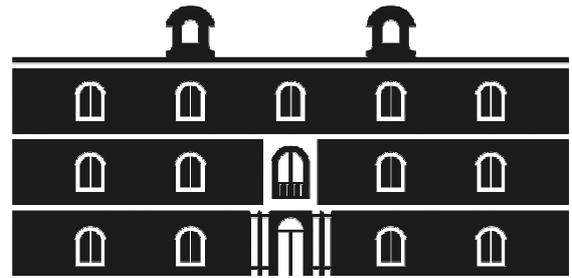


Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Electrificación de Polígono Residencial

Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL
Intensificación: ELECTRICIDAD
Alumno/a: MARIANO SOTOMAYOR
EXPÓSITO
Director/a/s: ALFREDO CONESA TEJERINA

Cartagena, 8 de Octubre de 2013

Índice:

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 SEGURIDAD 2
 - 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. BATERIASDE 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.

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

2.1.5.1.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN L1 Y L2

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

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

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

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

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

2.1.5.6.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIONES 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 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1

2.1.5.7.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIONES 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 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1

2.1.5.8.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIONES 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 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1

2.1.5.9.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIONES 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 DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL FUSIBLE DE PROTECCIÓN L2-CT1

2.1.5.10.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIONES L1 Y L2

2.2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.2.1 PREVISIÓN DE POTENCIA

2.2.2 INTENSIDAD Y DENSIDAD DE CORRIENTE

2.2.3 REACTANCIA

2.2.4 CAÍDA DE TENSIONES

2.2.5 TABLAS DE RESULTADO DE CÁLCULOS

2.2.6 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES 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.

ANEXONº1

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXONº2

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

MEMORIA

1.1. Objeto del Proyecto

Proyecto Final de Carrera para el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UPCT.

El presente proyecto redacta la instalación de 5 centros de transformación de compañía de 400 KVA de potencia cada uno con una acometida a 20 KV para dar una tensión de servicio de 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 97969,71m² 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

Tlf: 968325400

Fax: 968325400

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: 952338973

Fax: 952333763

1.4. Emplazamiento de las Instalaciones

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

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

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

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

1.5. Descripción genérica 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 m², el equipamiento social se le asignará una potencia de 10 W por cada m², al equipamiento educativo se le asignará una potencia de 5 W por cada m² 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 3156,84kW. 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 cual 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 miniblock, 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-2CGP con compartimento para medida en el caso de las viviendas unifamiliares (1CGP por dos viviendas).

Resumen de Potencias:

Parcela 1:

11 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_1 = 11 * 9'2 = 101'2 \text{ KW}$$

Parcela 2:

95 viviendas de Electrificación Básica repartidas en 9 edificios. Los edificios están compuestos por 5 plantas a 2 viviendas por planta, habiendo en 5 de ellos además un ático. Teniendo en cuenta que los consumos mínimos son 3'45 KW, que en cada edificio hay un ascensor que consume 4'2 KW y que hay 3 garajes que consumen cada uno 22'4 KW queda la siguiente potencia:

$$P_2 = 682'3 \text{ KW}$$

Parcela 3:

97 viviendas de Electrificación Básica repartidas en 9 edificios. Los edificios están compuestos por 5 plantas a 2 viviendas por planta, habiendo en 7 de ellos además un ático. Teniendo en cuenta que los consumos mínimos son 3'45 KW, que en cada edificio hay un ascensor que consume 4'2 KW y que hay 3 garajes que consumen cada uno 22'4 KW queda la siguiente potencia:

$$P_3 = 693'8 \text{ KW}$$

Parcela 4:

20 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_4 = 20 * 9'2 = 184 \text{ KW}$$

Parcela 5:

24 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_5 = 24 * 9'2 = 220'8 \text{ KW}$$

Parcela 6A:

17 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_{6A} = 17 * 9'2 = 156'4 \text{ KW}$$

Parcela 6B:

14 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_{6B} = 14 * 9'2 = 128'8 \text{ KW}$$

Parcela 7:

32 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_7 = 32 * 9'2 = 294'4 \text{ KW}$$

Parcela 8:

24 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_8 = 24 * 9'2 = 220'8 \text{ KW}$$

Parcela 9:

23 viviendas de Electrificación Elevada:

$$P_9 = 23 * 9'2 = 211'6 \text{ KW}$$

EE → 81 KW

ES → 39'9 KW

1EL → 21'36 KW

2EL → 23'19 KW

3EL → 11'7 KW

4EL → 12'96 KW

Alumbrado → 40 KW

Potencia Total:

$$P_{viv} = 2894'1 \text{ KW} ; EE + ES = 120'9 \text{ KW} ; EL + Alum = 109'21 \text{ KW}$$

$$S_{CT} = \frac{0'4 * [2894'1 + 109'21] + 0'6 * 120'9}{0'9} = 1415'404 \text{ KVA}$$

$$N^{\circ} \text{ trafos} = \frac{1415'404}{400} = 3'538$$

Utilizaremos 5 CT's para que cumpla la distancia de los Fusibles.

1.6. Legislación 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**, Aparamta 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**, Aparamta 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 ejecución de las instalaciones

El plazo de ejecución previsto para las instalaciones será de 6 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, 7, 8 y 9 (P=319'05 kW)
- Anillo 2, engloba las siguientes CGP: 22, 23, 24, 25 y 108 (P=326 kW)
- Anillo 3, engloba las siguientes CGP: 10, 11, 12 y 13 (P=322'65 kW)
- Anillo 4, engloba las siguientes CGP: 14, 15, 16, 17 y 18 (P=315'86 kW)
- Anillo 5, engloba las siguientes CGP: 19, 20, 21, 26, 27,28 y 29 (P=308'7 kW)
- Anillo 6, engloba las siguientes CGP: 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 (P=331'2 kW)
- Anillo 7, engloba las siguientes CGP: 93, 106, 107, 109, 110, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104 y 105 (P=337'26 kW)
- Anillo 8, engloba las siguientes CGP: 111, 112, 71, 72, 73, 74, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91 y 92 (P=334'3 kW)
- Anillo 9, engloba las siguientes CGP: 65, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 79 y 80 (P=220'8 kW)
- Anillo 10, engloba las siguientes CGP: 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 y 64 (P=308'39 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. Así mismo, 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 formadas 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 mm² por fase activa y 1 conductor de 150 mm² 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>240mm</i>	<i>150</i>	<i>50mm²</i>
Tipo constructivo	Unipolar.	Unipolar.	Unipolar.
Naturaleza	Aluminio.	Aluminio.	Aluminio.
Tensión de servicio	1.000V.	1.000V.	1.000V.
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 mín. curvatura.	135 mm.	85 mm.	55 mm.
I admisible a régimen permanente a 25°C	430A.	330A.	180A.
C. Tensión entre fases	0,30V/AKm.	0,44V/AKm.	1,20V/AKm.

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, 7, 8 y 9):

L rama 1... 38'1 m
 L rama 2... 219'6 m
 Longitud Total anillo 1..... 331'1 m

Anillo 2 (engloba las siguientes CGP: 22, 23, 24, 25 y 108):

L rama 1... 45'6 m
 L rama 2... 97'4 m
 Longitud Total anillo 2..... 154'8 m

Anillo 3 (engloba las siguientes CGP: 10, 11, 12 y 13):

L rama 1... 83'4 m
L rama 2... 133 m
Longitud Total anillo 3..... 229'2 m

Anillo 4 (engloba las siguientes CGP: 14, 15, 16, 17 y 18):

L rama 1... 115'8 m
L rama 2... 54'9 m
Longitud Total anillo 4..... 359'3 m

Anillo 5 (engloba las siguientes CGP: 19, 20, 21, 26, 27,28 y 29):

L rama 1... 100'6 m
L rama 2... 47'6 m
Longitud Total anillo5..... 269'2 m

Anillo 6 (engloba las siguientes CGP: 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47):

L rama 1... 171'1 m
L rama 2... 256 m
Longitud Total anillo 6..... 466 m

Anillo 7 (engloba las siguientes CGP: 93, 106, 107, 109, 110, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104 y 105):

L rama 1... 156'7 m
L rama 2... 246'1 m
Longitud Total anillo 7..... 511 m

Anillo 8 (engloba las siguientes CGP: 111, 112, 71, 72, 73, 74, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91 y 92):

L rama 1... 203'6 m
L rama 2... 214'4 m
Longitud Total anillo 8..... 431'5 m

Anillo 9 (engloba las siguientes CGP: 65, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 79 y 80):

L rama 1... 212'9 m
L rama 2... 228'5 m
Longitud Total anillo 9..... 473'3 m

Anillo 10 (engloba las siguientes CGP: 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 y 64):

L rama 1.....	101'2 m
L rama 2.....	220'9 m
Longitud Total anillo 10.....	398 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 miniblock 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 y 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 discurren por encima de los de alta tensión.

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

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

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

Canalizaciones de agua y gas

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

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2. de la ITC-BT-07

Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

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

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 que de 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. 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 mm² 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. Puntos de entronque y final de línea

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, 20KV, 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. Relación de cruzamientos y paralelismos

No procede.

1.8.3.5. 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 HEPRZ120 KVde240 mm² de sección de aluminio.

1.8.4.1. Conductores

3 Conductores HEPRZ120KV de 240 mm² de sección de aluminio.

Tipo	HEPRZ1
Sección aluminio.	240mm ²
Naturaleza del conductor.	Aluminio
Aislamiento	Etileno Propileno HEPR
Nivel de aislamiento	20kV
Cubierta exterior	Z1
Peso del cable	1570 Kg/Km.
Diámetro conductor	36 mm
Resistenciaa20°C	0.125Ω/Km.
Capacidad	0.417mF/km
Reactancia	0.104Ω/Km.
Intensidad máxima admisible	429A.

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, así mismo, 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 eléctricas de principio y fin de línea

PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

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

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

PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

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

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

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

1.8.5. 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 cubre cables de plástico cuando el número de líneas sea mayor.

Colocación de la cinta de "Atención al cable"

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

1.8.5.2. Directamente enterrados

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

- a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- b) El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces su diámetro.
- c) Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 9.3. Los cables se alojarán en zanjas de 0,8 m de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

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

de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando exista 1 línea, y por un tubo y una placa cubre cables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubre cables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

A continuación se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, de 0,25 m de espesor, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m y 0,30 m de la parte superior del cable se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

En los planos 9.1, 9.2 y en las tablas del anexo, se dan varios tipos de disposición de los cables y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja. El tubo de 160 mm 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 el que existía antes de realizarla 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 mm² de sección y las líneas de 30kV (150, 240 y 400 mm² 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 o 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 mm² de sección y las líneas de 30 kV (150, 240 y 400 mm² 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 15/48MT 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 1m.

- 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 NI52.95.01. 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 1 m 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 0,25 m. 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 NBECPI-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.

1.8.7.1. Características de los materiales

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

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

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 300kg/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 CT1

Longitud: 5260mm

Fondo: 3180mm

Profundidad: 560mm

Dimensiones de la excavación CT2

Longitud: 4300mm

Fondo: 4300mm

Profundidad: 800mm

Dimensiones de la excavación CT3

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

Dimensiones de la excavación CT4

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

Dimensiones de la excavación CT5

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

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 3500Kg/m², 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 la más 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. Tabiquería 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 IP 23. En el caso de las rejillas será IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250kg/m².
- Sobrecarga de viento: 100kg/m² (144km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400kg/m².

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 aparallaje celdas modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF₆).

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:	13465kg

Dimensiones interiores

Longitud:	4280 mm
Fondo:	2200 mm
Altura:	235mm

MiniBLOCK

Dimensiones exteriores

Longitud:	2100 mm
Fondo:	2100 mm
Altura:	2240 mm
Alturavista:	1540 mm
Peso:	7500kg

1.8.8. Instalación Eléctrica

1.8.8.1. Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 KV, nivel de aislamiento según 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. Características de la aparamenta de MT

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

Celdas: CGM cosmos

Las celdas CGM cosmos 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 CGM cosmos 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.

- *Enclavamiento*

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM cosmos 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 CGM cosmos son las siguientes:

Tensión nominal 24 kV

Nivel de aislamiento:

Frecuencia Industrial (1 minuto)

A tierra y entre las fases 50 KV

A la distancia de seccionamiento 60 KV

Impulso tipo rayo

A tierra y entre las 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: CGM cosmos – L Interruptor - seccionador

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

La celda CGM cosmos – 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:	24kV
Intensidad asignada:	400A
Intensidad de corta duración (1s), eficaz:	16 kA
Intensidad de corta duración (1s), cresta:	40kA
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75kV
Capacidad de cierre (cresta):	40kA

Capacidad de corte

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

Características físicas:

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

Otras características constructivas:

Mando interruptor: manual tipo B E/S1,
E/S2, PT1: CGMCOSMOS-2LP

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

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

La celda CGM COSMOS - 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:	24kV
Intensidad asignada:	400A
Intensidad de corta duración (1s), eficaz:	16kA
Intensidad de corta duración (1s), cresta:	40kA

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	28kV
Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	75kV
Capacidad de cierre (cresta):	40kA

Capacidad de corte

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

Características físicas:

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

Otras características constructivas

· Mando interruptor 1:	manual tipoB
· Mando interruptor 2:	manual tipoB
· Mando posición con fusibles:	manual tipoBR
· Intensidad fusibles:	3x25 A

1.8.8.2.2. Celda de protección

Protección Transformadores: CGM cosmos - P Protección fusibles

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

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

Nivel de aislamiento

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

Capacidad de corte

Corriente principalmente activa:	400 ^a
----------------------------------	------------------

Características físicas:

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

Otras características constructivas:

Mando posición con fusibles:	manual tipoBR
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 400KVA aceite 24kV:

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. Características del material vario de alta tensión

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 apartamenta.

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 pasatapas correspondiente.

1.8.8.3.1. Embarrado general

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

1.8.8.3.2. Piezas de conexión

INTERCONEXION DE ALTA TENSION

- Puentes MT Transformador: Cables MT 12/20 kV

Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50Al. 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 1x240Al (Polietileno reticulado y cubierta de PVC) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3 x fase + 2 x neutro.

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 energía eléctrica

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 1.000V, en cuyo caso se establecen tierras unidas.

1.8.10.1. Tierra de protección

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 0,30 x 0,30 m a conectar en dos puntos o puestos 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 mm² 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 mm² 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 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

1.8.11. Cuadro general de BT. 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 apartamiento 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:	440V
Intensidad asignada en los embarrados:	1000A

Nivel de aislamiento

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

- *Características constructivas:*

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

- *Otras características:*

Intensidad asignada en las salidas:	4x400A
-------------------------------------	--------

- *Otras características:*

Intensidad asignada en las salidas:	400A
-------------------------------------	------

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 2 A 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 mm² de 750 V alojado en tubo de PVC grapado sobre la pared.

1.8.12.2. Baterías de condensadores

No se ha previsto la instalación de baterías de condensadores.

1.8.12.3. Protección 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 de limitadores y estructurales será RF -180 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos M 0 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. Ventilación

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 SF₆, 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 aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

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 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 3mm, de un espesor mínimo de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables a instalar. Por encima del cable se colocará otra capa de arena de idénticas características y con unos 0,10 m de espesor, y sobre ésta se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubre cables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubre cables serán las establecidas en las NI-52.95.1. 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.

CABLESBAJOTUBOPARA CRUCES

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm, destinado a este fin.

Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido.

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

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

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

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

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

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

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

Fecha: Cartagena, Octubre de 2.013

Firmado: Mariano Sotomayor Expósito

Ingeniero Técnico Industrial especializado en Electricidad

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 mm² (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

cosφ: 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

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

P = Potencia de la rama

U= Tensión asignada de la línea → 400V

cosφ = factor de corrección de la instalación → 0,9

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

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 ²	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

Descripción 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 ²	
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO		Previsión de 5 W/m ²	
JARDINES		Luminaria Na HP 100 W. cada 30 m ² .	
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:

- 1) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 2) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 3) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 4) 9,2 kW/vivienda x 1 vivienda = 9,2 kW
- 5) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 6) 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:

- 4 edificios con 5 plantas y 2 viviendas por planta
- 5 edificios con 5 plantas, dos viviendas por planta y además 1 vivienda en el bajo.

Todos los edificios disponen de un ascensor que consume 4,2 KW y los consumos mínimos según normativa son 3,45 KW.

Además de las viviendas tenemos 3 garajes, que consumen los mismo (20 W/m^2) y cuya superficie será igual a la de la parcela 2 menos un 10% que ocuparán las rampas de acceso a ellos. Con lo que nos queda que cada garaje consume 22,4kW.

Cada CGP llevará asociada el consumo de un edificio, los consumos generales y el consumo del ascensor. Además, en las CGP's 7, 10 y 13 estarán incluidos los consumos de cada uno de los garajes. Una vez tenemos todas las especificaciones de la previsión de cargas, calculamos las CGPs:

- 7) $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 + 22,4 = 87,55 \text{ kW}$
- 8) $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- 9) $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- 10) $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 + 22,4 = 87,55 \text{ kW}$
- 11) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- 12) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- 13) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 + 22,4 = 93,3 \text{ kW}$
- 14) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- 15) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$

Potencia total de Parcela 2 $\rightarrow P_{T_{Parcela 2}} = 87,55 \times 2 + 65,15 \times 2 + 70,9 \times 4 + 93,3 = 682,3 \text{ kW}$

Parcela 3:

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

- 2 edificios con 5 plantas y 2 viviendas por planta
- 7 edificios con 5 plantas, dos viviendas por planta y además 1 vivienda en el bajo.

Todos los edificios disponen de un ascensor que consume 4,2 KW y los consumos mínimos según normativa son 3,45 KW.

Además de las viviendas tenemos 3 garajes, que consumen los mismo (20 W/m^2) y cuya superficie será igual a la de la parcela 2 menos un 10% que ocuparán las rampas de acceso a ellos. Con lo que nos queda que cada garaje consume 22,4kW.

Cada CGP llevará asociada el consumo de un edificio, los consumos generales y el consumo del ascensor. Además, en las CGP's 17,20 y 23 estarán incluidos los consumos de cada uno de los garajes. Una vez tenemos todas las especificaciones de la previsión de cargas, calculamos las CGPs:

- 17) $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 + 22,4 = 87,55 \text{ kW}$
- 18) $10 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 65,15 \text{ kW}$
- 19) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- 20) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 + 22,4 = 93,3 \text{ kW}$
- 21) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- 22) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- 23) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 + 22,4 = 93,3 \text{ kW}$
- 24) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$
- 25) $11 \times 5,75 + 3,45 + 4,2 = 70,9 \text{ kW}$

Potencia total de Parcela 3 $\rightarrow P_{T_{Parcela\ 3}} = 87,55 + 65,15 + 70,9 \times 5 + 93,3 \times 2 = 693,8 \text{ kW}$

Parcela 4:

- 26) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 27) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 28) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 29) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 30) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 31) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 32) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 33) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 34) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$
- 35) $9,2 \text{ kW/vivienda} \times 2 \text{ viviendas} = 18,4 \text{ kW}$

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

Parcela 5:

- 36) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 37) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 38) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 39) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 40) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 41) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 42) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 43) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 44) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 45) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 46) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 47) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

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

Parcela 6A:

- 48) 9,2 kW/vivienda x 1 vivienda1 = 9,2 kW
- 49) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 50) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 51) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 52) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 53) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 54) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 55) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 56) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

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

Parcela 6B:

- 58) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 59) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 60) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 61) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 62) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 63) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 64) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

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

Parcela 7:

- 65) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 66) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 67) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 68) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 69) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 70) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 71) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 72) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 73) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 74) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 75) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 76) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 77) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 78) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 79) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 80) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

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

Parcela 8:

- 81) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 82) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 83) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 84) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 85) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 86) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 87) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 88) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 89) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 90) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 91) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW
- 92) 9,2 kW/vivienda x 2 viviendas = 18,4 kW

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

Parcela 9:

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

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

Parcela de Equipamiento Social:

Según la descripción la potencia que se tiene en cuenta en el equipamiento social es de 10 W/m². Al ser la superficie del equipamiento social muy grande utilizo dos CGP's, de modo que cada una de las cajas tiene la siguiente potencia:

111) 19,95 kW

112) 19,95 kW

Potencia total de Parcela ES $\rightarrow P_{T_{Parcela\ ES}} = 39,9\ kW$

Parcela de Equipamiento Educativo:

Según la descripción la potencia que se tiene en cuenta en el equipamiento educativo es de 5 W/m². Al ser la superficie del equipamiento educativo muy grande utilizo dos CGP's, de modo que cada una de las cajas tiene la siguiente potencia:

109) 40,5 kW

110) 40,5 kW

Potencia total de Parcela EE $\rightarrow P_{T_{Parcela\ EE}} = 81\ kW$

Jardín 1EL:

Según la descripción, los jardines irán provistos de luminarias Na HP 100W cada 30m².

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.

La potencia en los jardines es de 100 W cada 30 m², de modo que:

$$P_{1EL} = S * \frac{100}{30} * 1,8 = 21,36 kW$$

16) 21,36 kW

Jardín 2EL:

$$P_{2EL} = S * \frac{100}{30} * 1,8 = 23,19 kW$$

57) 23,19 kW

Jardín 3EL:

$$P_{3EL} = S * \frac{100}{30} * 1,8 = 11,7 kW$$

93) 11,7 kW

Jardín 4EL:

$$P_{4EL} = S * \frac{100}{30} * 1,8 = 12,96 kW$$

106) 12,96 kW

Los dos centros de mando del alumbrado de viales irán cada uno a una CGP, la primera estará en el jardín 1EL y la segunda en el jardín 4EL, teniendo cada una de ellas 20 kW:

107) 20kW

108) 20 kW

Cálculo del número de transformadores:

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

$$P_T = 101,2 + 682,3 + 693,8 + 184 + 220,8 + 156,4 + 128,8 + 294,4 + 220,8 + 211,6 + 39,9 + 81 + 21,36 + 23,19 + 11,7 + 12,96 + 40 = 3124,21 \text{ kW}$$

Para tener la potencia en kVA (kilo voltio amperios) deberemos dividir la potencia por el factor de corrección de la instalación ($\cos\phi$)

$$S_T = \frac{P_T}{\cos\phi} = \frac{3124,21}{0,9} = 3471,34 \text{ kVA}$$

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 cual 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

$$n^{\circ} \text{ de trafos} = \frac{S_T \times CS}{S_{TRAFO}} = \frac{[2894,1 + 109,21] \text{ kVA} \times 0,4 + 120,9 \times 0,6}{400 \text{ kVA/trafo}} = 3,538 \rightarrow 4 \text{ trafos}$$

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 minima 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 minima 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)	Coefficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

- Cálculo de la intensidad nominal por rama, teniendo en cuenta los factores de corrección debidos a la temperatura del terreno, resistividad térmica, numero 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 → 400V

cosφ = factor de correccion de la instalación → 0,9

- 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 ²	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1)
ALUMINIO			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
COBRE			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

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

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

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

- 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:

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

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)
- $\operatorname{Cos} \varphi = 0,9 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi = 0,4843$

Tabla 1

Resistencia y reactancia

Sección de fase en mm ²	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 240 mm² 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. Cálculo de los 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, 7, 8 y 9 (P = 319,05 kW)

Anillo 2, engloba las siguientes CGP: 22, 23, 24, 25 y 108 (P = 326 kW)

Anillo 3, engloba las siguientes CGP: 10, 11, 12 y 13 (P = 322,65 kW)

Anillo 4, engloba las siguientes CGP: 14, 15, 16, 17 y 18 (P = 315,86 kW)

Anillo 5, engloba las siguientes CGP: 19, 20, 21, 26, 27, 28 y 29 (P = 308,7 kW)

Anillo 6, engloba las siguientes CGP: 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 (P = 331,2 kW)

Anillo 7, engloba las siguientes CGP: 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109 y 110 (P = 337,26 kW)

Anillo 8, engloba las siguientes CGP: 71, 72, 73, 74, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 111 y 112 (P = 334,3 kW)

Anillo 9, engloba las siguientes CGP: 65, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 79 y 80 (P = 220,8kW)

Anillo 10, engloba las siguientes CGP: 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 y 64 (P = 308,39 kW)

2.1.5.1. Anillo 1

2.1.5.1.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
7	14,5	87,55
8	26,3	65,15
9	38,1	65,15
6	111,5	18,4
5	125,9	18,4
4	169,7	9,2
3	202,6	18,4
2	221,2	18,4
1	235,6	18,4

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 73,74 \text{ m}$$

2.1.5.1.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
7	10 EB + 30,05	159,2
8	10 EB + 7,65	100,4
9	10 EB + 7,65	56,525

$$I = 255,317 \text{ A}; S = 240 \text{ mm}^2; \text{Fusible } 315 \text{ A} \rightarrow l = 195 \text{ m} > 38,1 \text{ m}$$

2.1.5.1.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
1	2EE	84,64
2	2EE	71,76
3	2EE	57,04
4	1EE	42,32
5	2EE	34,96
6	2EE	18,4

$$I = 135,74 \text{ A}; S = 240 \text{ mm}^2; \text{Fusible } 250 \text{ A} \rightarrow l = 260 \text{ m} > 219,6 \text{ m}$$

2.1.5.1.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CTR1-C7	159,2	0,0145	0,23	0,23
C7-C8	100,4	0,0118	0,1176	0,3476
C8-C9	56,525	0,0118	0,0662	0,4138

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CTR1-C1	84,64	0,0955	0,8	0,8
C1-C2	71,76	0,0144	0,1	0,9
C2-C3	57,04	0,0186	0,105	1,005
C3-C4	43,32	0,0329	0,1415	1,1465
C4-C5	34,96	0,0438	0,152	1,2985
C5-C6	18,4	0,0144	0,0263	1,3248

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.2. Anillo 2

2.1.5.2.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
108	11	20
25	33,8	70,9
24	45,6	70,9
23	57,4	93,3
22	69,2	70,9

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 49,42 \text{ m}$$

2.1.5.2.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
108	20	126,15
25	11 EB + 7,65	106,15
24	11 EB + 7,65	60,55

$$I = 202,313 \text{ A} ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 250 \text{ A} \rightarrow l = 165 \text{ m} > 45,6 \text{ m}$$

2.1.5.2.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
22	11EB + 7,65	128,55
23	11EB + 30,05	82,95

$$I = 206,16 A ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 250 A \rightarrow l = 165 \text{ m} > 97,4 \text{ m}$$

2.1.5.2.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CTR1-C108	126,15	0,011	0,21	0,21
C108-C25	106,15	0,0228	0,3665	0,5765
C25-C24	60,66	0,0118	0,1082	0,6847

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CTR1-C22	128,55	0,0856	1,6664	1,6664
C22-C23	82,95	0,0118	0,148	1,8144

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.3. Anillo 3

2.1.5.3.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
13	70,6	93,3
12	83,4	70,9
11	96,2	70,9
10	107,5	87,55

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 89,05 \text{ m}$$

2.1.5.3.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
13	11EB + 30,05	128,55
12	11EB + 7,65	60,55

$$I = 206,16 \text{ A} ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 250 \text{ A} \rightarrow l = 165 \text{ m} > 83,4 \text{ m}$$

2.1.5.3.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
10	10EB + 30,05	125,675
11	11EB + 7,65	60,55

$$I = 201,55 \text{ A}; S = 150 \text{ mm}^2; \text{Fusible } 250 \text{ A} \rightarrow l = 165 \text{ m} > 133 \text{ m}$$

2.1.5.3.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT2-C13	128,55	0,0706	1,3744	1,3744
C13-C12	60,55	0,0128	0,11737	1,49177

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT2-C10	125,675	0,1217	2,3162	2,3162
C10-C11	60,55	0,0113	0,1036	2,42

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.4. Anillo 4

2.1.5.4.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
16	7,4	21,36
17	85,1	87,55
18	115,8	65,15
14	304,4	70,9
15	336,9	70,9

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 191,92 \text{ m}$$

2.1.5.4.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
16	21,36	144,16
17	10 EB + 30,05	122,8
18	10 EB + 7,65	56,525

$$I = 231,2 \text{ A} ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 250 \text{ A} \rightarrow l = 165 \text{ m} > 115,8 \text{ m}$$

2.1.5.4.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
15	11EB + 7,65	106,15
14	11EB + 7,65	60,55

$$I = 170,24 A ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 250 A \rightarrow l = 165 \text{ m} > 54,9 \text{ m}$$

2.1.5.4.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT2-C16	144,16	0,0074	0,161	0,161
C16-C17	122,8	0,0777	1,445	1'6
C17-C18	56,525	0,0307	0,2628	1'87

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT2-C15	106,15	0,0224	0,36	0,36
C15-C14	60,55	0,0325	0,3	0,66

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.5. Anillo 5

2.1.5.5.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
26	63,1	18,4
27	75,6	18,4
28	88,1	18,4
29	100,6	18,4
19	221,6	70,9
20	234,4	93,3
21	247,2	70,9

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 198,029 \text{ m}$$

2.1.5.5.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
26	2EE	64,4
27	2EE	49,68
28	2EE	34,96
29	2EE	18,4

$$I = 103,28 \text{ A}; S = 240 \text{ mm}^2; \text{Fusible } 315 \text{ A} \rightarrow l = 195 \text{ m} > 100,6 \text{ m}$$

2.1.5.5.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
21	11EB + 7,65	167,825
20	11EB + 30,05	128,55
19	11EB + 7,65	60,55

$$I = 269,149 \text{ A}; S = 240 \text{ mm}^2; \text{Fusible } 315 \text{ A} \rightarrow l = 195 \text{ m} > 47,6 \text{ m}$$

2.1.5.5.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT3-C26	64,4	0,0631	0,4035	0,4035
C26-C27	49,68	0,0125	0,062	0,4655
C27-C28	34,96	0,0125	0,043	0,5085
C28-C29	18,4	0,0125	0,023	0,5315

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT3-C21	167,825	0,022	0,367	0,367
C21-C20	128,55	0,0128	0,1634	0,53
C20-C19	60,55	0,0128	0,077	0,61

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.6. Anillo 6

2.1.5.6.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
35	20,4	18,4
34	32,9	18,4
33	45,4	18,4
32	57,9	18,4
31	89,9	18,4
30	103,9	18,4
41	157,1	18,4
42	171,1	18,4
43	210,1	18,4
44	223,1	18,4
45	236,1	18,4
46	249,1	18,4
47	262,1	18,4
36	314,9	18,4
37	327,9	18,4
38	340,9	18,4
39	353,9	18,4
40	366,9	18,4

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 197,98 \text{ m}$$

2.1.5.6.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
35	2EE	115
34	2EE	103,96
33	2EE	91,08
32	2EE	78,2
31	2EE	64,4
30	2EE	49,68
41	2EE	34,96
42	2EE	18,4

$$I = 184,4 A ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 200 A \rightarrow l = 215 m > 171,1 m$$

2.1.5.6.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
40	2EE	136,16
39	2EE	126,04
38	2EE	115
37	2EE	103,96
36	2EE	91,08
47	2EE	78,2
46	2EE	64,4
45	2EE	49,68
44	2EE	34,96
43	2EE	18,4

$$I = 218,37 A ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 160 A \rightarrow l = 285 m > 256 m$$

2.1.5.6.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT3-C35	115	0,0204	0,355	0,355
C35-C34	103,96	0,0125	0,2	0,55
C34-C33	91,08	0,0125	0,17	0,72
C33-C32	78,2	0,0125	0,15	0,872
C32-C31	64,4	0,032	0,312	1,184
C31-C30	49,68	0,014	0,105	1,288
C30-C41	34,96	0,0532	0,28	1,571
C41-C42	18,4	0,014	0,04	1,61

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT3-C40	136,16	0,0992	2,045	2,045
C40-C39	126,04	0,013	0,248	2,293
C39-C38	115	0,013	0,226	2,519
C38-C37	103,96	0,013	0,205	2,724
C37-C36	91,08	0,013	0,18	2,904
C36-C47	78,2	0,0528	0,625	3,529
C47-C46	64,4	0,013	0,127	3,656
C46-C45	49,68	0,013	0,098	3,754
C45-C44	34,96	0,013	0,069	3,823
C44-C43	18,4	0,013	0,036	3,859

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.7. Anillo 7

2.1.5.7.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
106	6,3	12,96
107	13,1	20
110	54,9	40,5
109	156,7	40,5
94	264,9	18,4
95	276,5	18,4
96	287,9	18,4
97	314,3	9,2
98	324,3	18,4
99	335,7	18,4
100	347,1	18,4
101	380,6	18,4
102	393,6	18,4
103	405	18,4
104	416,4	18,4
105	427,8	18,4
93	470,6	11,7

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 261,908 \text{ m}$$

2.1.5.7.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
106	12,96	113,96
107	20	101
110	40,5	81
109	40,5	40,5

$$I = 182,763 \text{ A} ; S = 240 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 315 \text{ A} \rightarrow l = 195 \text{ m} > 156,7 \text{ m}$$

2.1.5.7.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
93	11,7	161,66
105	2EE	149,96
104	2EE	140,76
103	2EE	131,56
102	2EE	120,52
101	2EE	109,48
100	2EE	97,52
99	2EE	84,64
98	2EE	71,76
97	1EE	57,04
96	2EE	42,32
95	2EE	34,96
94	2EE	18,4

$$I = 259,262 \text{ A} ; S = 240 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 200 \text{ A} \rightarrow l = 345 \text{ m} > 246,1 \text{ m}$$

2.1.5.7.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT4-C106	113,96	0,0063	0,0713	0,07
C106-C107	101	0,0068	0,068	0,14
C107-C110	81	0,0418	0,3362	0,47
C110-C109	40,5	0,1018	0,41	0,885

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT4-C93	161,66	0,0404	0,65	0,6485
C93-C105	149,96	0,0428	0,64	1,28
C105-C104	140,76	0,0114	0,16	1,44
C104-C103	131,56	0,0114	0,15	1,59
C103-C102	120,52	0,0114	0,136	1,73
C102-C101	109,48	0,013	0,14	1,87
C101-C100	97,52	0,0335	0,3244	2,19
C100-C99	84,64	0,0114	0,096	2,29
C99-C98	71,76	0,0114	0,081	2,37
C98-C97	57,04	0,01	0,057	2,43
C97-C96	42,32	0,0264	0,111	2,54
C96-C95	34,96	0,0115	0,04	2,58
C95-C94	18,4	0,0115	0,021	2,602

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.8. Anillo 8

2.1.5.8.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
111	28,4	19,95
112	55,2	19,95
74	98,5	18,4
73	132,9	18,4
72	145,7	18,4
71	158,5	18,4
88	176,6	18,4
89	190,1	18,4
90	203,6	18,4
91	217,1	18,4
92	230,6	18,4
81	264,3	18,4
82	295,4	18,4
83	308,9	18,4
84	322,4	18,4
85	335,9	18,4
86	349,4	18,4
87	380,5	18,4

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 214,715 \text{ m}$$

2.1.5.8.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
111	19,95	143,86
112	19,95	123,91
74	2EE	103,96
73	2EE	91,08
72	2EE	78,2
71	2EE	64,4
88	2EE	49,68
89	2EE	34,96
90	2EE	18,4

$$I = 230,715 \text{ A} ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 160 \text{ A} \rightarrow l = 285 \text{ m} > 203,6 \text{ m}$$

2.1.5.8.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
87	2EE	126,04
86	2EE	115
85	2EE	103,96
84	2EE	91,08
83	2EE	78,2
82	2EE	64,4
81	2EE	49,68
92	2EE	34,96
91	2EE	18,4

$$I = 202,137 \text{ A} ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 160 \text{ A} \rightarrow l = 285 \text{ m} > 214,4 \text{ m}$$

2.1.5.8.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT4-C111	143,86	0,0284	0,62	0,62
C111-C112	123,91	0,0268	0,5	1,1217
C112-C74	103,96	0,0433	0,68	1,8
C74-C73	91,08	0,0344	0,474	2,1779
C73-C72	78,2	0,0128	0,1516	2,43
C72-C71	64,4	0,0128	0,125	2,55
C71-C88	49,68	0,0181	0,136	2,69
C88-C89	34,96	0,0135	0,07	2,762
C89-C90	18,4	0,0135	0,0376	2,8

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT4-C87	126,04	0,051	0,9734	0,9734
C87-C86	115	0,0311	0,542	1,515
C86-C85	103,96	0,0135	0,1225	1,73
C85-C84	91,08	0,0135	0,186	1,914
C84-C83	78,2	0,0135	0,16	2,074
C83-C82	64,4	0,0135	0,132	2,206
C82-C81	49,68	0,0311	0,234	2,44
C81-C92	34,96	0,0337	0,178	2,62
C92-C91	18,4	0,0135	0,0376	2,6557

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.9. Anillo 9

2.1.5.9.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
75	148,9	18,4
76	161,7	18,4
77	174,5	18,4
78	187,3	18,4
79	200,1	18,4
80	212,9	18,4
65	244,8	18,4
66	257,3	18,4
67	287,5	18,4
68	300,3	18,4
69	313,1	18,4
70	325,9	18,4

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 234,525 \text{ m}$$

2.1.5.9.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
75	2EE	91,08
76	2EE	78,2
77	2EE	64,4
78	2EE	49,68
79	2EE	34,96
80	2EE	18,4

$$I = 146,07 \text{ A}; S = 150 \text{ mm}^2; \text{Fusible } 160 \text{ A} \rightarrow l = 285 \text{ m} > 212,9 \text{ m}$$

2.1.5.9.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
70	2EE	91,08
69	2EE	78,2
68	2EE	64,4
67	2EE	49,68
66	2EE	34,96
65	2EE	18,4

$$I = 146,07 \text{ A}; S = 150 \text{ mm}^2; \text{Fusible } 160 \text{ A} \rightarrow l = 285 \text{ m} > 228,5 \text{ m}$$

2.1.5.9.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT5-C75	91,08	0,1489	2,054	2,054
C75-C76	78,2	0,0128	0,152	2,206
C76-C77	64,4	0,0128	0,125	2,33
C77-C78	49,68	0,0128	0,096	2,427
C78-C79	34,96	0,0128	0,068	2,5
C79-C80	18,4	0,0128	0,036	2,531

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT5-C70	91,08	0,1474	2,033	2,033
C70-C69	78,2	0,0128	0,152	2,185
C69-C68	64,4	0,0128	0,125	2,31
C68-C67	49,68	0,0128	0,096	2,406
C67-C66	34,96	0,0302	0,16	2,566
C66-C65	18,4	0,0125	0,035	2,6

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.1.5.10. Anillo 10

2.1.5.10.1. Determinación del punto de mínima tensión

CGP	Distancia al CT (m)	Potencia (kW)
57	1,1	23,19
58	31,6	18,4
59	43,2	18,4
60	54,8	18,4
61	66,4	18,4
62	78	18,4
63	89,6	18,4
64	101,2	18,4
56	177,1	18,4
55	188,7	18,4
54	200,3	18,4
53	211,9	18,4
52	223,5	18,4
51	235,1	18,4
50	246,7	18,4
49	258,3	18,4
48	270,8	9,2

Utilizando la expresión explicada anteriormente queda:

$$pmt = 139,805 \text{ m}$$

2.1.5.10.2. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 1

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
57	23,19	127,15
58	2EE	103,96
59	2EE	91,08
60	2EE	78,2
61	2EE	64,4
62	2EE	49,68
63	2EE	34,96
64	2EE	18,4

$$I = 203,917 A ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 250 A \rightarrow l = 165 \text{ m} > 101,2 \text{ m}$$

2.1.5.10.3. Determinación de la sección del conductor y del fusible de protección en la rama 2

Para el cálculo de la sección del conductor utilizaremos los coeficientes de simultaneidad, y con ellos calcularemos la potencia en cada tramo y la intensidad de corriente, con la que determinaremos la sección del cable. En función de la sección escogida seleccionaremos el fusible que cubra la distancia inmediatamente superior a la de la rama en cuestión.

CGP	Carga	Potencia (kW)
48	1EE	120,52
49	2EE	115
50	2EE	103,96
51	2EE	91,08
52	2EE	78,2
53	2EE	64,4
54	2EE	49,68
55	2EE	34,96
56	2EE	18,4

$$I = 193,284 A ; S = 150 \text{ mm}^2 ; \text{Fusible } 160 A \rightarrow l = 285 \text{ m} > 220,9 \text{ m}$$

2.1.5.10.4. Cálculo de la caída de tensión L1 y L2

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT5-C57	127,15	0,0011	0,0212	0,0212
C57-C58	103,96	0,0305	0,48	0,5012
C58-C59	91,08	0,0116	0,16	0,6612
C59-C60	78,2	0,0116	0,137	0,8
C60-C61	64,4	0,0116	0,113	0,9112
C61-C62	49,68	0,0116	0,087	0,9982
C62-C63	34,96	0,0116	0,0614	1,06
C63-C64	18,4	0,0116	0,0323	1,092

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

Tramo	Potencia (kW)	Longitud (km)	%U	%U acumulado
CT5-C48	120,52	0,1272	2,32156	2,32156
C48-C49	115	0,0125	0,218	2,54
C49-C50	103,96	0,0116	0,183	2,72
C50-C51	91,08	0,0116	0,16	2,88
C51-C52	78,2	0,0116	0,137	3,02
C52-C53	64,4	0,0116	0,113	3,13
C53-C54	49,68	0,0116	0,087	3,22
C54-C55	34,96	0,0116	0,0614	3,281
C55-C56	18,4	0,0116	0,0323	3,31326

Como %U acumulado es menor de 5% la sección es válida por el criterio de caída de tensión.

2.2. Cálculos eléctricos MT

La red de media tensión, discurrirá desde la parcela 1 (punto de acometida) hasta el CT1, desde el cual, 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. Cálculo de acometida desde punto de entronque hasta CTR1

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).

2.2.2. Intensidad y densidad 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^2 . MT 2.03.20 (04-03) pág. (26-55)

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:

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

2.2.3. Reactancia

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

2.2.4. Caída de tensión

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

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

Donde:

ΔU = Caída de tensión en voltios.

I = Intensidad en amperios.

L = Longitud de la línea en Km.

R = Resistencia del conductor en Ω/Km .

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/Km .

Para el conductor que nos ocupa, tenemos:

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

$R = 0,277 \Omega/\text{Km}$

$X = 0,112 \Omega/\text{Km}$

$\cos \varphi = 0,9$
 $\sin \varphi = 0,44$

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

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

$X=0,08955 < 5\%$ por lo tanto válido

2.3. Cálculo de sección desde CTR1 hasta abonado

2.3.1. Previsión de potencia

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

2.3.2. Intensidad y densidad 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.

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

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

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

Comprobamos:

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

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

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:

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

2.3.3. Reactancia

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

2.3.4. Caída de tensión

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

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

Donde:

ΔU = Caída de tensión en voltios.

I = Intensidad en amperios.

L = Longitud de la línea en Km.

R = Resistencia del conductor en Ω / Km .

X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω / Km .

Para el conductor que nos ocupa, tenemos:

$L = 0,602 \text{ Km}$.

$R = 0,277 \Omega / \text{Km}$

$X = 0,112 \Omega / \text{Km}$

$$\cos \varphi = 0,9$$

$$\sin \varphi = 0,44$$

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

$$20.000V \rightarrow 100\%$$

$$3,59V \rightarrow X$$

X=0,01795 < 5% por lo tanto válido

2.4. Cálculo de anillo de MT

CALCULO DE ANILLO DE MT DESDE CTR

Punto de mínima 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

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

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

$$I = 57,7350269$$

6 ternas de cables distantes 0,4m 25mm²

I	K	I tablas	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 150mm².

150mm²

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

Valido

Comprobación por cortocircuito

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

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

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

$$K = 126$$

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

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

Comprobación por caída de tensión

R= 0,277Ω/km (150mm²)
 X= 0,112 Ω/km (150mm²)

Tendremos que realizar el anillo de MT

I _{ct1} =	11,5470054	∠-25,84			polar
I _{ct1} =	10,386		-5,03 j		binómica
I _{ct2} =	11,5470054	∠-25,84			polar
I _{ct2} =	10,386		-5,03 j		binómica
I _{ct3} =	11,5470054	∠-25,84			polar
I _{ct3} =	10,386		-5,03 j		binómica
I _{ct4} =	11,5470054	∠-25,84			polar
I _{ct4} =	10,386		-5,03 j		binómica
I _{ct5} =	11,5470054	∠-25,84			polar
I _{ct5} =	10,386		-5,03 j		binómica

Z ₁₋₂ =	0,075898	0,030688 j	Ω	-->	0,08186733	∠ 22,015	Ω
Z ₁₋₃ =	0,114955	0,04648 j	Ω	-->	0,123996139	∠ 22,015	Ω
Z ₁₋₄ =	0,168416	0,068096 j	Ω	-->	0,181661813	∠ 22,015	Ω
Z ₁₋₅ =	0,244037	0,098672 j	Ω	-->	0,263230357	∠ 22,015	Ω
Z ₁₋₁ =	0,288357	0,116592 j	Ω	-->	0,311036097	∠ 22,015	Ω

$$I_y = \frac{\sum(Z \cdot I_i)}{\sum Z} = \frac{I \cdot (Z_{1-2} + Z_{1-3} + Z_{1-4} + Z_{1-5})}{Z_{1-1}}$$

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+1x150mm² y el fusible de 250A que nos cubrirá una longitud de 247 m > 201 m

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

I _y =	24,1588643	∠-25,84	-->	21,7433	-10,53 j
∑i =	41,52		-->	-20,42 j	

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

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

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

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

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

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

Impedancias por tramos

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

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot [(22,111_{\angle -25,57} \cdot 0,0818_{\angle 22,015}) + (10,58_{\angle -27,35} \cdot 0,0421_{\angle 22,015})] = 3,904_{\angle -4,7}$$

$$\Delta U (\%) = 0,01952 < 5\% \quad \text{valido}$$

Tramo CT1 CT2

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

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

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

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

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

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

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

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

Resumen:

Anillo	Rama	Cable	K _t	I _{max-conduc.}	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

2.2.6. 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. Cálculo del transformador de reparto

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 20kV.

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

$$* I_p = 11,5^a$$

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

$$* I_s = 549,9A.$$

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 Al	250A	187 m
	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:

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

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 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:

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

2.3.1.6. 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 50mm² 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 $350 \Omega \cdot m$.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

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 [Ω]
- X_n = Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω]
- $I_{d \max \text{ cal.}}$ 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 $R_o = 350 \Omega \cdot \text{m}$
- 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 (Ω)
- 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 (Ω)
- R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)
- X_n = reactancia de puesta a tierra del neutro (Ω)
- 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.

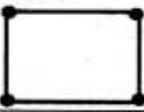
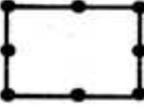
Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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

Siendo:

- R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)
- R_0 =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 ²

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 [Ω]
- 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:

$$V_p = K_p \cdot R_0 \cdot I'_d \rightarrow V_p = 0,0244 \cdot 350 \cdot 259,79 = 2218,6 \text{ V (en el CT)}$$

Siendo:

- K_p = coeficiente
- R_0 = resistividad del terreno en [$\Omega \cdot \text{m}$]
- 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 [350Ω]
- R'_o = resistividad del hormigón en [3000Ω]
- 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:

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

Intensidad de defecto:

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

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:

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

Siendo:

- R_o = resistividad del terreno en [$\Omega \cdot \text{m}$]
- I'_d = intensidad de defecto [A]
- D = distancia mínima de separación [m]

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

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

IDENTIFICACIÓN	8/42
GEOMETRÍA	Picas alineadas
NÚMERO DE PICAS	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.

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

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Corrección y ajuste del diseño inicial.

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo al Método de Cálculo de Tierras, con valores de "K_r" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

2.3.2. Cálculo del transformador miniBLOK

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_p=tensión primaria de alimentación(20kV)
- I_p=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 solicitud 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 solicitud 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 50mm² 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 [Ω]
- X_n = Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω]
- $I_{d \text{ máx. cal.}}$ 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 $R_0 = 350 \Omega \cdot m$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \Omega$

La resistencia máx. de la puesta a tierra de protección y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \rightarrow 230,94 \cdot 43,3 \leq 10000$$

Siendo:

- I_d = intensidad de falta a tierra (A)
- R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)
- 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 (Ω)
- R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)
- X_n = reactancia de puesta a tierra del neutro (Ω)
- 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.

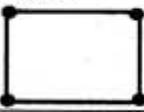
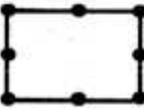
Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

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

Siendo:

- R_t = resistencia total de puesta a tierra (Ω)
- R_0 = 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 $K_c = K_p(acc)$	COODIGO 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 ²

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 [Ω]
- 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 [350Ω]
- R'_o = resistividad del hormigón en [3000Ω]
- V_p = tensión admisible de paso en el exterior [V]

Tensión de paso en el exterior:

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

La tensión de paso en el acceso al edificio:

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

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:

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

Tensión de defecto:

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

Intensidad de defecto:

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

Tensiones transferidas al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

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

Siendo:

- R_0 =resistividad del terreno en [$\Omega \cdot \text{m}$]
- I'_d = intensidad de defecto [A]
- D = distancia mínima de separación [m]

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

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

IDENTIFICACIÓN	8/42
GEOMETRÍA	Picas alineadas
NÚMERO DE PICAS	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 Ω .

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

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo al Método de Cálculo de Tierras, con valores de "K_r" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

Pliego de Condiciones

3.1. Condiciones generales

3.1.1. Alcance

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica de la red de Media y Baja Tensión, además de la instalación de los Centros de Transformación.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición de la instalación del trabajo.

3.1.2. 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.

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.

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.

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

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

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso o subasta.

3.1.12.2. 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.

3.1.12.3. 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

3.1.14.1. Precios

El Contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

3.1.14.2. 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.

3.1.14.3. 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.

3.1.14.4. 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.

3.1.14.5. Responsabilidades

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto y el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El Contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

3.1.14.6. 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.

3.1.14.7. Liquidación

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

3.1.15. 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

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 mm²
- 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:

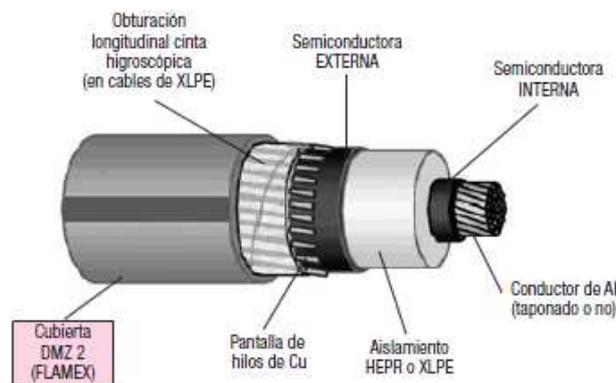
- Las secciones de 150 mm² y 240 mm² se utilizarán en la red subterránea de distribución en BT y en los puentes de unión de los transformadores de potencia con sus correspondientes cuadros de distribución de BT.
- La sección de 95 mm², se utilizará como neutro de la sección de 150 mm² línea de derivación de la red general y acometidas.
- La sección de 50 mm², solo se utilizará como neutro de la sección de 95 mm² 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 ²	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 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/mm². 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.

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)
RV 0,6/1 kV 4-50 Al	160
RV 0,6/1 kV 3-95 + 1-50 Al	200
RV 0,6/1 kV 3-150 + 1-95 Al	250
RV 0,6/1 kV 3-240 + 1-150 Al	315

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en el siguiente cuadro en metros.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4-50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3-95 + 1-50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3-150 + 1-95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3-240 + 1-150 Al		605	455	345	260	195
	Longitudes en (m)					

- (1) Calculadas con una impedancia a 90°C del conductor de fase y neutro.
- (2) NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de BT del centro de transformación.

Señalización:

Todo conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, de acuerdo con la RU 0205, colocada a 40 cm aproximadamente, por encima de la placa de protección. Cuando en la misma zanja existan líneas de tensión diferente (Baja y Media Tensión), en diferentes planos verticales, debe colocarse dicha cinta encima de la conducción superior.

Empalmes y terminales:

Para la confección de empalmes y terminales se seguirán los procedimientos establecidos por el fabricante y homologados por las empresas.

El técnico supervisor conocerá y dispondrá de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme o terminación.

En concreto se revisarán las dimensiones del pelado de cubierta, utilización de manguitos o terminales adecuados y su engaste con el utillaje necesario, limpieza y reconstrucción del aislamiento. Los empalmes se identificarán con el nombre del operario y sólo se utilizarán los materiales homologados.

La reconstrucción del aislamiento deberá efectuarse con las manos bien limpias, depositando los materiales que componen el empalme sobre una lona limpia y seca. El montaje deberá efectuarse ininterrumpidamente.

Los empalmes unipolares se efectuarán escalonados, por lo tanto deberán cortarse los cables con distancias a partir de sus extremos de 50 mm, aproximadamente.

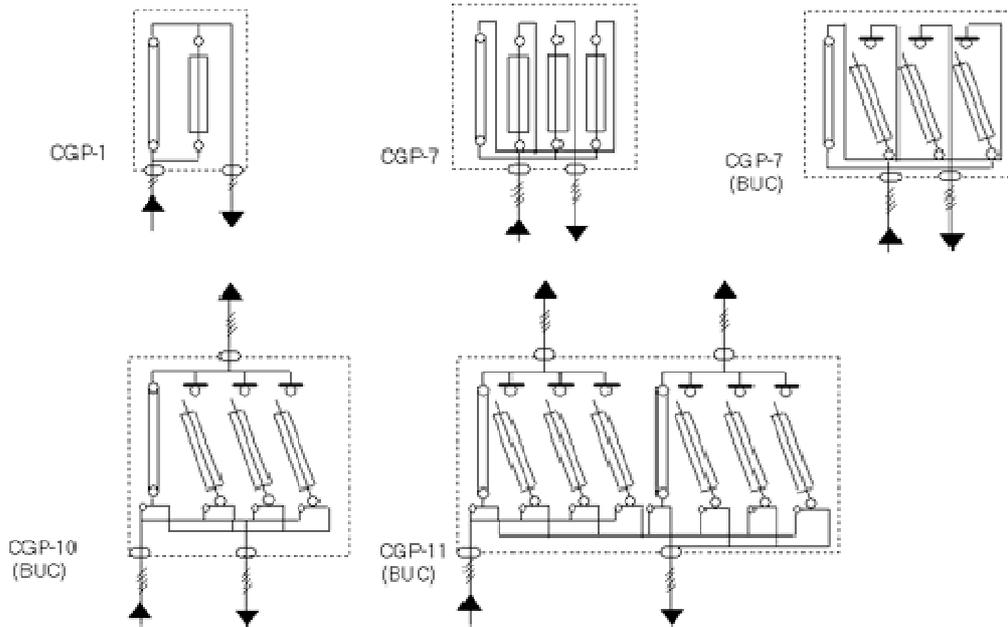
En el supuesto que el empalme requiera una protección mecánica, se efectuará el procedimiento de confección adecuado, utilizando además la caja de poliéster indicada para cada caso.

Más instrucciones y catálogo del conductor en el **Anexo 1 "Cable subterráneo de Baja Tensión"**.

Cajas Generales de Protección (CGP):

Son cajas destinadas a alojar los elementos de protección de las líneas repartidoras y señalización del principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Las cajas generales de protección se colocarán empotradas en las fachadas de los edificios. Se utilizarán las correspondientes al siguiente esquema eléctrico.



En la siguiente tabla se indican las CGP normalizadas, número y tamaño de los cortacircuitos fusibles que usa Iberdrola en sus instalaciones.

Designación	Cortacircuitos fusibles			Utilización	Códigos
	Bases		Fusibles		
	Número	Tamaño	I máx.		
CGP-1-100	1	22x58	80*	Ext.	7650003
CGP-7-100	3	22x58	80*	Ext.	7650007
CGP-7-160	3	0	160	Ext.	7650008
CGP-7-250/BUC**	3	1 (BUC)	250	Ext.óInt.	7650010
CGP-7-400/BUC**	3	2 (BUC)	400	Ext.óInt.	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 mm².
- Complemento: puerta metálica referencia 931.132-IB.
- Esquema 10/BUC.

Ni 76.50.04 Cajas de Seccionamiento con bases fusibles, tipo cuchillas, con dispositivo extintor de arco, para redes subterráneas de Baja Tensión.

Designación	Intensidad		Tensión	Fusibles			Código
	A			Base		Cartucho	
	Asignada	De paso		Número	Tamaño		
CS 250/400 E	250			3	1	250	7650140
CS 400/400 E	400			3	2	400	7650141
CS 250/400 EM	250	400	440	3	1	250	7650142
CS 400/400 EM	400			3	2	400	7650143
CS 250/400 S	250			3	1	250	7650144
CS 400/400 S	400			3	2	400	7650145
Tejadillo para caja CS							7650146

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:

- Envolvente 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 envolventes empotrables e IP55 en envolventes de intemperie, según UNE 20 324.
- 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

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 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 \varnothing que se instalará como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de BT. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Y por último se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y tierras de préstamo, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de 160 mm \varnothing , aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm \varnothing , destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

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

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

3.2.2. 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.

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 rellenado y compactado.

Antes de poner el aparellaje bajo tensión, se medirá la resistencia de aislamiento de cada embarrado entre fases y entre fases y tierra. Las medidas deben repetirse con los interruptores en posición de funcionamiento y contactos abiertos.

Todo relé de protección que sea ajustable será calibrado y ensayado, usando contador de ciclos, caja de carga, amperímetro y voltímetro, según se necesite.

Se dispondrá en lo posible, de un sistema de protección selectiva. De acuerdo con esto, los relés de protección se elegirán y coordinarán para conseguir un sistema que permita actuar primero el dispositivo de interrupción más próximo a la falta.

El Contratista preparará curvas de coordinación de relés y calibrado de éstos para todos los sistemas de protección previstos.

Se comprobarán los circuitos secundarios de los transformadores de intensidad y tensión aplicando corrientes o tensión a los arrollamientos secundarios de los transformadores y comprobando que los instrumentos conectados a estos secundarios funcionan.

Todos los interruptores automáticos se colocarán en posición de prueba y cada interruptor será cerrado y disparado desde su interruptor de control. Los interruptores deben ser disparados por accionamiento manual y aplicando corriente a los relés de protección. Se comprobarán todos los enclavamientos.

3.2.4. 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.

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.

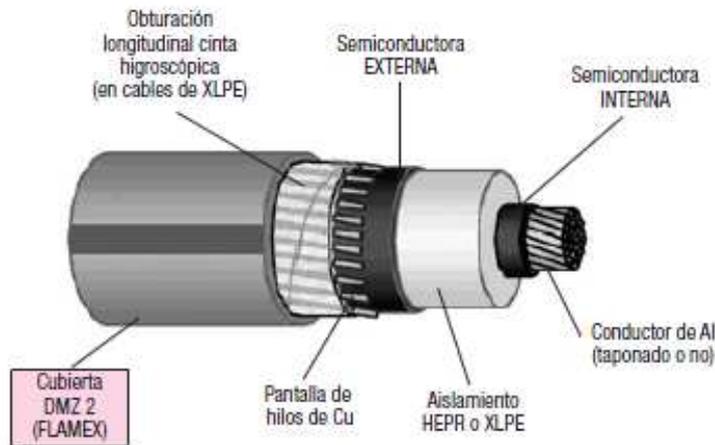
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

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 mm²”.

La constitución del conductor será la representada en la siguiente figura:



El conductor estará constituido por un elemento circular compacto de clase 2 según la norma UNE 21 022, de aluminio.

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, mediante el proceso denominado “triple extrusión”, éste será una mezcla a base etileno propileno de alto módulo (HEPR).

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductora extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte no metálica asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará formada por una de mezcla semiconductora extruida, separable en frío, de espesor medio mínimo de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres de Cu dispuestos en hélice a paso largo y una cinta de Cu, de una sección de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro sobre la corona de alambres.

La cubierta exterior estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) de color rojo.

Para la protección del medio ambiente el material de cubierta exterior del cable no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil.

Los conductores llevarán inscritas sobre la cubierta de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante y/o marca registrada.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Tendido de los cables:

Manejo y preparación de las bobinas:

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido. En el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubo, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Tendido de cables en zanja:

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc... y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los obreros estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso, el esfuerzo

no será superior a 5 kg/mm² para cables unipolares con conductores de cobre. En el caso de aluminio debe reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido será obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena de mina o de río lavada, limpia y suelta en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de unos 10 cm de espesor de idénticas características que las anteriores.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de media tensión discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc..., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y

medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos, al ir separados sus ejes 20 cm mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos Centros de Transformación.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase con una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicando fase 1, fase 2 y fase 3, utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de media tensión tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

Tendido de cables en tubulares:

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un obrero en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc..., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

Empalmes:

Se realizarán los correspondientes empalmes indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar huecos. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta 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 rebasa 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.

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, 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 \varnothing que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm \varnothing , según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

A continuación se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-200 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para los cruzamientos la zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm \varnothing aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,8 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el caso anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará hormigón H-200, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de H-200 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

3.3.2. 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.

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. Calidad de los materiales

3.4.1.1. Obra civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

3.4.1.2. 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 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 armadura interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

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 terminada 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-RAT02.

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.

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.

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)
- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril))
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de técnico de riesgos laborales.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC LAT 01 a 09.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Junto a las anteriores, que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, debe considerarse un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos. Entre ellas, cabe citar las siguientes:
 - Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 09-03-71, B.O.E. 16-03-71; vigente el capítulo 6 del título II)
 - Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, B.O.E. 09-09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.2.
 - Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. 28-12-92)
 - Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02-11-89)
 - Orden de 31 de octubre de 1984, (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) por la que se aprueba el Reglamento sobre trabajos con riesgo por amianto.
 - Convenio Colectivo Provincial de la Construcción
 - Además, han de considerarse otras normas de carácter preventivo con origen en otros Departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, y con diferente carácter de aplicabilidad, ya como normas propiamente dichas, ya como referencias técnicas de interés, a saber:
 - Ley de Industria (Ley 21/1992, de 16 de julio, B.O.E. 26-07-92)
 - Real Decreto 474/1.988, de 30 de marzo, por el que se establecen las disposiciones de aplicación de la Directiva 84/528/CEE, sobre aparatos elevadores y manejo mecánico (B.O.E. 20-05-88)
 - Real Decreto 1495/1.986, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. 21-07-86) y Reales Decretos 590/1.989 (B.O.E. 03-06-89) y 830/1.991 (B.O.E. 31-05-91) de modificación del primero.
 - O.M. de 07-04-88, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Reglamentaria MSG-SM1, del Reglamento de Seguridad de las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección usados (B.O.E. 15-04-88).

- Real Decreto 1435/1.992, sobre disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de legislaciones de los estados miembros sobre Máquinas (B.O.E. 11-12-92).
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, que modifica el anterior 1435/1992.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (B.O.E. 11-12-85) e instrucciones técnicas complementarias. en lo que pueda quedar vigente.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002 e Instrucciones técnicas complementarias
- Decreto 3115/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (B.O.E. 27-12-68)
- Real Decreto 245/1.989 sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra (B.O.E. 11-03-89) y Real Decreto 71/1.992, por el que se amplía el ámbito de aplicación del anterior, así como Órdenes de desarrollo.
- Real Decreto 2114/1.978, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (B.O.E. 07-09-78).
- Real Decreto 1389/1.997, por el que se establecen disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (B.O.E. 07-10-97).
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Fomento, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes.
- Normas de determinadas Comunidades Autónomas, vigentes en las obras en su territorio, que pueden servir de referencia para las obras realizadas en los territorios de otras comunidades. Destacan las relativas a los Andamios tubulares (p.ej.: Orden 2988/1988, de 30 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid), a las Grúas (p.ej.: Orden 2243/1997, sobre grúas torre desmontables, de 28 de julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid y Orden 7881/1988, de la misma, sobre el carné de Operador de grúas y normas complementarias por Orden 7219/1999, de 11 de octubre), etc.

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 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.

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 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.

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 construidos con pórticos de madera, con pies derechos y dinteles de tablonos embridados, o metálicos a base de tubos y perfiles y con cubierta cuajada de tablonos o de chapa de suficiente resistencia ante los impactos de los objetos de caída previsible sobre los mismos. Podrán disponerse elementos amortiguadores sobre la cubierta de estos pasillos.

Las redes perimetrales de seguridad con pescantes de tipo horca serán de poliamida.

Las redes de bandeja o recogida se situarán en un nivel inferior, pero próximo al de trabajo, con altura de caída sobre la misma siempre inferior a 6 metros.

Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento. La resistencia global de referencia de las barandillas queda cifrada en 150 Kg./m., como mínimo.

Los cables de sujeción de cinturones y arneses de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada. Estarán, en todo caso, anclados en puntos fijos de la obra ya construida (esperas de armadura, argollas empotradas, pernos, etc.) o de estructuras auxiliares, como pórticos que pueda ser preciso disponer al efecto.

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm. y, cuando se sitúen a más de 2,00 m. del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm. de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquélla que garantice una tensión máxima de 24 V., de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte omnipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.

Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m. sobre el suelo y estarán adecuadamente señalizados.

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y 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.

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 de los agentes intervinientes

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma ó entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.
- En las obras de edificación sujetas la licencia urbanística la legislación autonómica podrá imponer al promotor (productor de residuos) la obligación de constituir una fianza, o garantía financiera equivalente, que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, cuyo importe se basará en el capítulo específico de gestión de residuos del presupuesto de la obra.
- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente de aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.

3.6.2. 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.
- 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 señalarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra. Cuando por falta de espacio físico no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación de separación.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma

visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.

- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas o Gestores de Residuos.

3.6.5. 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 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.

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Electrificación polígono residencial

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Electrificación Polígono Residencial									
1.1	m Cable BT 240 mm^2						3.326,10	25,47	84.715,77
1.2	m Cable BT 150 mm^2						10.350,00	19,75	204.412,50
1.3	m Cable MT 150 mm^2						6.420,00	22,46	144.193,20
1.4	m Cable BT 95 mm^2						3.450,00	19,75	68.137,50
1.5	m Zanja entubada						3.100,00	15,00	46.500,00
1.6	ud Unidades para armario público						2,00	280,00	560,00
1.7	ud Caja General de Protección						112,00	368,00	41.216,00
1.9	ud Fusible 315 A						4,00	15,00	60,00
1.10	ud Fusible 250 A						8,00	13,70	109,60
1.11	ud Fusible 200 A						2,00	13,00	26,00
1.12	ud Fusible 160 A						6,00	9,80	58,80
1.13	ud Centro de transformación PFU5/20						1,00	7.500,00	7.500,00
1.14	ud Centro de transformación miniBLOK						4,00	9.000,00	36.000,00
1.15	ud Protección CGMcosmos P24						20,00	2.300,00	46.000,00
1.16	ud Puentes transformador MT						10,00	460,00	4.600,00
1.17	ud Cuadros BT						5,00	2.400,00	12.000,00
1.18	ud Puentes transformador BT						15,00	180,00	2.700,00
1.19	ud Unidad de puesta a tierra del neutro						106,00	9,70	1.028,20
1.20	ud Juego de empalmes 150/150 Al						2,00	525,00	1.050,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Electrificación polígono residencial

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.21	ud Juego botellas terminales 150 AI								
							15,00	92,00	1.380,00
1.22	ud Unidad de tierras exteriores prot. trafo. Anillo rectangular								
							5,00	485,00	2.425,00
1.23	ud Unidad de tierras exteriores. Picas alineadas								
							5,00	250,00	1.250,00
1.24	ud Unidad tierras interiores. Instalación Interior								
							5,00	116,00	580,00
1.25	ud Protección física del trafo								
							5,00	83,00	415,00
1.26	ud Unidad de maniobra del transformador								
							5,00	93,00	465,00
TOTAL CAPÍTULO 01 Electrificación Polígono Residencial.....									707.382,57
TOTAL.....									707.382,57

Anexo 1: Estudio Básico de Seguridad y Salud

Objeto

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del Empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, En relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Este estudio servirá de base para que el técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se 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 septiembre. 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 por 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-NEDIS7.02 “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 UNEEN

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.

Micro clima 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 sobre esfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de 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 asilar 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 de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

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

El 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 taj o 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 guarda barro.

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

Se utilizarán redes tensas o mallazo electro soldado 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 anti deslizantes.

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 a un límite marcado en los planos.

La distancia

de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, quedará fijada en 5m., 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.

Rellenos 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 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 inferior a los 5m. entorno 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 tabloneros, 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 los 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 caídas de altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos conferralla, manipulación y puesta en obra

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

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla entorno al banco (obancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

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

Se prohíbe reparar 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 acercarse a las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2m. del borde de la excavación.

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

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

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriando 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 tabloncillos, que se dispondrán perpendicularmente a la junta de 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 entorno 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 especializado, 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 de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica anti-humedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2m. en los lugares peatonales y de 5m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales en mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas anti-humedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se 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 se ejecutarán en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombra 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:

300mA. Alimentación a maquinaria.

30mA. Alimentación a maquinaria como mejor del nivel de seguridad.

30mA. 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:

Porta lámparas estancos de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cueigo a la pared, manguera anti humedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24V.

La iluminación de los tajos se situará a una altura entre 0,5m y 2m., 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 las sombras.

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

No se permitirá la conexión 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 similares). La inclinación de la pica puede llegar a producir el contacto eléctrico.

PROTECTORESDELA CABEZA.

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

Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.

Gafas de montura universal contra impactos y anti polvo.

Mascarilla anti polvo con filtros protectores.

Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

PROTECTORESDEMANOSYBRAZOS.

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.

PROTECTORESDEPIESYPIERNAS.

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.

PROTECTORESDEL CUERPO.

Cremas de protección y pomadas.

Chalecos, chaquetas y mandiles de cuerpo 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 LINEAS SUBTERRANEAS DE MEDIA Y BAJA TENSION

A continuación se recogen las medidas específicas para cada una de las fases nombradas anteriormente, que comprenden la realización de la Línea Subterránea Media Tensión.

TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES.

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales al lugar de realización de la obra. Los vehículos deben cumplir exactamente lo estipulado en el Código de Circulación.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes de circulación	Utilizar los pasos y vías existentes
Caída de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes.	Delimitación de los puntos peligrosos (Zanjas, calas, pozos, etc.)
Atrapamiento	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Confinamiento	Exigir y mantener un orden
Condiciones ambientales y 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 de 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 aislador se depositarán una sobre otra sin que se base el metro de altura, se colocarán cuñas laterales

es para evitar deslizamientos o derrumbes.

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

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

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída a las zanjás.</p> <p>Desprendimiento de los bordes de los taludes de las rampas.</p> <p>Atropellos causados por la maquinaria.</p> <p>Caídas de personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.</p>	<p>Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.</p> <p>Prohibir la permanencia del personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.</p> <p>Señalar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y máquinas en movimiento.</p> <p>Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.</p> <p>Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.</p> <p>Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.</p> <p>Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.</p> <p>Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.</p> <p>Establecer zonas de paso y acceso a la obra.</p>

CERCANÍA A LAS LÍNEAS DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
<p>Caída de personas al mismo nivel</p> <p>Caída de personas a distinto nivel</p> <p>Caída de objetos</p> <p>Desprendimientos, desplome y derrumbes</p> <p>Choques y golpes</p> <p>Proyecciones</p> <p>Contactos eléctricos</p> <p>Arco eléctrico</p> <p>Explosiones</p> <p>Incendios</p>	<p>En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad:</p> <p>Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.</p> <p>Zona de evolución de la maquinaria delimitada y Señalizada.</p> <p>Estimación de las distancias por exceso.</p> <p>Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.</p> <p>Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas</p> <p>Cumplimiento de las disposiciones legales existentes. (Distancias, cruzamientos, paralelismos.).</p> <p>Según capítulos 7 y 8 del R.A.T.</p> <p>Puestas a tierra en buen estado:</p> <p>Apoyos con interruptores, seccionadores: conexión a tierra de las carcasa y partes metálicas de los mismos.</p> <p>Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.</p>

Protecciones colectivas a utilizar:

Circuito de puesta a tierra.

Protección contra sobretensiones, (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.

TENDIDO, EMPALME Y TERMINALES DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.

RIESGOS ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
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 conductores.	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 de protección técnica 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
- Fuertes vientos
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobresfuerzos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.
- Recubrimiento, o distancia de seguridad (3-5m) 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 10m de distancia
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra
- Pantallas inclinadas rígidas sobre aceras, vías de circulación o colindantes
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21ª-113B
- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Grúa para dar en posición veleta

Equipos de protección individual:

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Casquetes anti ruidos
- 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

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Observación y vigilancia del terreno.
- Limpieza de bolos y viseras
- Achique de aguas
- Pasos pasarelas
- Separación de tránsito de vehículos y operarios
- No copiar junto al borde de la excavación
- No permanecer bajo el frente de excavación
- Barandillas en bordes de excavación (0,9m)
- Acotar las zonas de acción de las máquinas
- Topes de retroceso para advertir de 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 o, 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. Mantenimiento de 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, celdas, etc.

ANEXO2

LÍNEASUETERRÁNEAS

Riesgosymediosdeprotecciónparaevitarlosominimizarlos.

ACTIVIDADES.

Acopio, carga y descarga (acopio, carga y descarga de material recuperadoychatarra).

Excavación,hormigonadoyobrasauxiliares.

IzadoyacondicionadodelcableenapoyoL.A.(desmontajecableenapoyodelínea aérea).

Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalmesyterminales).

Engrapadodesoportesengalerías(desengrapadodesoportesengalerías).

Ordenylimpieza,utilizacióndeequiposdeprotecciónindividualycolectiva,segúnnormativavigente,identificacióndecanalizaciones,coordinaciónconlaempresadegas,utilizacióndeEPI's,entibamiento,valladodeseguridad,proteccióndehuecoseinformaciónsobreposiblesconducciones,utilizarfajasdeprotecciónlumbar,controldemaniobrasyvigilancia continuada, vigilanciacontinuada dela zona dondese estáexcavando.

Pruebas y puesta en servicio (mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones).

RIESGOSDECADA A ACTIVIDAD.

Golpes, heridas, caídas de objetos, atrapamientos, presencia de animales(mordeduras,picaduras,sustos...).

Caídasalmismonivel,caídasadistintonivel,exposiciónal gasnatural,caídasde objetos,desprendimientos,golpesyheridas,oculares,cuerposextraños,riesgosaterceros,sobreesfuerzos,atrapamientos,contactoseléctricos.

Caídasdesdealtura,golpesyheridas,atrapamientos,caídasdeobjetos,(desplomeoroturadelapoyoestructura).

Vuelcodemaquinaria,caídasdesdealtura,golpesyheridas,atrapamientos,caídasdeobjetos,sobreesfuerzos,riesgosaterceros,ataquedeanimales.

Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y sobreesfuerzos.

VerAnexolypresenciadecolonias,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 de 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 y revisión del entorno.

ANEXO3

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 de 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 de 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, vallas 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 de 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.

5 REGLAS DE ORO
Cortar todas las fuentes de tensión Bloquear
Verificar los aparatos de corte Verificar la ausencia de tensión
Poner a tierra y encerrar el circuito de todas las posibles fuentes de tensión
Delimitar y señalizar la zona de trabajo

ANEXO4

INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS.

ACTIVIDADES.

Acopio, carga y descarga (acopio carga y descarga de material recuperado/chatarra).
Excavación, hormigonado y obras auxiliares.
Izado y acondicionamiento del cable en apoyo L.A.
Tendido, empalme y terminales de conductores (desmontaje de conductores, empalme 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 cuerpo extraño, riesgos a terceros, sobre esfuerzos, atrapamientos y contactos eléctricos.
Caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos y (desplome o rotura de la poyo o estructura).
Vuelco de maquinaria, caídas desde altura, golpes y heridas, atrapamientos, caídas de objetos, sobre esfuerzos, 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, y 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 conductores, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada, vigilancia continuada del zona donde se está excavando, ver punto 1.4.4.
Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente

(ver punto 1.4.4), utilización de EPI's, control de maniobras y vigilancia continuada (análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio)

rio y atirantado 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

ANEXO5

TRABAJOSENTENSIÓN

DISPOSICIONES GENERALES

1-

Los trabajos entensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayados entensión, 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 conformación en materia de primeros auxilios.

Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos entensión deben estar adecuadamente entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajos.

La formación y entrenamiento de estos trabajadores deberá incluir la aplicación de primeros auxilios al accidente por choque eléctrico así como los procedimientos de emergencia tales como el rescate de accidentados desde los apoyos de línea aérea desde las «bocas de hombre» de acceso al lugar subterráneo o recinto cerrado.

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 o potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

Los accesorios aislantes

(pantallas, cubiertas, vainas, recubrimiento de partes activas o ma-

sas.

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 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 se precisó 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 en 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 adecuada 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 contacto

Afectos del o dispuestos 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, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones del 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 aislados:

UNE-

EN60900:1994 y anexo A1:1996 y anexo A11:1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000V en corriente alterna y 1500V en corriente continua.

UNE-EN60832:1998.-

Pértigas aislantes y herramientas para cabzal universal para trabajos en Tensión.

UNE-EN60855:1998+Errata:1998.-

Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión

UNE-EN61235:1996+Errata:1997.-

Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.

UNE-21731-191.-

Pértigas aislantes y herramientas para cabzal universal para trabajos en tensión.

UNE21 70690.- Tubos aislantes rellenos de espuma

y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos aislantes:

UNE204001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.

UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.

UNE-EN61057:1996.-

Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1KVe en corriente alterna.

Accesorios aislantes para recubrimientos de partes activas:

UNE-EN61479. Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores.

UNE-EN60674-1:1998.-

Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos.

Definicionesy requisitos generales.

UNE-EN61229: 1996 +A1:1998.- Protectores rígidosparatrabajos en tensión en instalacionesdecorrientealterna.

Otras Normas relacionadas:

UNE-EN50186-

1.Sistemasdelimpiezadelineasentensión para instalacioneseléctricascontensionesnominales superiores a 1Kv.Parte1.Condiciones generales.

UNE204002-

IN.Trabajosentensión.Instalación de conductoresdelineasdedistribución.Equipos detendi dode accesorios.

UNE-EN60743:

1997.Terminología para lasherramientasyequiposutilizarenlostrabajosentensión.

Normativaaplicablealosequiposdeprotecciónindividual.

Losquiposdeprotecciónindividualdebencumplirdosclasesdenormaslegales:

Normasrelativasasuutilización

Normasrelativasasucomercialización

A.-

Conrespectoasuutilización,losequiposdeprotecciónindividualestánsujetosalcumplimientodelReal Decreto773/1997,de30demayo,sobredisposicionesmínimasdeseguridady relativasalutilizaciónporlostrabajadoresdeequiposdeprotecciónindividual.

EnesteRealDecreto 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 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 a tensión similar a la que se puede andar «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 de tensión eléctrica o que puedan llegar a estar bajo tensión, llevarán una marca (al igual que en su cubierta 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.

Rendimiento alcanzado 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.

Límite de embalaje adecuado para transportar los equipos.

Explicación de las marcas y etiquetas.

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 conductor para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.

UNE-EN 60903/A11:1997.- 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 del 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 frecuencia 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 o la situación transitoria del trabajador no sea adecuada a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trate de instalaciones de alta tensión, la realización de cualquier trabajo en tensión, cualquier 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 hay que realizar 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» deberá proporcionar 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. Asimismo, 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 realice de acuerdo con el citado

«procedimiento de ejecución». En particular, deberá asegurarse de que la zona de trabajo esté 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, deberá pedir la ayuda de otro trabajador cualificado, con autorización escrita para trabajar 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 deberán 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 deberán estar registradas en un archivo destinado a facilitar su control.

ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN COMPACTOS Y PR EFABRICADOS.

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 pueden ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciónes técnicas tendientes 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 1a3**

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 de 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 AGUA 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 deberán 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 pueden 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.

OBRACIVIL.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.

Riesgos más frecuentes

- Caídas a laszanjas.
- 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 preventivas

Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lloviznas o heladas.

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

Señalar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.

Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.

Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.

Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.

Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra. Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.

Establecer zonas de paso y acceso a la obra.

Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

ESTRUCTURA.

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 codadas, 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 en 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 señalizando 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.

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 mismo 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 APARATURA, 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.

Dirigirlasoperacionesporeljefedelequipo,dandoclaramentelasinstruccionesqueseránacordesconeR.D.485/1997deseñalización.

Daródenesdenocircularnipermanecerdebajodelascargassuspendidas.

Señalarlazonaenlaquese manipulenlascargas.

Verificarelbuenestadodeloselementosiguientes:

Cables,poleasytambores

Mandosistemasdeparada.

Limitadoresdecargayfinalesdecarrera.

Frenos.

Dotardelaadecuadaprotecciónpersonalparamanejodecargasyvelarporsuutilización.

Ajustarlostrabajosestrictamentealascaracterísticasdelagrúa(cargamáxima,longitud delapluma,cargaenpuntacontrapeso).Atalfin,deberáexistiruncartelsuficientemente visibleconlascargasmáximaspermitidas.

Lacargaseráobservadaentodomomentodurantesupuestaenobra,bienporelseñalerooporelenganchador.

OPERACIONESDEPUESTAENTENSIÓN.

Riesgosmásfrecuentes

ContactoeléctricoenA.T.yB.T.

ArcoeléctricoenA.T.yB.T.

Elementoscandentes.

Medidasdeprevención

CoordinarconlaEmpresaSuministradoradefiniendolasmaniobraseléctricasnecesarias.

Abrirconcortevisibleoefectivolaspósiblesfuentesdetensión.

Comprobarenelpuntodetrabajolaausenciadetensión.

Enclavar los aparatos de maniobra.

Señalar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentren los puntos de 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. Asimismo, comprobará que existe un plan de emergencia para la 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.

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, o, retirada o desmontaje de instalaciones)	Golpes. Heridas. Caídas. Atrapamientos. Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras. Presencia de animales, colonias, etc.	Ver punto 1.4.4. (Protecciones) Cumplimiento MO 12.05.02 a 05. Mantenimiento de 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, celdas,

ANEXO2

CENTRODETRANSFORMACIÓN

Centrosde transformación aéreos (sobre apoyos 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, sobre esfuerzos, 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, sobre esfuerzos, riesgos a terceros y presencia, o ataques 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 ataques de animales.

Ver Anexo I.

ACCIONES PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

Ver punto 1.4.4., mantenimiento de 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, vallas de seguridad, protección huecos, utilización de fajas de protección lumbar, control de maniobras y vigilancia continuada y racionalización de las labores.

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 seansimilares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, Dvallados de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gasoil, vehículos autorizados para el llenado, el grupo eléctrico en esta 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 1 y revisión del entorno. Ver Anexo 1.

ANEXO2.BIS

CENTRODETRANSFORMACIÓN

CentrosdeTransformaciónLonja/subterráneosyotrosusos

ACTIVIDADES

Acopio,cargaydescargadematerialnuevoyequiposdematerialrecuperado/chatarras.
Excavación,hormigonadoyobrasauxiliares.
Montaje.(Desguacedeaparamentaengeneral).
Transporte,conexiónydesconexióndemotogeneradoresauxiliares.
Pruebasypuestaenservicio(Mantenimiento,desguaceorecuperacióndeinstalaciones).

RIESGOSDECADAActividad

Golpes,heridas,caídasdeobjetos,atropamientos,desprendimientodecargas,presenciaoataquedeanimales,ypresenciadegases.
Caídasalmismonivel,caídasadiferente nivel,caídasdeobjetos,desprendimientos,golpesyheridas,oculares,cuerposextraños,riesgosaterceros,sobre esfuerzoyatrapamientos.
Caídasdesdealtura,golpesyherida,atrapamientos,caídasdeobjetos,ataquesdeanimales,eimpregnaciónoinhalacióndesustanciaspeligrosasomolestas.
Caídasanivel,caídas a diferente nivel,caídas de objetos, riesgos aterceros, riesgosdeincendio,riesgoeléctricoyriesgodeaccidentedetráfico.
VerAnexol.

ACCIONESPREVENTIVASYPROTECCIONES

Verpunto1.4.4.,Mantenimientoequipos,adecuacióndelascargas,controlemaniobras,vigilanciacontinuada,utilizacióndeEPI's,revisióndelentornoyrevisióndeelementosdeelevaciónytransporte,yrevisióndelentorno.

Verpunto1.4.4.,Ordenylimpieza,preverelementosdeevacuaciónyrescate,utilizacióndeequiposdeprotecciónindividualycolectiva,segúnNormativavigente,utilizacióndeEPI's,entibamiento,valladodeseguridad,proteccióndehuecos,informaciónsobrepodiblesconducciones,utilizarfajasdeprotecciónlumbarycontroldemaniobrasyvigilanciacontinuada.

Verpunto1.4.4.,Utilizacióndeequiposdeprotecciónindividualycolectiva,segúnNormativavigente,utilización de EPI's,controldemaniobrasyvigilanciacontinuada,yrevisióndelentorno.

Ver punto 1.4.4., Seguir instrucciones del fabricante, actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando seansimilares, utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente, utilización de EPI's, vallados de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gasoil. Vehículos autorizados para ello, empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gasoil. Vehículos autorizados para ello, para el llenado del Grupo Electrónico en situación de parada, dotación de equipos para extinción de incendios, estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios y ver Anexo 1.

Ver Anexo 1.

ANEXO3

SUBESTACIONESTRANSFORMADORASDEDISTRIBUCIÓN.

ACTIVIDADES

Acopio, cargaydescargadematerialnuevoyequiposydematerialrecuperado/chatarras.
Excavación,hormigonadoyobrasauxiliares.
Montaje(Desguacedeaparamentaengeneral).
Transporteconexiónydesconexióndeequiposdecontrolymedida.
Pruebasypuestaenservicio(Mantenimiento,desguaceorecuperacióndeinstalaciones).

RIESGOSDECADAACIVIDAD

Golpes,heridas,caídasdeobjetos,atrapamientos,desprendimientodecargas,contactoeléctrico,exposiciónalarcoeléctricoypresenciaoataquedeanimales.
Caídas al mismo nivel, caídas a diferente nivel, caídas de objetos, desprendimientos,golpesyheridas,oculares,cuerposextraños,riesgosaterceros,sobreesfuerzoyatrapamientos.
Caídasdesdealtura,golpesyheridas,atrapamientos,caídasdeobjetos,presenciadecoloniasoanimales.
Caídasanivel,caídas a diferente nivel, caídasde objetos, riesgosaterceros, riesgosdeincendio,riesgoeléctrico,riesgodeaccidentedetráficoypresenciadeanimalesocolonias.
VerAnexol.

ACCIONESPREVENTIVASYPROTECCIONES

Verpunto1.4.4,mantenimientoequipos,utilizacióndeEPI's,adecuacióndelascargas,control demaniobras,vigilanciacontinuada,utilizacióndeEPI's,revisióndeelementosdeelevaciónytransporte,cumplimientoMO12.05.02yrevisióndelentorno.

Verpunto1.4.4.,Ordenylimpieza,preverelementosdeevacuaciónyrescate, utilizacióndeequiposdeprotecciónindividualycolectiva,segúnNormativavigente,utilización deEPI's,entibamiento,valladodeseguridad,proteccióndehuecos,informaciónsobrepresionesyconducciones,utilizarfajasdeprotecciónlumbarycontrol demaniobrasyvigilanciacontinuada.

Verpunto1.4.4.,Utilizacióndeequiposdeprotecciónindividualycolectiva,segúnnormativa vigente, utilizaciónde EPI's, controlde maniobrasyvigilanciacontinuada,yrevisióndelentorno.

Verpunto1.4.4,seguirMO12.05.03al05,seguirinstruccionesdelfabricante,actuardeacuerdo conloindicadoenlasfasesanteriorescuandoseansimilares,utilizacióndeequiposdeprotección individualycolectiva,segúnNormativavigente,utilizacióndeEPI's,valladodeseguridad,proteccióndehuecoseinformaciónsobretendidodeconductores,dotacióndeequiposparaextinción

ónde incendios, estaren
posición de los permisos de circulación reglamentarios, ver Anexo y revisión del entorno.
Ver Anexo I

ANEXO 4

TRABAJOSENTENSIÓN

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, ensayados en 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 deberá 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 línea aérea 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).

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 lo realizan:

Método de trabajo 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 gran mayoría de tensiones.

Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gran mayoría de alta tensión.

Dentro de cada uno de dichos métodos se precisó 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 en 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 adecuada 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

Afectos del o dispuestos 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, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones del 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 resto de polvo o humedad. Las cuerdas aislantes no deben ser utilizadas si no hay garantía 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 aislados:

UNE-

EN60900:1994 y anexo A1:1996 y anexo A11:1998. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1000V en corriente alterna y 1500V en corriente continua.

UNE-EN60832:1998.-

Pértigas aislantes y herramientas para cabzal universal para trabajos en Tensión.

UNE-EN60855:1998+Errata:1998.-

Tubos aislantes rellenos de espuma y barras aislantes macizas para trabajos en tensión

UNE-EN61235:1996+Errata:1997.-

Trabajos en tensión. Tubos huecos aislantes para trabajos eléctricos.

UNE-21731-191.-

Pértigas aislantes y herramientas para cabzal universal para trabajos en tensión.

UNE 21 70690.- Tubos aislantes rellenos de espuma y pértigas aislantes macizas para trabajos en alta tensión.

Dispositivos aislantes:

UNE 204001:1999.- Banquetas aislantes para trabajos eléctricos.

UNE-EN 61478:2002.- Trabajos en tensión. Escaleras de material aislante.

UNE-EN61057:1996.-

Elevadores de brazo aislante utilizados para los trabajos en tensión superior a 1KV en corriente alterna.

Accesorios aislantes para recubrimientos de partes activas:

UNE-

EN61479. Trabajos en tensión. Cubiertas flexibles de material aislante para conductores.

UNE-EN60674-1:1998.-

Especificaciones para películas plásticas para usos eléctricos.

Definicionesy requisitos generales.

UNE-EN61229: 1996 +A1:1998.- Protectores rígidosparatrabajos entensión en instalacionesdecorrientealterna.

Otras Normas relacionadas:

UNE-EN50186-

1.Sistemasdelimpiezadelineasentensiónparainstalacioneseléctricascontensiones nominales superiores a 1Kv.Parte1.Condiciones generales.

UNE204002-IN.Trabajosentensión.Instalacióndeconductoresdelineasde distribución.Equiposdetendidode accesorios.

UNE-EN60743:

1997.Terminología paralasherramientasyequiposutilizarenlostrabajosentensión

Normativa aplicable a los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual debencumplir dos clases denormas 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 seguridad y de salud que deben cumplirse 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 a tensión similar a la que se puede andar «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.

Rendimiento alcanzado en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grad

osoclasdeprotección.

Accesoriosque sepuedenutilizarycaracterísticasdelaspiezasderepuestoadecuadas.

Clasesdeprotecciónadecuadasalosdiferentesnivelesderiesgoylímitesdeusocorrespondientes.

Fechaoplazodecaducidaddelequipoodealgunosdesuscomponentes.

Lipadeembalajeadecuadopartransportarlosequipos.

Explicacióndelasmarcassilashubiére.

Lostrabajadores,atravésdelosDelegados dePrevenciónadecuadamente asesorados,tienenderechoaparticiparenlaeleccióndedichosequipos.

NORMASTÉCNICASAPLICABLESALOSEQUIPOSDEPROTECCIÓNINDIVIDUAL

UNE-EN 50237:1998.- Guantes y manoplas con protección mecánica paratrabajoseléctricos.

UNE-EN50321.-Calzadoaislantedelaelectricidadparausoeninstalacionesde bajatensión.

UNE-EN50286:2000.-
Ropaislantedeprotecciónparatrabajoseninstalacionesdebajatensión.

UNE-EN60895:1998.-Ropaconductoraparatrabajosentensiónhasta800kV detensiónnominalencorrientealterna.

UNE-EN60903/A11:1997.-
Guantesymanoplasdematerialaislanteparatrabajoseléctricos.

UNE-EN60903:2000.-Guantesymanoplasdematerialaislanteparatrabajoseléctricos

UNE-EN60984:1995.-Manguitosdematerialaislanteparatrabajosentensión.

DISPOSICIONES-ADICIONALES PARATRABAJO EN ALTATENSIÓN

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 del 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 hacerlo 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, 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 o la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicosfísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Cuando se trate 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. Dichos procedimientos deben estar documentados 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 hay que 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

«trabajoentensión»deberíaproporcionarleelmencionado«procedimientodeejecución»junto con la «autorización de trabajoentensión» en la que se especificará el lugar de trabajo, las fechas de
surrealización 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. Asimismo, se deb
erá habilitar un sistema de comunicación con el lugar de trabajo que permita solicitar las maniobr
as necesarias en caso de emergencia.

Por otra parte, el Jefe de Trabajo deberá reunir previamente a los operarios involucrados con el fin
de exponerle el citado «procedimiento de ejecución» previamente elaborado, debatiendo con
ellos los detalles hasta asegurarse de que todos lo han entendido correctamente.

Asimismo, 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 ajen a penetre en dicha zona y acceda a los elementos en tensión.

También deberá asegurarse de que ningún trabajador se coloque en posición de poder rebasar l
as distancias de seguridad mientras realiza las operaciones encomendadas. Si la extensión de la z
ona de trabajo no le permite 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 de fuer
a 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 ad
esarrollar. Estas autorizaciones deberán constar en un archivo destinado a facilitar su control.

Asimismo, el empresario deberá certificar que cada uno de los trabajadores ha realizado el entre
namiento requerido y ha superado satisfactoriamente las correspondientes pruebas teóricas y
prácticas. Las certificaciones deberán estar registradas en un archivo destinado a facilitar su con
trol.

Anexo 2: Gestión 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 e 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 al dispuesto en el art. 3.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS (SEGÚN NOMAM/304/2002)

Generalidades.

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, los cuales se caracterizan por su cantidad dependiente de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Así, por ejemplo, al iniciarse una obra habitual que haya que derribar una construcción existente y/o que se deba efectuar ciertos movimientos de tierras. Durante la realización de la obra también se origina un 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 que se producirán, organizarlos 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 tintas 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, sino tomar 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 se supone se desprenden o del que se tiene 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 el listado europeo 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 físicamente ni químicamente 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 lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo o 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 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 las áreas de residuos en obra, espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos en el 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, entendiéndose una teórica masa compactada de los mismos.
- **Gestor de residuos:** La persona o entidad pública o privada que realice cualquier de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Ha de estar autorizado o registrado por el organismo autónomo 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 o 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, realizados 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 III

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar 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 físicamente ni químicamente 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 domiciliarias o metidas a licencia municipal.

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 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 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 soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, se evitará su detrioro 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 propiciandose 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 con otros residuos no peligrosos o residuos derivados de ellos que los contaminen mermando sus prestaciones.

CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

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.

0101	Hormigón.
0102	Ladrillos.
0103	Tejas y materiales cerámicos.
0106	Mezclas, o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
0107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas a las especificadas en el código

Madera, Vidrio y Plástico.

0201	Madera.
0202	Vidrio.
0203	Plástico.
0204	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.

Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.

0301	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
0302	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 170301.
0303	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.

Metales (incluidas sus aleaciones)

0401	Cobre, bronce, latón.
0402	Aluminio.
0403	Plomo.
0404	Zinc.
0405	Hierro y acero.
0406	Estaño.
0407	Metales mezclados.
0409	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas,
0410	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
0411	Cables distintos de los especificados en el código 170410.

Tierra(incluida laexcavadadezonas contaminadas), piedrasy lodosdedrenaje.

0503	Tierraypiedrasquecontienensustancias peligrosas.
0504	Tierraypiedrasdistintasdelasespecificadasenelcódigo170503.
0505	Lodosdedrenajequecontienensustancias peligrosas.
0506	Lodosdedrenajedistintosdelos especificadosenelcódigo170505.
0507	Balastodevíasférreasquecontienensustancias peligrosas.
0508	Balastodevíasférreasdistintodelespecificadoenelcódigo170507.

Materiales de aislamiento y materiales de construcción quecontienenamianto.

0601	Materialesdeaislamientoquecontienenamianto.
0603	Otrosmaterialesdeaislamientoqueconsistenen, ocontienen, sustancias peligrosas.
0604	Materialesdeaislamiento distintosdelos especificadosenlos códigos170601y170603.
0605	Materialesdeconstrucciónquecontienenamianto

Materialesdeconstrucciónapartirdeyeso.

0701	Materialesdeconstrucciónapartirdeyesocontaminadosconsustancias peligrosas.
0702	Materialesde construcciónapartirdeyesodistintosdelos especificados enel código170801.

Otrosresiduosdeconstrucciónydemolición.

0801	Residuosdeconstrucciónydemoliciónquecontienenmercurio.
0802	ResiduosdeconstrucciónydemoliciónquecontienenPCB(porejemplo, sellantesquecontienenPCB, revestimientosdesueloapartirderesinasquecontienenPCB, acristalamientosdoblesquecontienenPCB, condensadoresquecontienenPCB).
0803	Otrosresiduosdeconstrucciónydemolición(incluidoslosresiduos mezclados)quecontienensustancias peligrosas.
0804	Residuosmezcladosdeconstrucciónydemolición distintosdelos especificados enlos códigos170901,170902y170903.

IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN.

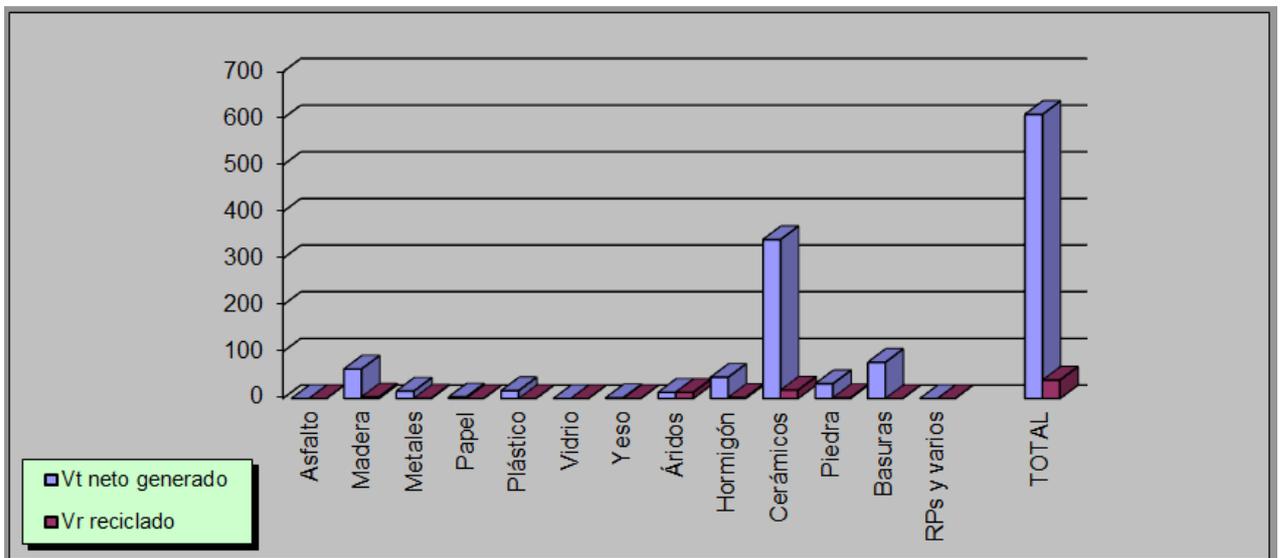
De todos los residuos contemplados en la Orden, los que previsiblemente se generarán durante el transcurso de esta obra serán los siguientes:

TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
1. TIERRAS Y PÉTREOS 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 ²
Volumen estimado de tierras de excavación	2352,32 m ³
Factor de estimación total de RCDs	0,20 m ³ /m ²
Densidad media de los materiales	1,25 T/m ³
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 m³, siendo en su mayor parte tierra limpia, y roca disgregada. Íntegramente se utilizará para rellenar en la propia parcela.



Volumen Netode 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 ³	1,25 T/m ³	30,00%	2.367 T
RDCs distintos de los anteriores evaluados mediante estimaciones porcentuales	2.885 m ²	577 m ³	1,25 T/m ³	-	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 ³)	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de Residuos (m ³)
RCD: Naturaleza no pétreo					
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
Subtotal estimación	9,39%	84,67	1,13	3,97%	100,44
RCD: Naturaleza pétreo					
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
Subtotal estimación	82,87%	747,08	1,75	7,56%	430,92
RCD: Basuras, Potencialmente peligrosos y otros					
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
Subtotal estimación	7,73%	69,73	0,70	0,00%	77,47
TOTAL estimación cantidad RCDs	100,00%	901,48	1,25	6,08%	608,83

Estimación del coste de tratamiento de los RCD's.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE LOS RCDs											
G	Vr	Vt	Vc	N	P	Cc	Ts	Tt	C		
Tipo de gestión	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	
RCD: Tierras y pétreos procedentes de excavación											
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 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
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 €
Subtotal estimación			100,44 m³						81,43 T		385,09 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
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 €
Subtotal estimación			430,92 m³						691,79 T		7.645,17 €
RCD: Naturaleza no pétreo											
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 €
Subtotal estimación			77,47 m³						69,73 T		1.396,40 €
TOTAL COSTE TRANSPORTE + VERTIDO											28.714,19 €

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 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 señalizado 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 cassetas 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 se ansinérgicos 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.
- Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando

do.

- 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 similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar suma de contaminación.
- Se evitará la contaminación de los residuos péticos separados con destino a valorización con residuos derivados de ellos que los contaminen mermando sus prestaciones.

Medidas de segregación "insitu"

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 "insitu".

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 existían distintas infraestructuras públicas de gestión de residuos urbanos que se han financiado gracias a la aportación económica que se recibió 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 emplazamiento 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 Pla

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 Pl

Plantas de Recuperación y Compostaje

- Instalaciones de tratamiento que permiten separar 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 de residuos en contenedores de mayor capacidad para su transporte a plantas de recuperación o selección.
- En funcionamiento: Los Alcázares, Calasparra, Mazarrón y Yecla Ecopa

Parques (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 pueden calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía, o que pueden inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación que, en contacto con el agua o 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 ambiente, sean inflamables en contacto con el aire.</p>	 <p>E Explosivo</p>	<p>Explosivos: las sustancias y preparados que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que detonan, deflagran rápidamente o explotan.</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 en pequeñas cantidades 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>
 <p>Xi Irritante</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 Peligroso 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>

