-CT3}))]$$

Impedancias por tramos

Z <sub>1-2</sub> =	0,075898	0,030688 j	Ω	→	0,08186733 ∠ 22,015 Ω
Z <sub>2-3</sub> =	0,039057	0,015792 j	Ω	→	0,042128809 ∠ 22,015 Ω
Z <sub>3-4</sub> =	0,053461	0,021616 j	Ω	→	0,057665674 ∠ 22,015 Ω
Z <sub>4-5</sub> =	0,075621	0,030576 j	Ω	→	0,081568544 ∠ 22,015 Ω
Z <sub>5-1</sub> =	0,04432	0,01792 j	Ω	→	0,04780574 ∠ 22,015 Ω

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot [(22,111_{\angle -26,57} \cdot 0,0818_{\angle 22,015}) + (10,58_{\angle -27,35} \cdot 0,0421_{\angle 22,015})] = 3,904_{\angle -4,7}$$

Tramo CT1-CT2'

Calculamos la c.d.f. en este tramo:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot Z \rightarrow \Delta U = \sqrt{3} \cdot [(I_{CT1-CT5} \cdot Z_{CT1-CT5}) + (I_{CT4-CT5} \cdot Z_{CT4-CT5}) + (I_{CT4-CT3} \cdot Z_{CT4-CT3})]$$

$$I_{CT1-CT5} = I_y = 21,743 - j10,53 \text{ A}$$

$$I_{CT1-CT5} = I_{CT5} + I_{CT4-CT5} \rightarrow I_{CT4-CT5} = I_{CT1-CT5} - I_{CT5} = (21,743 - j10,53) - (10,38 - j5,03) = 11,3631 - j5,5 \text{ A}$$

$$I_{CT4-CT5} = I_{CT4} + I_{CT4-CT3} \rightarrow I_{CT4-CT3} = I_{CT5-CT4} - I_{CT4} = (11,3631 - j5,5) - (10,38 - j5,03) = 0,9831 - j0,47 \text{ A}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot [(24,15_{\angle -25,84} \cdot 0,0478_{\angle 22,015}) + (12,62_{\angle -25,84} \cdot 0,08156_{\angle 22,015}) + (1,089_{\angle -25,55} \cdot 0,0576_{\angle 22,015})] = 3,89 \text{ V}$$

$$\Delta U (\%) = 0,01945 < 5\% \quad \text{válido}$$

<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

## Resumen

Anillo	Rama	Cable	K <sub>t</sub>	I <sub>max-conduc.</sub>	Fusible	Longitud rama	ΔU(%)
1	1	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	0,70	192,5A	100A	415 m	0,01952
	2	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	0,70	192,5A	100A	386 m	0,01945

### 2.2.4 OTRAS CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Cable unipolar seco con cubierta especial Z1 de baja emisión de halógenos y aislamiento de Etileno – Propileno HEPR de alto módulo con tensión asignada 20 KV de 150mm<sup>2</sup> de sección de aluminio clase 2.

La resistencia a considerar para un circuito de este tipo es de 0,277 Ω /Km y la reactancia de 0,112 Ω /Km

## Intensidades de Cortocircuito

Fórmulas Cortocircuito:

$$I_{pcc_{max}} = \frac{S_{cc} \times 10^3}{\sqrt{3} \times U}$$

Siendo:

$I_{pcc_{max}}$  : Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

Sc: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

$$I_{ccs} = \frac{K \times S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Siendo:

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

"tcc".

S: Sección de un conductor en mm<sup>2</sup>.

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

K: cte. del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

*Las características generales de la red son:*

Tensión(V): 20000

Cdt máx.(%): 5

Cosφ: 0,9

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20

- Conductores desnudos: 50

Constante cortocircuito K:

- PVC, Sección ≤ 300 mm<sup>2</sup>. K Cu = 115, K Al = 76

- PVC, Sección > 300 mm<sup>2</sup>. K Cu = 102, K Al = 68

- XLPE. K Cu = 143, K Al = 94

- EPR. K Cu = 143, K Al = 94

- **HEPR, U<sub>o</sub>/U > 18/30. K Cu = 143, K Al = 94**

- HEPR, U<sub>o</sub>/U ≤ 18/30. K Cu = 135, K Al = 89

- Desnudos. K Cu = 164, K Al = 107, K Al-Ac = 135

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$$I_{pccM} = (250 \times 1000) / (1,732 \times 20) = 7,217 \text{ KA}$$

$$I_{ccs} = K_c \times S / (t_{cc})^{1/2} = 94 \times 3 \times 240 \times (0,2)^{1/2} = 30,267 \text{ KA}$$

## 2.2.5. 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 realizarán según normas de Iberdrola.

### 2.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN:

#### 2.3.1. CALCULO TRANSFORMADOR DE REPARTO PFU-4.

##### 2.3.1.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p); \quad \text{siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

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

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

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

##### 2.3.1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s);$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.

$I_s$  = Intensidad secundaria en A. Sustituyendo valores:

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

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

##### 2.3.1.3. CORTOCIRCUITOS.

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

## Calculo de las intensidades de cortocircuito.

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S= potencia de cortocircuito del transformador (MVA)
- $U_p$ =tensión de servicio (kV)
- $I_{ccp}$ = intensidad cortocircuito (kA)

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot E_{cc}}$$

Siendo:

- P = potencia de transformador (kVA)
- $E_{cc}$  = tensión de cortocircuito del transformador (%)
- $U_s$  = tensión en el secundario (V)
- $I_{ccs}$  = corriente de cortocircuito (kA)

## Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

La potencia de cortocircuito es de 350 MVA (establecido por Iberdrola) y la tensión de servicio 20 kV.

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,1kA$$

## Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4% y la intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot E_{cc}} = 13,7kA$$

#### 2.3.1.4. SELECCIÓN DE FUSIBLES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Para el anillo de media tensión:

Anillo	Rama	Cable	Fusible	Longitud rama
1	1	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	100A	415 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	100A	386 m

Para anillos de baja tensión:

Anillo	Rama	Cable	Fusible	Longitud rama
1	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	157 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	233 m
2	1	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	250A	121 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	250A	66 m
3	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	120 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	177 m
4	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	119 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	120 m
5	1	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	200A	170 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x150) + 1x95 Al	200A	208 m
6	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	200A	256 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	200A	283 m
7	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	198 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	125A	508 m
8	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	244 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	205 m
9	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150	250A	187 m

		Al		
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	228 m
10	1	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	201 m
	2	RV 0.6/1 kV (3x240) + 1x150 Al	250A	166 m

#### 2.3.1.5. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

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

##### 2.3.1.5.1 COMPROBACION POR DENSIDAD DE CORRIENTE

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

##### 2.3.1.5.2 COMPROBACION POR SOLICITACION ELECTRODINAMICA

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

$$I_{dinámica} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,1 \cdot 2,5 = 25,25kA$$

##### 2.3.1.5.3 CORTOCIRCUITO POR SOLICITACION TERMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparatenta 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:

➤  $I_{cc(ter)} = 10,1 \text{ kA}$ .

#### 2.3.1.6. 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:

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

#### ➤ Termómetro

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

#### ➤ Protecciones en BT

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

### 2.3.1.7. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

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

#### ➤ Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,54A, que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

El valor admisible de corriente para el conductor de 50mm<sup>2</sup> empleado para realizar los puentes, es de 150A > 11,54A necesarios.

#### 2.3.1.8. 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

#### 2.3.1.9. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

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

#### 2.3.1.10. CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 350 Ω·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:

- ❖ Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- ❖ Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ defecto}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0^2 + 25^2}} = 461,88 \text{ A}$$

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 [ $\Omega$ ]
- $I_{d \max \text{ cal}}$ . Intensidad máxima calculada [A]

Superior al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 500 \text{ A}$$

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

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

### *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  $R_o = 350 \Omega \cdot m$
- Resistencia del hormigón  $R'_o = 3000 \Omega$

La resistencia máx. de la puesta a tierra de protección del edificio, 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.

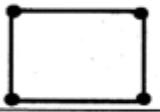
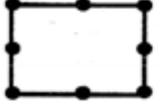
Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \rightarrow K_r \leq \frac{43,3}{350} = 0,1237$$

Siendo:

- $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )
- $R_o$  = resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot m$ )
- $K_r$  = coeficiente del electrodo

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

CONFIGURACION	$L_p$ (m)	RESISTENCIA $K_r$	TENSION DE PASO $K_p$	TENSION DE CONTACTO EXT $K_c = K_p(\text{acc})$	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.145	0.0308	0.0921	30-35/5/00
4 picas 	2	0.105	0.0244	0.0532	30-35/5/42
	4	0.083	0.0185	0.0369	30-35/5/44
	6	0.069	0.0148	0.0279	30-35/5/46
	8	0.060	0.0123	0.0223	30-35/5/48
8 picas 	2	0.091	0.0210	0.0419	30-35/5/82
	4	0.069	0.0149	0.0261	30-35/5/84
	6	0.057	0.0114	0.0185	30-35/5/86
	8	0.049	0.0092	0.0142	30-35/5/88

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:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 36,75)^2 + 25^2}} = 259,79 \text{ A}$$

#### *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:

$$V_d = R'_t \cdot I_d \rightarrow V_d = 36,75 \cdot 259,79 = 9547,28\text{V (en el CT)}$$

Siendo:

- $R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ]
- $I_d$  = 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:

$$V_c = K_c \cdot R_0 \cdot I_d \rightarrow V_c = 0,0532 \cdot 350 \cdot 259,79 = 4837,28\text{V (en el CT)}$$

Siendo:

- $K_c$  = coeficiente
- $R_0$  = resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot \text{m}$ ]
- $I_d$  = 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:

$$V_{p(\text{acc})} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3R_o + 3R'_o}{1000}\right) \rightarrow V_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 350 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) = 11365,71 \text{ V}$$

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:

$$\text{❖ } V_p = 2218,6 \text{ V} < V_p = 3188,57 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\text{❖ } V_c(\text{acc}) = 4837,28 \text{ V} < V_{p(\text{acc})} = 11365,71 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\text{❖ } V'd = 9547,28V \quad V < V_{bt} = 10000 V$$

Intensidad de defecto:

$$\text{❖ } I_a = 50 A < I'd = 273,87 A < I_{dm} = 400 A$$

### *Investigación de las 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:

$$D = \frac{R_0 \cdot I'd}{2000 \cdot \pi} \rightarrow D = \frac{350 \cdot 273,87}{2000 \cdot \pi} = 15,25m \text{ (en el CT)}$$

Siendo:

- $R_0$  = 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 Ohm.

$$R_{t\text{serv}} = K_r \cdot R_o = 0,1 \cdot 350 = 35 < 37 \Omega$$

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. CALCULO TRANSFORMADOR MINIBLOCK.

### 2.3.2.1. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.

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

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 11,54A$$

Siendo:

- S=potencia del transformador (400kVA)
- U<sub>p</sub>=tensión primaria de alimentación(20kV)
- I<sub>p</sub>=intensidad primaria (A)

### 2.3.2.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío. La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s} = 549,9A$$

Siendo:

- S=potencia del transformador (400kVA)
- $U_p$ =tensión secundaria de alimentación (420V)
- $I_p$ =intensidad primaria (A)

### 2.3.2.3. CORTOCIRCUITOS.

#### *Observaciones*

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

#### *Calculo de las intensidades de cortocircuito*

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S= potencia de cortocircuito del transformador (MVA)
- $U_p$ =tensión de servicio (kV)
- $I_{ccp}$ = intensidad cortocircuito (kA)

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot E_{cc}}$$

Siendo:

- P = potencia de transformador (kVA)
- $E_{cc}$  = tensión de cortocircuito del transformador (%)
- $U_s$  = tensión en el secundario (V)
- $I_{ccs}$  = corriente de cortocircuito (kA)

### *Cortocircuito en el lado de Media Tensión*

La potencia de cortocircuito es de 350 MVA (establecido por Iberdrola) y la tensión de servicio 20 kV.

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,1 \text{ kA}$$

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

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4% y la intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot E_{cc}} = 13,7 \text{ kA}$$

#### 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 solicitación electrodinámica.*

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

$$I_{dinámica} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = 10,1 \cdot 2,5 = 25,25 \text{ kA}$$

### *Comprobación por solicitación térmica*

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

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

### 2.3.2.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.

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

- Transformador

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

- Termómetro

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

- Protecciones en BT

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

### 2.3.2.6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE MT

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

➤ Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,54A, que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

El valor admisible de corriente para el conductor de 50mm<sup>2</sup> empleado para realizar los puentes, es de 150A > 11,54A necesarios.

#### 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

#### 2.3.2.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

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

#### 2.3.2.9. CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 350 Ω·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:

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

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \text{ max defecto}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0^2 + 25^2}} = 461,88 \text{ A}$$

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  $R_0 = 350 \Omega \cdot \text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'_0 = 3000 \Omega$

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.

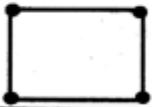
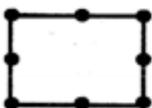
Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0} \rightarrow K_r \leq \frac{43,3}{350} = 0,1237$$

Siendo:

- $R_t$  = resistencia total de puesta a tierra ( $\Omega$ )
- $R_0$  = resistividad del terreno en ( $\Omega \cdot \text{m}$ )
- $K_r$  = coeficiente del electrodo

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

CONFIGURACION	L <sub>p</sub> (m)	RESISTENCIA K <sub>r</sub>	TENSION DE PASO K <sub>p</sub>	TENSION DE CONTACTO EXT K <sub>c</sub> = K <sub>p</sub> (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.145	0.0308	0.0921	30-35/5/00
4 picas 	2	0.105	0.0244	0.0532	30-35/5/42
	4	0.083	0.0185	0.0369	30-35/5/44
	6	0.069	0.0148	0.0279	30-35/5/46
	8	0.060	0.0123	0.0223	30-35/5/48
8 picas 	2	0.091	0.0210	0.0419	30-35/5/82
	4	0.069	0.0149	0.0261	30-35/5/84
	6	0.057	0.0114	0.0185	30-35/5/86
	8	0.049	0.0092	0.0142	30-35/5/88

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 <sub>r</sub>	0,105
TENSIÓN DE PASO K <sub>p</sub>	0,0244
TENSIÓN DE CONTACTO K <sub>c</sub>	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:

$$I'_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 36,75)^2 + 25^2}} = 259,79 \text{ A}$$

#### *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:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \rightarrow V'_d = 36,75 \cdot 259,79 = 9547,28\text{V (en el CT)}$$

Siendo:

- $R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ]
- $I'_d$  =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:

$$V_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \rightarrow V_c = 0,0532 \cdot 350 \cdot 259,79 = 4837,28V \text{ (en el CT)}$$

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:

$$V_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \rightarrow V_c = 0,0244 \cdot 350 \cdot 259,79 = 2218,6 V \text{ (en el CT)}$$

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  $n=1$
- $R_o$  = 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:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \rightarrow V_p = \frac{10 \cdot 72}{0,7} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 350}{1000}\right) = 3188,57 V$$

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:

$$\diamond V'_p = 2218,6 V < V_p = 3188,57 V$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\diamond V'_{c(acc)} = 4837,28V V < V_{p(acc)} = 11365,71 V$$

Tensión de defecto:

$$\diamond V'_d = 9547,28V V < V_{bt} = 10000 V$$

Intensidad de defecto:

$$\diamond I_a = 50 A < I'_d = 273,87 A < I_{dm} = 400 A$$

### *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  $\Omega$ .

$$R_{t_{serv}} = K_r \cdot R_0 = 0,1 \cdot 350 = 35 < 37 \Omega$$

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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ºA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ºA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

## **ANEXO Nº 1**

# **ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LINEAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

### 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 Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

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 analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán 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.

### CAMPO DE APLICACIÓN.

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).

## NORMATIVA APLICABLE.

### NORMAS OFICIALES.

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos 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 adjuntará a la petición de oferta.

## METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL ESTUDIO.

### 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 posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

En función de las tareas a realizar y de las distintas fases de trabajos de que se compone la obra, aparecen una serie de riesgos asociados ante los cuales se deberá adoptar unas medidas preventivas. A continuación se enumeran las distintas fases, o tareas significativas de la obra, que en el punto 5, Identificación y prevención de riesgos, serán descritas detalladamente:

### MEDIDAS DE PREVENCIÓN NECESARIAS PARA EVITAR RIESGOS.

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a

equipos y medios de seguridad colectiva.

Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.

Prohibir la entrada a la obra a todo 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.

## 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

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el Documento nº 1 Memoria del presente proyecto.

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.

SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

No se hace necesario por la característica de la obra.

SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

No se hace necesario por la característica de la obra.

SERVICIOS HIGIÉNICOS.

No se prevé.

PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES.

Entre otras 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

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

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

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Relleno de tierras.

Encofrados.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Montaje de estructura metálica

Montaje de prefabricados.

Albañilería.

Cubiertas.

Alicatados.

Enfoscados y enlucidos.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Montaje de vidrio.

Pintura y barnizados.

Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).

Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.

Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.

Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.

Los derivados de los trabajos pulverulentos.

Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).

Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.

Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc

Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.

Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.

Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.

Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.

Cuerpos extraños en los ojos, etc.

Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.

Microclima laboral (frío-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.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.**

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc.), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc.).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (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

engancher el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan 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 ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

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 utilizará 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 utilizará 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 desensibilidad 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 número, 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.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

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

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará 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 conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará 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.

#### Relleno de tierras

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación del 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.

#### Encofrados

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de

escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

### Trabajos de manipulación del hormigón

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado".

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

## 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 efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará 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 ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

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 instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla 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 instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.

La iluminación de los tajos se situará 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 efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

### PROTECTORES DE LA CABEZA.

Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.

Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.

Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.

Mascarilla antipolvo 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.

### PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.

Botas dieléctricas para B.T.

Botas de protección impermeables.

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 antivibraciones.

Pértiga de B.T.

Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.

Linterna individual de situación.

Comprobador de tensión.

## MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA Y BAJATENSION

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.

### 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.

RIESGOSASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes.	Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y de señalización	Precaución en transporte de materiales

#### Protecciones individuales a utilizar:

Guantes de protección

Casco de seguridad

Botas de seguridad

#### Otros aspectos a considerar:

En cuanto al Acopio de material, hay que tener en cuenta, que antes de realizarlo se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger el mejor camino para llegar a los puntos de ubicación de los Apoyos, o bien limpiar o adecuar un camino.

Los caminos, pistas o veredas acondicionadas para el acopio del material deberán ser lo suficientemente anchos para evitar roces y choques, con ramas, árboles, piedras, etc. El

almacenamiento de los materiales, se deberá realizar de tal manera que estos no puedan producir derrumbamientos o deslizamientos. Se procurará seguir la siguiente clasificación:

Áridos, cemento y gravas en filas y montones de no más de un metro.

Cajas de aisladores se depositarán unas sobre otras sin que se rebase el metro de altura, se colocarán cuñas laterales para evitar deslizamientos o derrumbes.

Herrajes para en armado de los apoyos y tortillería necesaria se depositará clasificando los hierros de mayor a menor dimensión, procurando no apilar cantidades excesivas.

#### MOVIMIENTO DE TIERRAS, APERTURA DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTO.

<b>RIESGOSASOCIADOS</b>	<b>MEDIDASPREVENTIVAS</b>
Caída a las zanjás.  Desprendimiento 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.	Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.  Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.  Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento. 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, señalar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

## CERCANÍA A LAS LÍNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:
Caída de personas a distinto nivel	Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
Caída de objetos	Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Estimación de las distancias por exceso.
Choques y golpes	Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.
Proyecciones	Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas
Contactos eléctricos	Cumplimiento de las disposiciones legales existentes.
Arco eléctrico	(Distancias, cruzamientos, paralelismos.).
Explosiones	Según capítulo séptimo del R.A.T.
Incendios	Puestas a tierra en buen estado:
	Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.
	Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.

### Protecciones colectivas a utilizar:

Circuito de puesta a tierra.

Protección contra sobrecorrientes, (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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

## TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.

RIESGOSASOCIADOS	MEDIDASPREVENTIVAS
Caídas de altura de personas.	Utilización de casco, guantes y calzado adecuado.
Cortes en las manos.	Emplear bolsas porta-herramientas.
Caídas de objetos a distinto nivel (herramientas, tornillos, etc.,)	Dotar de adecuada protección personal y velar por su utilización.
Electrocuciones por contacto indirecto.	Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.
Sobresfuerzos.	Control de maniobras y vigilancia continuada.
Contacto con elementos candentes	Utilizar fajas de protección lumbar.

## 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 ésta puede dividirse en:

Toda la obra

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Fuertes vientos  
Trabajos en condición de humedad  
Contactos eléctricos directos e indirectos  
Cuerpos extraños en los ojos  
Sobreesfuerzos

#### Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21<sup>a</sup> - 113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa parada y en posición veleta

#### Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes antirruidos
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección

#### Movimientos de tierras

##### Riesgos más frecuentes:

- Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno
- Caídas de materiales transportados
- Caídas de operarios al vacío
- Atrapamientos y aplastamientos
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas
- Ruidos, Vibraciones
- Interferencia con instalaciones enterradas
- Electrocuciones

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

#### 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 máquinas
- Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos

#### CONCLUSIÓN.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la obra, en materia de Prevención y Primeros Auxilios.

Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

## ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

### ANEXO 1

#### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio.  (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	Golpes.  Heridas.  Caídas.  Atrapamientos.  Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras.  Presencia de	Ver punto 1.4.4. (Protecciones)  Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.  Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.  Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.  Ver punto 1.4.4  Prevención de aperturas de armarios,

## ANEXO 2

### LÍNEAS SUETERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

#### 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, entibamiento, 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.

Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia de animales (mordeduras, picaduras, sustos...).

Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares, cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contactos eléctricos.

Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, (desplome o rotura del apoyo o estructura).

Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, ataque de animales.

Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.

Ver Anexo I y presencia de colonias, nidos.

## ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI.s, revisión del entorno y ver punto 1.4.4.

Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada, (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos).

Acondicionamiento de la zona de ubicación; anclaje correcto de las máquinas de tracción, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según. Normativa vigente, control de maniobras y vigilancia continuada, utilización de EPI's, utilizar fajas de protección lumbar, vigilancia continuada y señalización de riesgos y revisión del entorno.

Ver punto 1.4.4, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada y utilizar fajas de protección lumbar.

Ver Anexo I y revisión del entorno.

## ANEXO 3

### INSTALACIÓN / RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN.

#### ACTIVIDADES.

Acopio, carga y descarga.  
Desconexión / conexión de la instalación eléctrica y pruebas.  
montaje / desmontaje.

#### RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

Golpes, cortes, caídas de objetos, caídas a nivel y atrapamientos.  
Contacto eléctrico directo e indirecto en BT.  
Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, golpes y cortes, proyección de partículas, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos, contacto eléctrico directo e indirecto en BT, arco eléctrico en BT y elementos candentes y quemaduras.

#### ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

Ver punto 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
Cortar todas las fuentes en tensión
Bloquear los aparatos de corte
Verificar la ausencia de tensión
Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
Delimitar y señalizar la zona de trabajo

## ANEXO 4

### INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SUBTERRÁNEAS.

#### ACTIVIDADES.

Acopio, carga y descarga (acopio carga y descarga de material recuperado/chatarra).  
Excavación, hormigonado y obras auxiliares.  
Izado y acondicionado del cable en apoyo L.A.  
Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmes y terminales).  
Engrapado de soportes en galerías (desengrapado de soportes en galerías).  
Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD.

Golpes, heridas, caídas de objetos y atrapamientos.  
Caídas al mismo nivel, caídas a distinto nivel, exposición al gas natural, caídas de objetos, desprendimientos, golpes y heridas, oculares y cuerpos extraños, riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos y contactos eléctricos.  
Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y (desplome o rotura del apoyo o estructura).  
Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobreesfuerzos, riesgos a terceros, quemaduras y presencia de animales.  
Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobre esfuerzos.  
Ver Anexo 1.

#### ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

Mantenimiento de equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control y maniobras, vigilancia continuada y ver punto 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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

(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.

Ver Anexo I.

## ANEXO 5

### TRABAJOS EN TENSIÓN

#### DISPOSICIONES GENERALES

1 - Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores debería incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentados por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de líneas aéreas o desde las «bocas de hombre» de acceso a lugares subterráneos o recintos cerrados.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.

Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).

Las pértigas aislantes.

Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.

Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc. En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

Casco de seguridad aislante con barboquejo  
Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.  
Arnés o cinturón de seguridad  
Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

Ropa de trabajo  
Calzado de trabajo bajo en contacto

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 TÉCNICAS 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 aislantes:

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.

#### Accesorios aislantes para recubrimientos de partes activas:

UNE-EN 61479. Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores.

UNE-EN 60674-1: 1998.- Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos.

### Definiciones y requisitos generales.

UNE-EN 61229: 1996 + A1:1998.- Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de 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.

Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

Normas relativas a su utilización

Normas relativas a su comercialización

A.- 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 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.- 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 Anexo 11 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, llevarán una marca (al igual que en su cobertura protectora) que indique, especialmente, el tipo de protección y/o la tensión de utilización correspondiente, además de otros requisitos especificados en esta disposición, así como espacios previstos para las puestas en servicio o las pruebas y controles periódicos.

De acuerdo con la clasificación que se establece para los equipos de protección individual, los destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas deben llevar, además del preceptivo marcado CE, el número del organismo notificado que realiza el control del producto final.

También se establece la obligación del fabricante de entregar un folleto informativo, en el idioma del país de utilización, con los equipos de protección individual comercializados en el cual, además del nombre y la dirección del fabricante se debe indicar toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.

Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.

Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.

Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.

Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.

Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.

UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.

UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.

UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.

UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.

UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos

UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

## DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENISÓN

El trabajo se efectuará 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 comunicará 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.

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.

La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que

han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará 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 éste 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 está señalizada y 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

## ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PREFABRICADOS.

### 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.

### CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

Descripción de la obra y situación:

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto. **Ver planos 1 a 3**

### SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

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

### 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.

### VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.

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

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

## 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.

## 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.

## OBRA CIVIL.

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

## MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.

### Riesgos más frecuentes

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

### Medidas de preventivas

Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.

Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.

Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.

Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.

Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.

Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.

Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra. Balizar, señalar 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.

### 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.

Electrocuciones por contacto indirecto.

Caídas al mismo nivel.

Quemaduras químicas producidas por el cemento.

Sobreesfuerzos.

### Medidas preventivas

Emplear bolsas porta-herramientas.

Desenfrascar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.

Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.

Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.

Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.

Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.

Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.

El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.

Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.

Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

### CERRAMIENTOS.

Riesgos más frecuentes

Caídas de altura.

Desprendimiento de cargas-suspendidas.

Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.

Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

#### Medidas de prevención

Señalizar las zonas de trabajo.

Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.

Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.

Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

#### ALBAÑILERÍA.

##### Riesgos más frecuentes

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.

Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.

Cortes y heridas.

Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

##### Medidas de prevención

Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).

Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.

Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.

Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

## MONTAJE.

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

## COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.

Riesgos más frecuentes

Caídas al distinto nivel.

Choques o golpes.

Proyección de partículas.

Medidas de prevención

Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.

Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.

Disponer de iluminación suficiente.

Dotar de las herramientas y útiles adecuados.

Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.

Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

## MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.

### Riesgos más frecuentes

Atrapamientos contra objetos.

Caídas de objetos pesados.

Esfuerzos excesivos.

Choques o golpes.

### Medidas de prevención

Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.

Revisar los ganchos, 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalero o por el enganchador.

## OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.

### Riesgos más frecuentes

Contacto eléctrico en A.T. y B.T.

Arco eléctrico en A.T. y B.T.

Elementos candentes.

### Medidas de prevención

Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.

Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.

Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.

Enclavar los aparatos de maniobra.

Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

## 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.

## BOTIQUÍN DE OBRA.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

#### NORMATIVA APLICABLE.

#### NORMAS OFICIALES.

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.

Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.

R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.

R.D. Lugares de Trabajo.

R.D. Equipos de Trabajo.

R.D. Protección Individual.

R.D. Señalización de Seguridad.

O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

## ANEXOS

Riesgo y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.

### ANEXO 1

#### PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

ACTIVIDAD	RIESGO	ACCIÓN PREVENTIVA Y PROTECCIONES
Pruebas y puesta en servicio.  (Desconexión y protección en el caso de mantenimiento, retirada o desmontaje de instalaciones)	Golpes.  Heridas.  Caídas.  Atrapamientos.  Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras.  Presencia de	Ver punto 1.4.4. (Protecciones)  Cumplimiento MO 12.05.02 al 05.  Mantenimientos equipos y utilización de EPI's.  Utilización de EPI's, Adecuación de cargas, control de maniobras y vigilancia continuada.  Ver punto 1.4.4  Prevención de aperturas de armarios,

## ANEXO 2

### CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centros de transformación aéreos (sobre apoyo y compactos).

### 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).

### 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.

Ver Anexo I.

### 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Ver punto 1.4.4., utilización de equipos de la 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 oil, 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 y revisión del entorno.

Ver Anexo 1.

## ANEXO 2. BIS

### CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Centros de Transformación Lonja / subterráneos y otros usos

### ACTIVIDADES

Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos de material recuperado/chatarras.  
Excavación, hormigonado y obras auxiliares.  
Montaje. (Desguace de apartamenta en general).  
Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares.  
Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

### RIESGOS DE CADA ACTIVIDAD

Golpes, heridas, caídas de objetos, atropamientos, desprendimiento de cargas, presencia o ataque de animales, y presencia de gases.  
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 herida, atrapamientos, caídas de objetos, ataques de animales, e impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas.  
Caídas a nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, riesgos a terceros, riesgos de incendio, riesgo eléctrico y riesgo de accidente de tráfico.  
Ver Anexo I.

### ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

Ver punto 1.4.4., Mantenimiento equipos, adecuación de las cargas, control e maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión del entorno y revisión de elementos de elevación y transporte, 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, entibamiento, vallado de seguridad, protección de huecos, información sobre posibles conducciones, utilizar fajas de protección lumbar y control de maniobras y vigilancia continuada.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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 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, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. Vehículos autorizados para ello, para el llenado del Grupo Electrónico estarán en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios y ver Anexo I.

Ver Anexo 1.

## ANEXO 3

### SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS DE DISTRIBUCIÓN.

#### ACTIVIDADES

Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras.  
Excavación, hormigonado y obras auxiliares.  
Montaje (Desguace de aparata en general).  
Transporte conexión y desconexión de equipos de control y medida.  
Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

#### 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.  
Ver Anexo I.

#### ACCIONES PREVENTIVAS y PROTECCIONES

Ver punto 1.4.4, mantenimiento equipos, utilización de EPI's, adecuación de las cargas, control de maniobras, vigilancia continuada, utilización de EPI's, revisión de elementos de elevación y transporte, cumplimiento MO 12.05.02 y revisión del entorno.

Ver punto 1.4.4. , Orden y limpieza, prever elementos de evacuación y rescate, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, entibamiento, 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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

Ver Anexo I.

## ANEXO 4

### TRABAJOS EN TENSIÓN

#### DISPOSICIONES GENERALES

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.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o masas.

Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).

Las pértigas aislantes.

Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.

Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar, por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc.

En alta tensión, estos procedimientos deberán plasmarse por escrito, de forma que la empresa pueda disponer de un repertorio de procedimientos específicos sancionados por la práctica. En el caso de que se solicite un trabajo en tensión para el que no disponga de un procedimiento probado, será necesario estudiar minuciosamente la forma de realizarlo con garantías de seguridad. El nuevo procedimiento debe ser ensayado previamente sin tensión cuando su complejidad o novedad lo requiera, tal como se indica en el presente Anexo.

Equipos de protección individual requeridos:

- Casco de seguridad aislante con barboquejo
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico y/o inactivas.
- Arnés o cinturón de seguridad
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

Otros equipos complementarios

- Ropa de trabajo
- Calzado de trabajo bajo en contacto

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 TÉCNICAS APLICABLES A DIVERSOS EQUIPOS DE TRABAJO

### Utiles 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 superior a 1 KV en corriente alterna.

### Accesorios aislantes para recubrimientos de partes activas:

UNE-EN 61479. Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores.

UNE-EN 60674-1: 1998.- Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos.

### Definiciones y requisitos generales.

UNE-EN 61229: 1996 + A1:1998.- Protectores rígidos para trabajos en tensión en instalaciones de 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.

### Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deben cumplir dos clases de normas legales:

Normas relativas a su utilización

Normas relativas a su comercialización

### 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.

### 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 Anexo 11 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, llevarán 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección.

Accesorios que se pueden utilizar y características de las piezas de repuesto adecuadas.

Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.

Fecha o plazo de caducidad del equipo o de algunos de sus componentes.

Lipa de embalaje adecuado para transportar los equipos.

Explicación de las marcas si las hubiere.

Los trabajadores, a través de los Delegados de Prevención adecuadamente asesorados, tienen derecho a participar en la elección de dichos equipos.

#### NORMAS TÉCNICAS APLICABLES A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.

UNE-EN 50321.- Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.

UNE-EN 50286:2000.- Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.

UNE-EN 60895: 1998.- Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.

UNE-EN 60903/A 11 :1997.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.

UNE-EN 60903:2000.- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos

UNE-EN 60984:1995.- Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

## DISPOSICIONES-ADICIONALES PARA TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN

El trabajo se efectuará 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 comunicará 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.

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.

La autorización, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado a la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trata de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquiera que sea el método elegido, debe estar basado en la aplicación de un «procedimiento de ejecución» elaborado por personal competente de la empresa. Dicho procedimiento debe estar documentado y en él debe especificarse, al menos, lo siguiente: las medidas de seguridad que deben adaptarse, el material y los medios de protección que han de ser utilizados y las circunstancias que pueden requerir la interrupción del trabajo.

El procedimiento debe describir las sucesivas etapas del trabajo y detallar, en cada una de ellas, las distintas operaciones elementales que hayan de realizarse y la manera de

ejecutarlas de forma segura.

Cuando el responsable de la instalación solicite a un jefe de Trabajo la ejecución de un «trabajo en tensión» debería proporcionarle el mencionado «procedimiento de ejecución» junto con la «autorización de trabajo en tensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de su realización y el régimen especial en que funcionará 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 éste 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 está señalizada y/o 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ºA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

## **ANEXO Nº 2**

# **GESTION DE RESIDUOS**

## **PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

Se va a proceder a la apertura de zanjas y tendido de líneas de Media y Baja Tensión para la posterior electrificación de un polígono residencial compuesto de edificios, viviendas unifamiliares con equipamiento educativo y social.

De acuerdo con la Orden 2690/2006 de ORDEN 2690/2006, de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid, se presenta el presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 3.

### **IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS (SEGÚN OMAM/304/2002)**

#### Generalidades.

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, los cuales sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Así, por ejemplo, al iniciarse una obra es habitual que haya que derribar una construcción existente y/o que se deban efectuar ciertos movimientos de tierras. Durante la realización de la obra también se origina una importante cantidad de residuos en forma de sobrantes y restos diversos de embalajes.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el derribo con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos del comedor del personal y de otras actividades, que si bien no son propiamente la ejecución material se originarán durante el transcurso de la obra: reciclar los residuos de papel de la oficina de la obra, los toners y tinta de las impresoras y fotocopiadoras, los residuos biológicos, etc.

En definitiva, ya no es admisible la actitud de buscar excusas para no reutilizar o reciclar los residuos, sin tomarse la molestia de considerar otras opciones.

## **Definiciones**

Para un mejor entendimiento de este documento se realizan las siguientes definiciones dentro del ámbito de la gestión de residuos en obras de construcción y demolición:

- **Residuo:** Según la ley 10/98 se define residuo a cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse.
- **Residuo peligroso:** Son materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los indicados en la "Orden MAM/ 304/ 2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos" y en el resto de normativa nacional y comunitaria. También tendrán consideración de residuo peligroso los envases y recipientes que hayan contenido residuos o productos peligrosos.
- **Residuos no peligrosos:** Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la definición anterior.
- **Residuo inerte:** Aquel residuo No Peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Residuo de construcción y demolición:** Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y de demolición.
- **Código LER:** Código de 6 dígitos para identificar un residuo según la Orden MAM/304/2002.
- **Productor de residuos:** La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** La persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- **Volumen aparente:** Volumen total de la masa de residuos en obra, espacio que ocupan

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos entre medio. En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.

- **Volumen real:** Volumen de la masa de los residuos sin contar espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.
- **Gestor de residuos:** La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.
- **Destino final:** Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la "Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".
- **Reutilización:** El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado:** La transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- **Valorización:** Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Eliminación:** Todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

## **Clasificación y descripción de los residuos**

### **RCDs de Nivel I**

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

### **RCDs de Nivel II**

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de

construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran incluidos en el computo general los materiales que no superen 1m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

Requisitos legales:

- Ley 42/75 de 19 de noviembre de Desechos y Residuos sólidos urbanos.
- Ley 10/98 de 21 de abril de Residuos.
- RD 1481/2001 de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2000-2006, 12 de julio de 2001.
- Directiva 99/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- Listado de los códigos LER de los residuos de construcción y demolición.

Se garantizará en todo momento:

- Comprar la cantidad justa de materias para la construcción, evitando adquisiciones masivas, que provocan la caducidad de los productos, convirtiendolos en residuos.
- Evitar la quema de residuos de construcción y demolición.
- Evitar vertidos incontrolados de residuos de construcción y demolición.
- Habilitar una zona para acopiar los residuos inertes, que no estará en:
  - Cauces.
  - Vaguadas.
  - Lugares a menos de 100 m. de las riberas de los ríos.
  - Zonas cercanas a bosques o áreas de arbolado.
  - Espacios públicos.
- Los residuos de construcción y demolición inertes se trasladarán al vertedero, ya que es la solución ecológicamente mas económica.
- Antes de evacuar los escombros se verificará que no esten mezclados con otros residuos.
- Reutilizar los residuos de construcción y demolición:

- Las tierras y los materiales pétreos exentos de contaminación en obras de construcción, restauración, acondicionamiento o relleno.
- Los procedentes de las obras de infraestructura incluidos en el Nivel I, en la restauración de áreas degradadas por la actividad extractiva de canteras o graveras, utilizando los planes de restauración.

## **MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS**

### **Prevención en Tareas de Derribo**

- Como norma general, el derribo se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.
- Dado que se prevé la utilización de técnicas de derribo masivo, se garantizará previo al inicio de estos trabajos, que han sido retirados todos los residuos peligrosos y, en su caso, aquellos elementos destinados a reutilización.

### **Prevención en la Adquisición de Materiales**

- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.

### **Prevención en la Puesta en Obra**

- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

### **Prevención en el Almacenamiento en Obra**

- Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.

- Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

## CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION

Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y lista europea de residuos.

### Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.

01 01	Hormigón.
01 02	Ladrillos.
01 03	Tejas y materiales cerámicos.
01 06	Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificada en el código

### Madera Vidrio y Plástico.

02 01	Madera.
02 02	Vidrio.
02 03	Plástico.
02 04	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o esten contaminados por ellas.

### Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.

03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.

### Metales (incluidas sus aleaciones)

04 01	Cobre, bronce, latón.
-------	-----------------------

04 02	Aluminio.
04 03	Plomo.
04 04	Zinc.
04 05	Hierro y acero.
04 06	Estaño.
04 07	Metales mezclados.
04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas,
04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.

05 03	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.
05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05.
05 07	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas.
05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07.

Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.

06 01	Materiales de aislamiento que contienen amianto.
06 03	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
06 05	Materiales de construcción que contienen amianto

Materiales de construcción a partir de yeso.

07 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
07 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.

Otros residuos de construcción y demolición.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ºA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

08 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
08 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).
08 03	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
08 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 17 09 02 y 17 09 03.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ºA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela  
delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

## IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCION.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA

03001 CARTAGENA (MURCIA)

e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

De todos los residuos contemplados en la Orden, los que previsiblemente se generarán durante el transcurso de esta obra serán los siguientes.

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

## TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN

### 1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN

X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

## RESTO RDCs

### RCD: Naturaleza no pétreo

#### 1. Asfalto

	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
--	----------	---

#### 2. Madera

X	17 02 01	Madera
---	----------	--------

#### 3. Metales

X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
---	----------	----------------------

X	17 04 02	Aluminio
---	----------	----------

	17 04 03	Plomo
--	----------	-------

	17 04 04	Zinc
--	----------	------

	17 04 05	Hierro y Acero
--	----------	----------------

	17 04 06	Estaño
--	----------	--------

X	17 04 06	Metales mezclados
---	----------	-------------------

	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
--	----------	---

#### 4. Papel

X	20 01 01	Papel
---	----------	-------

#### 5. Plástico

X	17 02 03	Plástico
---	----------	----------

#### 6. Vidrio

	17 02 02	Vidrio
--	----------	--------

#### 7. Yeso

X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
---	----------	---

### RCD: Naturaleza pétreo

#### 1. Arena Grava y otros áridos

X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
---	----------	---

X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
---	----------	-----------------------------

#### 2. Hormigón

X	17 01 01	Hormigón
---	----------	----------

#### 3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos

X	17 01 02	Ladrillos
---	----------	-----------

	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
--	----------	------------------------------

	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas
--	----------	---

#### 4. Piedra

X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
---	----------	---

### RCDs: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros

#### 1. Basuras

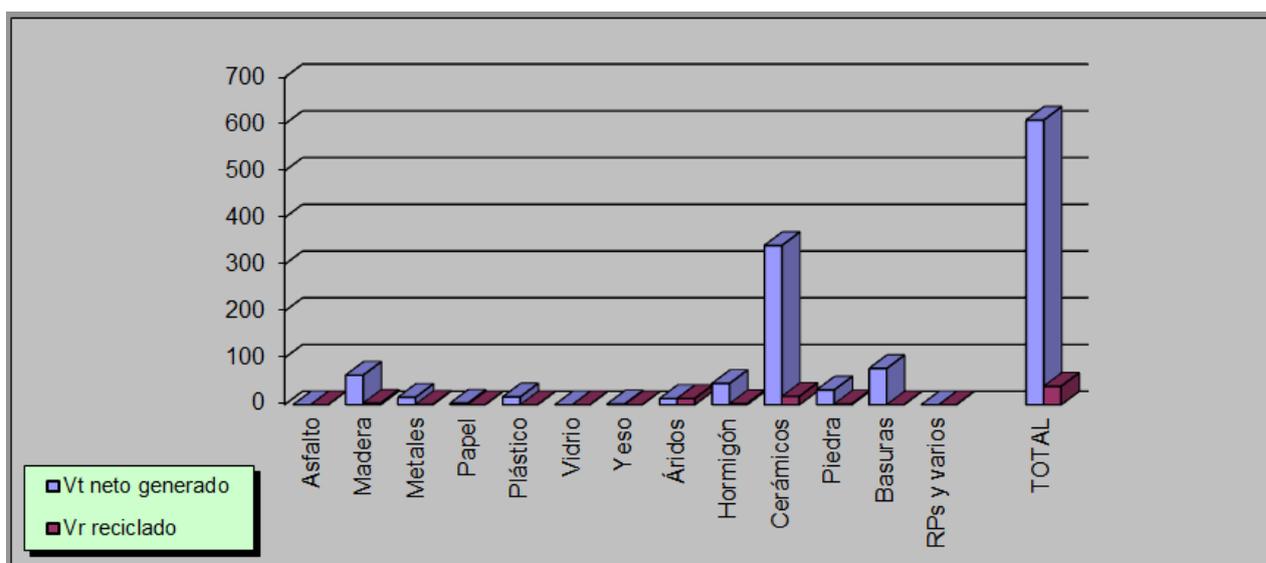
X	20 02 01	Residuos biodegradables
---	----------	-------------------------

X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales
---	----------	--------------------------------

## Estimación de la cantidad de RCD's.

1.- Datos Generales del Proyecto	
Tipología de obra	Otros
Superficie total construida	2884,72 m <sup>2</sup>
Volumen estimado de tierras de excavación	2352,32 m <sup>3</sup>
Factor de estimación total de RCDs	0,20 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Densidad media de los materiales	1,25 T/m <sup>3</sup>
Factor medio de esponjamiento de RCDs	1,25
Factor medio de esponjamiento de tierras	1,15
Presupuesto estimado de la obra	900.000,00 €

El volumen de tierras procedentes de excavación de zanjas, se calcula en 2352.32 m<sup>3</sup>, siendo en su mayor parte tierra limpia, y roca disgregada. Íntegramente se utilizará para relleno en la propia parcela.



Volumen Neto de residuos Generados y Reciclados

2.- Evaluación global de RCDs					
	S	V	d	R	T
	Superficie Construida	Volumen aparente RCDs	Densidad media de los RCDs	Previsión de reciclaje en %	Toneladas estimadas RCDs
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	-	2.352 m <sup>3</sup>	1,25 T/m <sup>3</sup>	30,00%	2.367 T
RCDs distintos de los anteriores evaluados mediante estimaciones porcentuales	2.885 m <sup>2</sup>	577 m <sup>3</sup>	1,25 T/m <sup>3</sup>	-	901 T

3.- Evaluación teórica del peso por tipología de RCDs					
	%	Tn	d	R	Vt
	% del peso total	Toneladas brutas de cada tipo de RDC	Densidad media (T/m <sup>3</sup> )	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de Residuos (m <sup>3</sup> )
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>					
1. Asfalto	0,00%	0,00	1,30	0,00%	0,00
2. Madera	4,42%	39,84	0,60	5,00%	63,09
3. Metales	2,76%	24,90	1,50	5,00%	15,77
4. Papel	0,33%	2,99	0,90	0,00%	3,32
5. Plástico	1,66%	14,94	0,90	0,00%	16,60
6. Vidrio	0,00%	0,00	1,50	0,00%	0,00
7. Yeso	0,22%	1,99	1,20	0,00%	1,66
<b>Subtotal estimación</b>	<b>9,39%</b>	<b>84,67</b>	<b>1,13</b>	<b>3,97%</b>	<b>100,44</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>					
1. Arena Grava y otros áridos	4,42%	39,84	1,50	50,00%	13,28
2. Hormigón	13,26%	119,53	2,50	5,00%	45,42
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	59,67%	537,90	1,50	5,00%	340,67
4. Piedra	5,52%	49,81	1,50	5,00%	31,54
<b>Subtotal estimación</b>	<b>82,87%</b>	<b>747,08</b>	<b>1,75</b>	<b>7,56%</b>	<b>430,92</b>
<b>RCD: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros</b>					
1. Basuras	7,73%	69,73	0,90	0,00%	77,47
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00%	0,00	0,50	0,00%	0,00
<b>Subtotal estimación</b>	<b>7,73%</b>	<b>69,73</b>	<b>0,70</b>	<b>0,00%</b>	<b>77,47</b>
<b>TOTAL estimación cantidad RCDs</b>	<b>100,00%</b>	<b>901,48</b>	<b>1,25</b>	<b>6,08%</b>	<b>608,83</b>

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

## Estimación del coste de tratamiento de los RCD's.

<b>ESTIMACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE LOS RCDs</b>											
G	Vr	Vt	Vc	N	P	Cc	Ts	Tt	C		
Tipo de gestion	Volumen Reciclado	Volumen neto de Residuos	Volumen Contenedor / Camión / Bidón	Num Contenedor / Camión	Precio Contenedor /Camión	Contenedor Gratuito (SI / NO)	Incluir Tasas Municipales	Toneladas netas de cada tipo de RDC	Canon de Vertido	Importe TOTAL	
<b>RCD: Tierras y pétreos procedentes de excavación</b>											
1.Tierras de excavación	Vert. Fraccionado	705,69 m³	1646,62 m³	Camión 20T max.10Km	103,00 Uds	64,96 €/Ud	-	NO	2058,28 T	6,12 €	19.287,53 €
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>											
1. Asfalto	Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 7,0m3	0,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	0,00 T	15,92 €	0,00 €
2. Madera	Planta Reciclaje	3,32 m³	63,09 m³	Contenedor 30 m3	3,00 Uds	97,50 €/Ud	SI	NO	37,85 T	0,00 €	0,00 €
3. Metales	Planta Reciclaje	0,83 m³	15,77 m³	Contenedor 7,0m3	3,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	23,66 T	2,85 €	257,89 €
4. Papel	Planta Reciclaje	0,00 m³	3,32 m³	Contenedor 30 m3	1,00 Uds	97,50 €/Ud	SI	NO	2,99 T	2,65 €	7,92 €
5. Plástico	Planta Reciclaje	0,00 m³	16,60 m³	Contenedor 30 m3	1,00 Uds	97,50 €/Ud	SI	NO	14,94 T	2,65 €	39,60 €
6. Vidrio	Planta Reciclaje	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 20 m3	0,00 Uds	87,70 €/Ud	SI	NO	0,00 T	2,65 €	0,00 €
7. Yeso	Vert. Fraccionado	0,00 m³	1,66 m³	Contenedor 7,0m3	1,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	1,99 T	8,13 €	79,69 €
<b>Subtotal estimación</b>			<b>100,44 m³</b>						<b>81,43 T</b>		<b>385,09 €</b>
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>											
1. Arena Grava y otros áridos	Vert. Fraccionado	13,28 m³	13,28 m³	Contenedor 7,0m3	2,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	19,92 T	8,13 €	288,95 €
2. Hormigón	Vert. Fraccionado	2,39 m³	45,42 m³	Contenedor 7,0m3	7,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	113,56 T	3,50 €	841,88 €
3. Ladrillos , azulejos y cerámicos	Vert. Fraccionado	17,93 m³	340,67 m³	Contenedor 7,0m3	49,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	511,00 T	5,20 €	5.768,22 €
4. Piedra	Vert. Fraccionado	1,66 m³	31,54 m³	Contenedor 7,0m3	5,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	47,31 T	9,06 €	746,12 €
<b>Subtotal estimación</b>			<b>430,92 m³</b>						<b>691,79 T</b>		<b>7.645,17 €</b>
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>											
1. Basuras	Vert. Fraccionado	0,00 m³	77,47 m³	Contenedor 7,0m3	12,00 Uds	63,49 €/Ud	NO	NO	69,73 T	9,10 €	1.396,40 €
2. Potencialmente peligrosos y otros	Vert. Fraccionado	0,00 m³	0,00 m³	Bidones 0,3 m3	0,00 Uds	120,82 €/Ud	-	NO	0,00 T	17,54 €	0,00 €
				Contenedor 9,0 m3	0,00 Uds	79,47 €/Ud	-	NO			0,00 €
<b>Subtotal estimación</b>			<b>77,47 m³</b>						<b>69,73 T</b>		<b>1.396,40 €</b>
<b>TOTAL COSTE TRANSPORTE + VERTIDO</b>											<b>28.714,19 €</b>

## **Medidas para la Separación en Obra**

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición se tomarán las siguientes medidas:

- Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.
- Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.
- Los residuos químicos peligrosos como restos de desencofrantes, pinturas, colas, ácidos, etc. SE almacenarán en casetas ventiladas, bien iluminadas, ordenadas, cerradas, cubiertas de la intemperie, sin sumideros por los que puedan evacuarse fugas o derrames, cuidando de mantener la distancia de seguridad entre residuos que sean sinérgicos entre sí o incompatibles, agrupando los residuos por características de peligrosidad y en armarios o estanterías diferenciadas, en envases adecuados y siempre cerrados, a temperaturas máximas de 55º (se habilitará una cubierta general para proporcionarles sombra permanentemente), o menores de 21º para productos inflamables (cuando a la sombra, se prevea superar esta temperatura, estos residuos habrán de retirarse de inmediato, y se interrumpirán los trabajos que los generen hasta que las condiciones ambientales lo permitan, según los parámetros indicados). También contarán con cubetas de retención en función de las características del producto o la peligrosidad de mezcla con otros productos almacenados.
- Todos los productos envasados que tengan carácter de residuo peligroso deberán estar convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.
- Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.
- Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.
- Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.
- Se evitará la contaminación de los residuos pétreos separados con destino a valorización con residuos derivados del yeso que los contaminen mermando sus prestaciones.

### **Medidas de segregación “in situ”**

Los residuos se disgregarán convenientemente antes de depositarlos en los contenedores para su traslado a vertedero.

### **Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos.**

La totalidad de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de la parcela, creando plataformas para su ajardinamiento.

El resto de los materiales de escombros se trasladarán a los correspondientes vertederos autorizados.

### **Operaciones de valorización “in situ”.**

La totalidad de la tierra proveniente de la excavación será reutilizada para el relleno de la parcela, creando plataformas para su ajardinamiento.

Se seleccionarán los materiales aprovechables o reciclables, enviando a vertedero únicamente escombros limpios, de materiales procedentes de la obra.

## **Destino previsto para los residuos.**

En la Región de Murcia existen distintas infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos que se han financiado gracias a la aportación económica que se recibe de la Unión Europea a través de los Fondos Estructurales (Fondo FEDER) y del Fondo de Cohesión. Entre ellos se encuentran:

Infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos Sellado de

### Vertederos

- Conjunto de actuaciones destinadas al control y la recuperación de emplazamientos afectados por vertederos agotados incluyendo la vigilancia posterior.
- En funcionamiento: Calasparra, Cartagena (El Gorguel), Murcia, Cieza, Cehegín, Moratalla, Fortuna, Mazarrón

### Centros de Gestión Diferenciada de Residuos

- Conjunto de instalaciones asociadas que agrupan operaciones de recogida selectiva y gestión diferenciada de residuos urbanos según su naturaleza.
- En funcionamiento: San Javier, Torre Pacheco, Mazarrón

### Plantas de Aprovechamiento de Biogás de vertedero

- Instalación de valorización de los gases producidos en los procesos de degradación de los residuos eliminados en vertedero.
- En funcionamiento: Murcia

### Plantas de Recuperación y Compostaje

- Instalaciones de tratamiento que permiten separa las fracciones valorizables de los residuos urbanos y aprovechar los residuos biodegradables mediante procesos de fermentación aerobia.
- En funcionamiento: Murcia, Lorca, Cartagena.

### Plantas de Selección de Envases

- Instalación en la cual se descargan, almacenan y seleccionan los residuos en fracciones reciclables o valorizables.
- En funcionamiento: Murcia

### Estaciones de Transferencia de Residuos Urbanos

- Instalaciones que permiten la descarga de los camiones de recogida viaria en contenedores de mayor capacidad para su transporte a pantas de recuperación o selección.
- En funcionamiento: Los Alcázares, Calasparra, Mazarrón y Yecla

### Ecoparques (punto limpio)

- Es un Centro de recogida selectiva de residuos urbanos domiciliarios, valorizables y especiales, que no tienen cabida en los contenedores tradicionales.
- El Ecoparque es un lugar donde los ciudadanos, pueden depositar los residuos, con la certeza de que serán retirados por gestores autorizados, que procederán a su posterior reciclaje o procesamiento.
- En funcionamiento:
  - FONDO FEDER: Águilas, Alcantarilla, Alguazas, Las Torres de Cotillas, Los Alcázares, Mula, Pliego, San Javier, Santiago de la Ribera, Torre Pacheco, Murcia, Totana y Molina de Segura.
  - FONDO DE COHESIÓN: Abanilla, Águilas, Alhama de Murcia, Aledo, Bullas, Calasparra, Cehegín, Cieza, Fortuna, Jumilla, Moratalla, San Pedro del Pinatar, Santomera, Yecla y Caravaca.
  - MUNICIPALES: Lorca, Ceutí y Cartagena

## Pictogramas de Peligro

 <p>O Comburente</p>	<p>Comburentes: las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica.</p>	 <p>F Fácilmente inflamable</p>	<p>Fácilmente inflamables: Que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, o que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación o que, en contacto con el agua o con el aire húmedo, desprendan gases inflamables.</p>
 <p>F+ Extremadamente inflamable</p>	<p>Extremadamente inflamables: sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión ambientes, sean inflamables en contacto con el aire.</p>	 <p>E Explosivo</p>	<p>Explosivos: las sustancias y preparados que, incluso en ausencia del oxígeno del aire, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que detonan, deflagran rápidamente o explosionan.</p>
 <p>C Corrosivo</p>	<p>Corrosivos: las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.</p>	 <p>T+ Muy Tóxico</p>	<p>Muy tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>
 <p>T Tóxico</p>	<p>Tóxicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea <u>en pequeñas cantidades</u> puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>	 <p>Xn Nocivo</p>	<p>Nocivos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.</p>

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

 <p>Xi Irritan te</p>	<p>Irritantes: las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.</p>	 <p>N Peligro para el medio ambiente</p>	<p>Peligrosos para el medio ambiente: las sustancias y preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.</p>
--	---	--	---

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

# **3 – PLIEGO DE CONDICIONES**

## **3.1- Condiciones generales**

### **3.1.1.- Alcance:**

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.- Reglamentos 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.

### 3.1.3.- Reglamentos y normas:

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.

### 3.1.4.- Ejecución de las obras:

#### 3.1.4.1.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

#### 3.1.4.2.- 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.

#### 3.1.4.3.- 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.

#### 3.1.5.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

### 3.1.6.- 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.

### 3.1.7.- 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.

### 3.1.8.- Obra defectuosa:

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

### 3.1.9.- 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.

### 3.1.10.- Conservación de obras:

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.1.11.- Recepción de las obras:

#### 3.1.11.1.- 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.

#### 3.1.11.2.- 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.

#### 3.1.11.3.- 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.

### 3.1.12.- Recepción de las obras:

#### 3.1.12.1.- Modo de contratación:

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

#### 5.1.12.2.- 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.

#### 5.1.12.3.- 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.

#### 3.1.13.- 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.

#### 3.1.14.- Condiciones económicas:

##### 3.1.14.2.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

#### 3.1.14.3.- 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.

#### 3.1.14.4.-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.

#### 3.1.14.5.-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.

#### 3.1.14.6.-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 obligada 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

#### 3.1.14.7.-Rescisión del 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.

#### 3.1.14.8.-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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.1.15.- Condiciones facultativas:

#### 3.1.15.1.- 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.

#### 3.1.15.2.- 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.

## 3.2- Pliego de condiciones de la red de Baja Tensión

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

### 3.2.1.- 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.

#### 3.2.1.1.- 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 utilizarán 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TÉCNICO EN ELECTRICIDAD  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009, MURCIA TELEF. 622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

- La sección de 95 mm<sup>2</sup>, se utilizará 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
RV	0,6 / 1	1 · 50	6	1600	10	5631225
		1 · 95	15	950	10	5631235
		1 · 150	15	1100	12	5631245
		1 · 240	30	750	12	5631255

La constitución del cable será la siguiente:

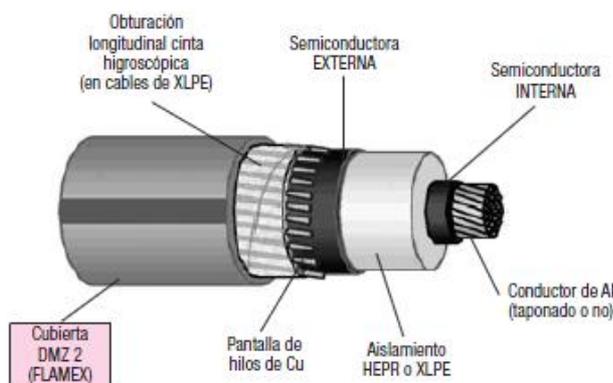
Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada (cuando la tenga).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

**Tendido de los cables:**

Para el tendido la bobina estará siempre elevada, sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma



ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

y dispositivos de frenado.

El desenrollado del conductor se realizará de forma que éste salga por la parte superior de la bobina.

El fondo de la zanja deberá estar cubierto en toda su longitud con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta, antes de proceder al tendido de los cables.

Los cables deben de ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc..., y teniendo en cuenta siempre que el radio de curvatura en el tendido de los mismos, aunque sea accidentalmente, no debe ser inferior a 20 veces su diámetro.

Para la coordinación de movimientos de tendido se dispondrá de personal y los medios de comunicación adecuados.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe exceder de 3 kg/mm<sup>2</sup>. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispuestos sobre el fondo de la zanja, para evitar el rozamiento del cable con el terreno.

Durante el tendido, se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

En las curvas, se tomarán las medidas oportunas para evitar rozamientos laterales de cable. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles, deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja y siempre sobre rodillos.

No se dejarán nunca los cables tendidos en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlos con la capa de arena fina y la protección de la placa.

En todo momento, las puntas de los cables deberán estar selladas mediante capuchones 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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)
-------	--------

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

<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
<b>RV 0,6/1 kV 4·50 Al</b>	<b>190</b>	<b>155</b>	<b>115</b>			
<b>RV 0,6/1 kV 3·95 + 1·50 Al</b>	<b>255</b>	<b>205</b>	<b>155</b>	<b>120</b>		
<b>RV 0,6/1 kV 3·150 + 1·95 Al</b>	<b>470</b>	<b>380</b>	<b>285</b>	<b>215</b>	<b>165</b>	
<b>RV 0,6/1 kV 3·240 + 1·150 Al</b>		<b>605</b>	<b>455</b>	<b>345</b>	<b>260</b>	<b>195</b>
	<b>Longitudes en (m)</b>					

(1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF. 622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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"**.

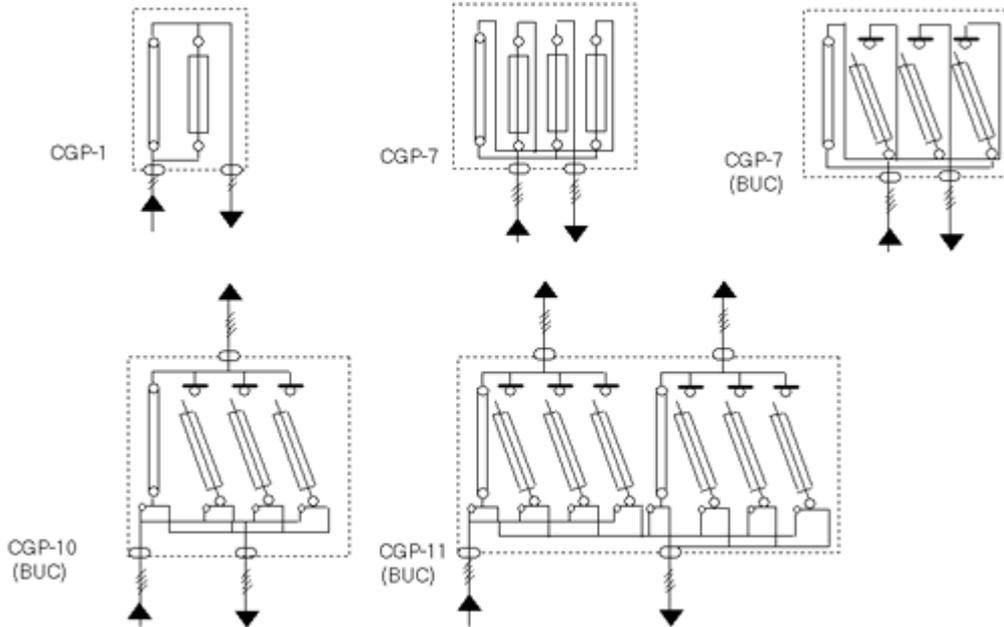
### **Cajas Generales de Protección (CGP):**

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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT



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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

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:

- Envoltente 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 A		Tensi ón	Fusibles		Código
	Asignad a	De pas o		Base	Cartuch o	

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
 INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
 C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
 30009,MURCIA TELEF.622243167  
 e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

				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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- Grado de protección contra impactos mecánicos externos, IK09 en envolventes empotrables e IK10 en envolventes 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 100º.
- 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:

- Envolvente 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.

#### 3.2.1.2.- Accesorios.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF. 622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.2.1.3.- 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.

### 3.2.1.4.- 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.

### 3.2.1.5.- 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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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 52.95.01.

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,25 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización, como advertencia de la presencia de cables eléctricos, Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm Ø, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

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

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

### 3.2.2.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.2.3.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

#### 3.2.4.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF. 622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

### 3.2.5.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias a efectuar por parte de instaladores, de mantenedores y / u 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.

## 3.3- Pliego de condiciones de la red de Media Tensión

### 3.3.1.- 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.

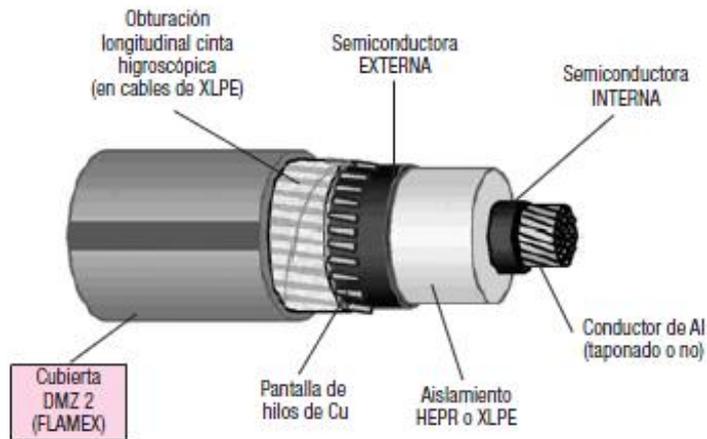
#### 3.3.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.

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:

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT



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 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bias 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

#### Tendido de cables en tubulares:

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

#### Empalmes:

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc...

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

#### Terminales:

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de los terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

#### Transporte de bobinas de cables:

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

#### 3.3.1.2.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.3.1.3.- 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.

### 3.3.1.4.- 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,

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm Ø que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm Ø, según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

### 3.3.2.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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- Pliego de condiciones de los Centros de Transformación

#### 3.4.1.- Calidades de los materiales:

##### 3.4.1.1.- Obra civil.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

#### 3.4.1.2.- 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.

#### 3.4.1.3.- 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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

#### 3.4.1.4.- 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 aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

### 3.4.2.- Normas de ejecución de las instalaciones:

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### 3.4.3.- 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.

### 3.4.4.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

#### 3.4.5.- 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.

#### 3.4.6.- Libro de órdenes:

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

#### 3.5- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.5.1.- Legislación y normas aplicables:

El cuerpo legal y normativo de obligado cumplimiento está constituido por diversas normas de muy variados 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)

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de técnico de riesgos laborales.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Junto a las anteriores, que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, debe considerarse un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos. Entre ellas, cabe citar las siguientes:
  - Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 09-03-71, B.O.E. 16-03-71; vigente el capítulo 6 del título II)
  - Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, B.O.E. 09-09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.2.
  - Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. 28-12-92)
  - Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02-11-89)

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- 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.

### 3.5.2.- Obligaciones de las diversas partes intervinientes en la obra:

En cumplimiento de la legislación aplicable y, de manera específica, de lo establecido en la Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales, en el Real Decreto 39/1.997, de los Servicios de Prevención, y en el Real Decreto 1627/1.997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, corresponde a Dirección General de Carreteras, en virtud de la delegación de funciones efectuada por el Secretario de Estado de Infraestructuras en los Jefes de las demarcaciones territoriales, la designación del coordinador de seguridad y salud de la obra, así como la aprobación del Plan de Seguridad y Salud propuesto por el contratista de la obra, con el preceptivo informe y propuesta del coordinador, así como remitir el Aviso Previo a la Autoridad laboral competente.

En cuanto al contratista de la obra, viene éste obligado a redactar y presentar, con anterioridad al comienzo de los trabajos, el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación y desarrollo del presente Estudio y de acuerdo con lo establecido en el artículo 7 del citado Real Decreto 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud contendrá, como mínimo, una breve descripción de la obra y la relación de sus principales unidades y actividades a desarrollar, así como el programa de los trabajos con indicación de los trabajadores concurrentes en cada fase y la evaluación de los riesgos esperables en la obra. Además, específicamente, el Plan expresará resumidamente las medidas preventivas previstas en el presente Estudio que el contratista admita como válidas y suficientes para evitar o proteger los riesgos evaluados y presentará las alternativas a aquéllas que considere conveniente modificar, justificándolas técnicamente.

Finalmente, el plan contemplará la valoración económica de tales alternativas o expresará la validez del Presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud. El plan presentado por el contratista no reiterará obligatoriamente los contenidos ya incluidos en este Estudio, aunque sí deberá hacer referencia concreta a los mismos y desarrollarlos específicamente, de modo que aquéllos serán directamente aplicables a la obra, excepto

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.5.3.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Cuando la empresa contratista venga obligada a disponer de un servicio técnico de prevención, estará obligada, asimismo, a designar un técnico de dicho servicio para su actuación específica en la obra. Este técnico deberá poseer la preceptiva acreditación superior o, en su caso, de grado medio a que se refiere el mencionado Real Decreto 39/1997, así como titulación académica y desempeño profesional previo adecuado y aceptado por el coordinador en materia de seguridad y salud, a propuesta expresa del jefe de obra.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.

El coste económico de las actividades de los servicios de prevención de las empresas correrá a cargo, en todo caso, de las mismas, estando incluidos como gastos generales en los precios correspondientes a cada una de las unidades productivas de la obra, al tratarse de obligaciones intrínsecas a su condición empresarial.

#### 3.5.4.- 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 precisos para su adecuada utilización por parte de los trabajadores, para lo que el jefe de obra designará personal específico en tales funciones.

El coste de instalación y mantenimiento de los servicios de higiene y bienestar de los trabajadores correrá a cargo del contratista, sin perjuicio de que consten o no en el presupuesto de la obra y que, en caso

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

afirmativo, sean retribuidos por la Administración de acuerdo con tales presupuestos, siempre que se realicen efectivamente.

### 3.5.5.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

### 3.5.6.- Condiciones de las protecciones colectivas:

En la Memoria de este estudio se contemplan numerosas definiciones técnicas de los sistemas y protecciones colectivas que están previstos aplicar en la obra, en sus diferentes actividades o unidades de obra. Dichas definiciones tienen el carácter de prescripciones técnicas mínimas, por lo que no se considera necesario ni útil su repetición aquí, sin perjuicio de la remisión de este Pliego a las normas reglamentarias aplicables en cada caso y a la concreción que se estima precisa en las prescripciones técnicas mínimas de algunas de las protecciones que serán abundantemente utilizables en el curso de la obra.

Así, las vallas autónomas de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm. y estarán pintadas en blanco o en amarillo o naranja luminosos, manteniendo su pintura en correcto estado de conservación y no presentando indicios de óxido ni elementos doblados o rotos en ningún momento.

Los pasillos cubiertos de seguridad que deban utilizarse en estructuras estarán contruidos con pórticos de madera, con pies derechos y dinteles de tablonos embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablonos o de chapa de suficiente resistencia ante los impactos de los objetos de caída previsible sobre los mismos. Podrán disponerse elementos amortiguadores sobre la cubierta de estos pasillos.

Las redes perimetrales de seguridad con pescantes de tipo horca serán de poliamida.

Las redes de bandeja o recogida se situarán en un nivel inferior, pero próximo al de trabajo, con altura de caída sobre la misma siempre inferior a 6 metros.

Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg./m., como mínimo.

Los cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquélla que garantice una tensión máxima de 24 V., de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.

Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquélla 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

### 3.6- Pliego de condiciones del plan de gestión de residuos

#### 3.6.1.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- 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.

### 3.6.2.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- 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.

### 3.6.3.- 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.

### 3.6.4.- Separación:

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.

- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- 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.

### 3.6.5.- 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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009, MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT. CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

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.

#### 3.6.6.- 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.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

# 4 - PRESUPUESTO

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

Código	Designación	Cantidad	Precio	Importe
D1BT01	<b>MI. LÍNEA 3x240+1x150 AlXLPE 0,6/1 KV BAJA TENSIÓN</b>  Linea subterranea, aislada 0,6/1 KV, 3x240+1x150 mm2 de conductor de aluminio revestido de polietileno reticulado enterrado, incluido tendido del conductor y terminales correspondientes.	3850,00	25,47	98059,50€
D1BT01	<b>MI. LÍNEA 3x150+1x95 AlXLPE 0,6/1 KV BAJA TENSIÓN</b>  Linea subterranea, aislada 0,6/1 KV, 3x150+1x95 mm2 de conductor de aluminio revestido de polietileno reticulado enterrado, incluido tendido del conductor y terminales correspondientes.	1200,00	19,75	23700,00€
D2MT01	<b>MI LÍNEA 20 KV 3x150 Al HEPRZ-1 MEDIA TENSIÓN</b>  Linea subterranea de conductor de aluminio denominación UNE-SA HEPRZ1 20 KV y 3x150 de sección, i/ conexionado a centros de transformación. Totalmente instalado.	1275,00	22,46	28636,50€
D3BT02	<b>MI ZANJA ENTUBADA 1LBT</b>  Excavación a máquina de zanja para canalizacion entubada para 1 ternos de LBT, de 0,35 x 0,80 m, arena de relleno, hormigón H-175, 3 tubos de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atencion al cable" mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavacion, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavacion.	1312,00	12,05	15809,60€

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

**D4BT03 MI ZANJA ENTUBADA 2LBT**

Excavación a máquina de zanja para canalización entubada para 2 ternos de LBT, de 0,35 x 0,80 m, arena de relleno, hormigón H-175, 2 tubos 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.

375,00 10,98 4117,5€

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

**D4BT04 MI ZANJA ENTUBADA 1 LMT + 2 LBT**

Excavación a máquina de zanja para canalización entubada para 1 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.

234,00 17,32 4053,88€

**D5MT02 MI ZANJA ENTUBADA 1 LMT**

Excavación a máquina de zanja para canalización entubada para 1 terno de LMT, de 0,60 x 1,10 m, arena de relleno, hormigón H-175, 2 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.

387,00 7,09 2743,83€

**D6BT05 MI ZANJA ENTUBADA 2 LBT + 2 LMT**

Excavación a máquina de zanja para 2 ternos de LBT y 2 terno LMT, de 0,60 x 1,10 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.

95,00 10,75 1021,25€

**D7BT06 MI ZANJA ENTUBADA 4 LBT**

Excavación a máquina de zanja para 4 ternos de LBT, de 0,6 x 1,10 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm,

cinta de "Atención al cable", mano de obra y posterior relleno y

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela  
delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

compactado con tierra de la excavacion, i/transporte a  
vertedero de productos sobrantes de la excavacion.

50,00      16,35      817,50€

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

**D8BT07 MI ZANJA ENTUBADA 3 LBT**

Excavación a máquina de zanja para 2 ternos de LBT, de 0,60 x 1,10 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, cinta de "Atencion al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavacion, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavacion.

90,00 19,12 1720,80€

**D9BT08 MI ZANJA ENTUBADA 4 LBT + 1 LMT**

Excavación a máquina de zanja para 4 ternos de LBT y 1 terno de LMT, de 1,70 x 0,90 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, cinta de "Atencion al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavacion, i/transporte a vertedero de productos

sobrantes de la excavacion.

170,00 19,87 3377,90€

**D10BT09 MI ZANJA ENTUBADA 4 LBT + 2 LMT**

Excavación a máquina de zanja para 4 ternos de LBT y 2 ternos de LMT, de 1,6 x 1,10 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atencion al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavacion, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavacion.

70,00 12,45 871,50€

**D11BT10 MI ZANJA ENTUBADA 1 LBT + 1 LMT**

Excavación a máquina de zanja para 1 terno de LBT y 1 terno de LMT, de 0,35 x 1,10 m, arena de relleno, tubo

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

corrugado de PVC de 160 mm, doble cinta de "Atencion al cable", mano de obra y posterior relleno y compactado con tierra de la excavacion, i/transporte a vertedero de productos sobrantes de la excavacion.

267,00      12,05      3217,35€

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

**D13MT03 MI ZANJA ENTUBADA 2 LMT**

Excavación a máquina de zanja para 2 ternas de LMT de 0,60 x 1,10 m, arena de relleno, tubo corrugado de PVC de 160 mm, placa de protección, 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.

37,00 18,21 673,77€

**D15BT11 UD. UNIDAD DE ARMARIO PARA ALUMBRADO PÚBLICO**

Ud. Unidad de armario exterior de BT para un suministro de alumbrado público, 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 y pernos de anclaje para uso en alumbrado público (Contador a alquilar). ITC-BT 16 y el grado de protección IP 43 e IK 09.

2,00 285,75 571,50€

**D16BT12 UD. CGP-1**

Ud. Unidad de armario exterior de BT para un suministro 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 y pernos de anclaje para uso en alumbrado público (Contador a alquilar). ITC-BT 16 y el grado de protección IP 43 e IK 09.

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela  
delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

85,00      150,00      12750,00€

**D17BT13 UD. CGP-2**

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>

30,00 240,00 7200,00€

**D18BT14 UD. PUESTA A TIERRA NEUTRO**

Ud. Toma de Tierra del neutro desde las caja de seccionamiento formada por pica de acero cobreizado de 1 m de longitud y cable de cobre aislado de 50 mm<sup>2</sup> de 0,6/1 KV, unida al borne del neutro totalmente instalada.

106,00 9,70 1028,40€

**D19BT15 UD. FUSIBLE 200 A**

Fusible de clase gG 200A calibrado para protección líneas de B.T. En cuadro de B.T. De C.T.

4,00 13,00 52,00€

**D20BT16 UD. FUSIBLE 250 A**

Fusible de clase gG 250A calibrado para protección líneas de B.T. En cuadro de B.T. De C.T.

15,00 13,70 205,50€

**D21BT17 UD. FUSIBLE 125 A**

Fusible de clase gG 315 A calibrado para protección líneas de B.T. En cuadro de B.T. De C.T.

1,00 9,25 9,25€

**D22MT05 UD. JUEGOEMPALMES150/150AL**

Realizacion de empalmes con LSMT, existente.

2,00 525,00 1.050,00€

**D23MT06 UD. JUEGO BOTELLAS TERMINALES 150 AL**

Juego de botellas terminales a colocar en celdas de línea para cable HEPRZ1 20 KV AL 150 mm2. Totalmente instalado.

15,00 92,00 1380,00€

**D24CT01 UD. EDIFICIO 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.

5,00 7500,00 37500,00€

**D25CT02 UD. 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.

15,00 2300,00 34500,00€

**D26CT03 UD. 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

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

- Relé de protección: ekorRPT-201A  
Se incluyen el montaje y conexión.

5,00    3800,00    19000,00€

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

<b>D27MT07</b>	<b>UD. Puentes Transformador MT: Cables MT 20 kV</b>			
	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.			
		10,00	463,50	4635,00€
<b>D28CT03</b>	<b>UD. Transformador: Trafo 400 kVA 20 kV</b>			
	Ud. Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro.			
		5,00	9120,00	45600,00€
<b>D29BT16</b>	<b>UD. Cuadros BT-B2 Transformador: Cuadros Baja Tensión</b>			
	Cuadro de BT UNESA, con 5 salidas trifásicas con fusibles correspondientes en bases BTVC, y demás características descritas en la Memoria			
		5,00	2400,00	12000,00€
<b>D30BT17</b>	<b>UD. Puentes BT-B2 Transformador: Puentes BT-B2 Transformador</b>			
	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.			
		15,00	180,00	2700,00€

**D31CT04 UD. TIERRAS EXTERIORES PROT. TRANSFORMACION: ANILLO RECTANGULAR**

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 5.0x3.0 m

5,00 485,80 7287,00€

**D32CT05 UD. TIERRAS EXTERIORES SERV. TRANSFORMACION: PICAS ALINEADAS**

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

5,00 250,50 1252,50€

**D33CT06 UD. TIERRAS INTERIORES PROT. TRANSFORMACION: INSTALACION INTERIOR**

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparataje de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

5,00 115,80 579,00€

<b>D34CT07</b>	<b>UD. TIERRAS INTERIORES SERV. TRANSFORMACION: INSTALACION INTERIOR</b>			
	Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparataje de este edificio, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
		5,00	115,80	579,00€
<b>D35CT08</b>	<b>UD. DEFENSA DE TRANSFORMADOR: PROTECCION FÍSICA TRANSFORMADOR</b>			
	Protección metálica para defensa del transformador			
		5,00	87,50	437,50€
<b>D36CT09</b>	<b>UD. ILUMINACION EDIFICIO DE TRANSFORMACION: EQUIPO DE ILUMINACION</b>			
	Equipo de iluminación compuesto de:			
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.</li><li>• Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.</li></ul>			
		5,00	82,70	413,50€
<b>D37CT10</b>	<b>UD. MANIOBRA DE TRANSFORMACION: EQUIPO DE SEGURIDAD Y MANIOBRA</b>			
	Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:			
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Banquilloaislante</li><li>• Par de guantes de goma</li><li>• Una palanca de accionamiento</li><li>• Cartel de primeros auxilios</li></ul>			

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT

5,00 92,45 462,25€

**D38CT11 UD. EDIFICIO 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.

5,00 7500,00 37500,00€

**D39CT12 UD. TIERRAS EXTERIORES PROT. TRANSFORMACION: ANILLO RECTANGULAR**

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 3.0x3.0 m

5,00 475,20 2376,00€

TOTAL PRESUPUESTO.....419.889,28€

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

El presente presupuesto asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS DIEZ Y NUEVE MIL, OCHOCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTIOCHO CENTIMOS DE EUROS

ISMAEL MOLINA DÍAZ  
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL  
C/ NUEVA DE SAN ANTON, Nº18, 4ªA  
30009,MURCIA TELEF.622243167  
e-mail: ismaelmolinadiaz@hotmail.com

*Proyecto: Línea Subterránea de Baja Tensión para electrificación de 357 viviendas en parcela delimitada por la UPCT.CARTAGENA-MURCIA / Peticionario: Dpto. Ingeniería Eléctrica UPCT*

# 5 - PLANOS