PROYECTO AMPLIACIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA Y NUEVO C.T

REF.NADICO 22/7369

TITULAR: FUNDACIÓ INSTITUT D'INVESTIGACIÓ EN CIÈNCIES DE LA SALUT, GERMANS TRIAS I PUJOL (IGTP)

SITUACIÓN: Ctra. De Can Ruti.
Camí de les Escoles, s/n
08916 BADALONA (Barcelona)

DOCUMENTACIÓN

1. MEMORIA DESCRIPTIVA 3
1.1. OBJETO 3
1.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN 3
1.3. SUMINISTRO DE ENERGÍA 4
1.4. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4
1.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 4
1.4.2. OBRA CIVIL 5
1.4.3. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN 5
1.4.4. CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR 5
1.4.5. CONEXIONES ELÉCTRICAS 5
1.4.6. APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN 5
1.4.7. PUESTA A TIERRA 6
1.4.8. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 6
1.4.9. ALUMBRADO 7
1.4.10. VENTILACIÓN 7
1.4.11. MEDIDAS DE SEGURIDAD 7
1.4.12. SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD 7
1.4.13. PROTECCIONES ELÉCTRICAS 8
1.5. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE MT 8
1.5.1. CABLE 8
1.5.2. CANALIZACIONES 9
1.5.3. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS 9
1.5.4. PUESTA A TIERRA 10
1.5.5. ACCESORIOS 10
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 11
3. PLIEGO DE CONDICIONES 21
3.1. OBJETO 21
3.2. REGLAMENTACIÓN 21
3.3. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 21
3.4. SUPERVISIÓN DE LA OBRA 21
3.5. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS 21
3.6. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA 22
3.7. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA 22
3.8. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 22
3.8.1. TRAZADO 22
3.8.2. DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS 23
3.8.3. APERTURA DE ZANJAS 23
3.8.4. CANALIZACIÓN 23
3.8.5. MANIPULACIÓN DE LAS BOBINAS DE CABLES 26
3.8.6. TENDIDO DE CABLES 26
3.8.7. PROTECCIÓN MECÁNICA 28
3.8.8. SEÑALIZACIÓN 28
3.8.9. CIERRE DE ZANJAS 28
3.8.10. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS 29
3.8.11. EMPALMES Y TERMINACIONES 29
3.8.12. TUBOS SERVICIOS AUXILIARES (FIBRA ÓPTICA) 29
3.9. RECEPCIÓN DE OBRA 29
3.10. PLAZO DE EJECUCIÓN 30

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. OBJETO

El objeto de este proyecto es servir de base para la ejecución de los trabajos y posterior legalización de la instalación de media tensión para la ampliación del suministro eléctrico en M.T del complejo de edificios situados en la Ctra. De Can Ruti. Camí de les Escoles, s/n 08916 BADALONA (Barcelona) propiedad de la FUNDACIÓ INSTITUT D'INVESTIGACIÓ EN CIÈNCIES DE LA SALUT, GERMANS TRIAS I PUJOL (IGTP).

En concreto la ampliación consistirá en la instalación de un nuevo centro de transformación alimentado des de el centro existente que abastecerá la demanda del edificio CMCiB (Centre de Medicina Comparativa i Bioimatge de Catalunya) del complejo.

1.2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

En la elaboración de este proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente reglamentación:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por RD 223/2008, de 15 de febrero.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, aprobado por Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre de Regulación del Sector Eléctrico.
- R.D 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, con sus Documentos Básicos (DB).
- Normas UNE, de aplicación, en especial las siguientes:
    - UNE-EN 60027-1:2009 Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
    - UNE-EN 60617-2:1997 Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
    - UNE-EN 60617-3:1997 Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
    - UNE-EN 60617-6:1997 Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
    - UNE 207020:2012 IN Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión
    - UNE-EN 62271-1:2009 UNE-EN 62271-1/A1:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
    - UNE-EN 62271-200:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
    - UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
    - UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
    - UNE-EN 50464-1:2010 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
    - UNE-EN 21428-1:2011 Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
    - UNE-EN 50482:2009 Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV.
    - UNE-EN 61869-1:2010 Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.

  - UNE-EN 61869-2:2013 Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
  - UNE-EN 61869-3:2012 Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
  - UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.
  - UNE 211006:2010 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
  - UNE 211027:2013 Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
  - UNE 211028:2013 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento correspondiente.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

1.3. SUMINISTRO DE ENERGÍA

Actualmente el complejo dispone de suministro por parte de compañía en Media tensión que acomete a un Centro de transformación privado. Des de este centro abastecen suministro eléctrico en Baja Tensión a todos los edificios del complejo.
La ampliación objeto del presente proyecto consistirá en realizar un entronque en M.T desde el C.T existente al nuevo C.T a instalar que dará suministro exclusivo al edificio CMCiB, liberando la carga del C.T existente y cumpliendo con las necesidades del nuevo edificio y la previsión de ampliación de sus instalaciones.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Los centros que son objeto del presente proyecto serán considerados del tipo interior, utilizando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica, según UNE-EN 62271-200.
El centro de medida y protección existente está compuesto por los siguientes elementos principales:

- x2 Celda de línea Ormazabal (CML).
- x1 Celda modular de interruptor pasante Ormazabal (CMIP-PT).
- x1 Celda de protección con interruptor automático Ormazabal (CMP-V)
- x1 Celda de medida. Ormazaal (CMM)
- x2 Celdas de protección con Fusibles. (CMP-F)

La ampliación consistirá en instalar una Celda de protección con interruptor automático tipo CGM 3-v de Ormazabal donde saldrá el suministro al nuevo centro de transformación. Ya que no se realizará un augmento de la potencia contratada los trafos de tensión e intensidad de la celda de medida existente no se tendrán que modificar.

El nuevo centro de transformación estará compuesto por los siguientes elementos principales:

- x1 de línea de Ormazabal (CML).
- x1 Celda de protección con interruptor automático Ormazabal (CMP-V)
- Se dejará la previsión de espacio para albergar una segunda celda de Protección para una futura ampliación.

El acceso a los centros estará restringido al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

1.4.2.OBRA CIVIL

El Centro de Transformación existente tiene el espacio suficiente para albergar la nueva celda de protección. Únicamente se deberá ampliar la bancada de obra existente para albergar la nueva celda.
El nuevo C.T estará ubicado en una caseta prefabricada de hormigón diseñada a este efecto, según UNE-EN 62271-202. Este edificio tendrá las dimensiones necesarias para albergar 2 transformadores de 1000KVA, las celdas de protección y línea, así como los cuadros de baja tensión. En esta fase únicamente se instalará un transformador de 1000KVA, una celda de línea, una celda de protección y un cuadro de Baja.

1.4.3.APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Las celdas para emplear en los centros responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica según UNE-EN 62271-200, y tendrán las siguientes características mínimas:

- Tensión asignada: 25 kV
- Corriente asignada: 400 A
- Corriente admisible asignada de corta duración: 16 kA (1s)

1.4.4.CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR

El transformador será trifásico de éster natural de aislamiento integral Marca Ormazabal con las siguientes especificaciones:

- Potencia: 1000KVA
- Tensión primaria: 25 kV
- Tensión secundaria: 420 V (B2)
- Grupo de conexión: Dyn11
- Pérdidas: según Reglamento (UE) nº 548/2014 de la Comisión (2ª etapa)

1.4.5.CONEXIONES ELÉCTRICAS

Las conexiones entre las celdas y el transformador de cada centro se realizarán mediante un juego de 3 cables unipolares de aislamiento RHZ1-2OL 18/30 kV, de mínimo 95mm2 en aluminio, con sus correspondientes elementos de conexión en ambos extremos.
Las conexiones entre el transformador y el cuadro de baja tensión se realizarán mediante 5 cables por fase y neutro de aislamiento RV 0,6/1 kV de 240mm² de sección en aluminio (o conjunto de sección equivalente en cobre).

1.4.6.APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

Se ubicará un cuadro de baja tensión en el interior de los centros de transformación. Este cuadro incluirá un interruptor automático de BT de calibre y poder de corte adecuados a la potencia del transformador (ver anexo de cálculos).

1.4.7.PUESTA A TIERRA

Con objeto de limitar las tensiones de defecto y de paso y contacto, se realizará una correcta puesta a tierra de la instalación, según se describe a continuación. El dimensionamiento de las puestas a tierra se describe en el anexo de cálculos.

TIERRAS DE PROTECCIÓN

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas. Las celdas dispondrán de una pletina de tierras que las interconectará entre sí, constituyendo un colector de tierras.

TIERRAS DE SERVICIO

Por otra parte, se conectará a una tierra independiente el neutro del transformador, a través de una caja de seccionamiento de tierras.

TIERRAS INTERIORES

En el interior de los centros se dispondrá un anillo de cable de cobre desnudo de 50mm2, que tendrá como misión poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deben estar conectados a la tierra de protección, mediante su conexión a él. Este anillo irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción, conectando el final del anillo a la caja de seccionamiento de tierras de protección.
La caja de seccionamiento de tierras de protección se separará un metro de la caja de seccionamiento de tierras de servicio.

1.4.8.PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La justificación del Centro de Transformación y medida existente queda recogida en el proyecto de legalización de este. Al no ampliar la potencia del centro de transformación la extensión de línea no afeta en este apartado.

El nuevo centro de transformación al setar emplazado en un edificio prefabricado destinado a este uso quedará incluido dentro del párrafo a) del apartado 2 de la ITC-RAT 14 y, dado que los edificios albergan cada uno una instalación de tercera categoría, no tendrán prescripciones contra incendios adicionales a las indicadas en el propio RD337/2014; es por ello que se deberá cumplir lo establecido en el apartado 5.1 de la ITC-RAT 14, adoptando las siguientes medidas:

a) Dispositivos de recogida de líquido dieléctrico
b) Sistemas de extinción

Dado que cada transformador utiliza un dieléctrico con punto de combustión superior a 300 ºC (resina), no será necesario disponer de un sistema de extinción automática, colocándose como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B.
Cada transformador, en cualquier caso, se instalará de forma que el calor generado por los mismos no suponga riesgo de incendio de cualquier material próximo.

c) Resistencia al fuego de la envolvente

El edificio prefabricado no está ubicado en el interior de ningún otro local, por lo que configura un sector de incendios en sí mismo.

d) Pantallas y sectores de incendios

1.4.9.ALUMBRADO

En el interior del centro se instalarán puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.
Los puntos de luz 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.
Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará los accesos al centro.

1.4.10. VENTILACIÓN

La ventilación de cada centro se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.
Estas rejas 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.
Con objeto de que un eventual escape de gas SF6 (más pesado que el aire) quede acumulado en zonas bajas, se procurará que la mitad de la superficie de rejillas esté cerca del suelo, permitiendo la salida de dicho gas. Se comprobará, además, que estas rejillas no se encuentran cerca del alcantarillado público, evitando que el gas pueda entrar a este sistema.
Ver anexo de cálculos para su dimensionamiento.

1.4.11. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las celdas del CT dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 62271-200, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador 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 compartimento 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.

Adicionalmente, solo se permitirá el acceso al recinto del transformador cuando el seccionador de puesta a tierra de su celda de protección esté cerrado. Esta puesta a tierra no se podrá abrir si la puerta del transformador está abierta.

1.4.12. SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD

Toda instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión, o cualquier otro tipo de accidente.

A este fin se tendrá en cuenta:

a) Todas las puertas que den acceso a los recintos en que se hallan aparatos de alta tensión, estarán provistas de la señal normalizada de riesgo eléctrico.

b) Todas las máquinas y aparatos principales, celdas, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de

los aparatos de maniobra y los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en que su identificación se pueda hacer claramente a simple vista.

c) Deben colocarse carteles de advertencia de peligro en todos los puntos que por las características de la instalación o su equipo lo requieran.

d) En los locales principales, y especialmente en los puestos de mando y oficinas de jefes o encargados de las instalaciones, existirán esquemas de dichas instalaciones, al menos unifilares, e instrucciones generales de servicio.

e) Las señales, placas y advertencias deben estar hechas de material duradero e insensible a la corrosión e impresas con caracteres indelebles

1.4.13. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

La protección del transformador de potencia contra cortocircuitos y sobrecargas se realizará mediante la celda de protección con interruptor automático que se instalará en el Centro de Transformación.
Además, el transformador estará protegido contra sobrecargas mediante sus protecciones propias (sondas PT-100 y central de temperatura T-154 o similar), cuyo contacto de disparo estará cableado a la bobina de apertura del interruptor de la celda de protección.
Finalmente, estará protegido contra cortocircuitos en el lado de salida mediante un interruptor automático de baja tensión de poder de corte adecuado.
La protección general de la instalación se realizará mediante la celda de interruptor automático instalada en el centro de transformación.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE MT

Las líneas objeto del presente proyecto se utilizarán para conducir la energía eléctrica en alta tensión (25 kV) desde el centro de transformación existente hasta el nuevo Centro de Transformación.

1.5.1. CABLE

Se utilizarán cables unipolares de aislamiento RHZ1 18/30 H25 kV, de 95 mm² en aluminio, con sus correspondientes elementos de conexión en ambos extremos.
El cable mencionado tendrá las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1 x 50/16	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1 x 95/16 (1)	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1 x 150/16 (1)	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1 x 240/16 (1)	28	4,3	36	3	1600	540	720
1 x 400/16 (1)	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1 x 630/16	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
18/30 kV							
1 x 95/25 (1)	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1 x 150/25 (1)	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1 x 240/25 (1)	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1 x 400/25 (1)	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1 x 630/25 (1)	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, Uo (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, Um (kV)	24	36
Tensión a impulsos, Up (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1.5.2.CANALIZACIONES

Se plantea una distribución bajo bandeja de chapa perforada con tapa de protección durante todo el recorrido.
Las tres fases del circuito discurrirán bajo la misma bandeja, con el trazado más rectilíneo posible, evitando las curvas pronunciadas, no superándose en ningún caso el radio de curvatura proporcionado por el fabricante.

1.5.3.CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

En los cruces con otras canalizaciones eléctricas se procurará en todo caso que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión a una distancia mínima de 0,25 m, esta misma distancia se deberá guardar en el caso de proximidades y paralelismos. La distancia del punto de cruce a un empalme será de, al menos, 1 metro.
En los cruces con otras canalizaciones eléctricas se procurará en todo caso que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión a una distancia mínima de 0,2 m, esta misma distancia se deberá guardar en el caso de proximidades y paralelismos. La distancia del punto de cruce a un empalme será de, al menos, 1 metro.
En los cruces con canalizaciones de agua se mantendrá una distancia de 0,20 m; los empalmes eléctricos o juntas de la canalización de agua se situarán a una distancia superior a 1 metro del cruce. Estas mismas distancias se guardarán en caso de paralelismo.
Los cruces con canalizaciones de alcantarillado se tratarán de realizar por encima.
Las distancias en acometidas (paralelismo o cruzamiento) deberán ser de 0,3 metros.
Todas las prescripciones anteriores se pueden eliminar en caso de instalar la línea eléctrica bajo tubo de resistencia a la compresión de 450 N y soportando un impacto de energía 40 J, en tubos superiores a 140 mm.
Pese a esto, en el caso de canalizaciones de agua, siempre se tratará de mantener la canalización de agua por debajo del nivel del cable eléctrico, y se asegurará una distancia de 1m entre arterias importantes de agua y cables eléctricos de alta tensión.
En los cruces con canalizaciones de gas, se cumplirá lo reflejado en la tabla 3, mientras que en los paralelismos se cumplirá lo reflejado en la tabla 4:

Tabla 3. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m

Tabla 4. Distancias en paralelismos con canalizaciones de gas

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presion ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 metro.
Los tubos descritos anteriormente se consideran protección suplementaria.
Se utilizarán asimismo tubos de las características anteriores para separar los cables eléctricos de los depósitos de carburante. Los tubos distarán, como mínimo 1,2 metros del depósito, y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.
En los cruces con calles, las canalizaciones serán entubadas hormigonadas, perpendiculares al eje del vial siempre que sea posible, con una profundidad a la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no inferior a 0,6 m.

1.5.4.PUESTA A TIERRA

Se conectarán a tierra las pantallas metálicas de los cables en los dos extremos del mismo. De esta forma se garantiza que no existirán tensiones de contacto en los extremos y se garantiza que no existan tensiones entre pantalla y tierra superiores al aislamiento de la cubierta, tanto en servicio como en caso de defecto.

1.5.5.ACCESORIOS

Los accesorios serán adecuados al cable utilizado (aislamiento, sección y pantalla) y no deberán aumentar su resistencia eléctrica. En la instalación que nos ocupa serán adecuados para ambiente interior.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CENTRO PREFABRICADO

ÍNDICE

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

3. CORTOCIRCUITOS.

- 3.1. Observaciones.
- 3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.
- 3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión.
- 3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión.

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

- 4.1. Comprobación por densidad de corriente.
- 4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica.
- 4.3. Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.

5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

- 8.1. Investigación de las características del suelo.
- 8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.
- 8.3. Diseño de la instalación de tierra.
- 8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- 8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.
- 8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.
- 8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.
- 8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.
- 8.9. Corrección del diseño inicial.

9. LÍNEA DE M.T

9.1. Régimen permanente.
9.2. Régimen cortocircuito.
9.3. Pantalla
9.4. cálculos de línea

Se seguirá el índice general establecido:

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

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

$$Ip = S / (1{,}732 \cdot Up) \;;$$ siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.
Up = Tensión compuesta primaria en kV.
Ip = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
trafo 1	1000	25	23.09

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

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

$$Is = (S \cdot 1000) / (1{,}732 \cdot Us) \;;$$ siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.
Us = Tensión compuesta secundaria en V.
Is = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Is (A)
trafo 1	1000	400	1443.42

3. CORTOCIRCUITOS.

3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$Iccp = Scc / (1{,}732 \cdot Up) \;;$$ siendo:

Scc = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
Up = Tensión compuesta primaria en kV.
Iccp = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$Iccs = (100 \cdot S) / (1{,}732 \cdot Ucc\,(\%) \cdot Us) \;;$$ siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.
Ucc (%) = Tensión de cortocircuito en % del transformador.
Us = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.
Iccs = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
500	25	11.55

3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo 1	1000	400	6	24.06

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:
Intensidad asignada : 400 A.
Límite térmico, 1 s. : 12.5 kA eficaces.
Límite electrodinámico : 31.25 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$s_{máx} \geq (I_{ccp}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

$s_{máx}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm^2.
I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.
L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.
d = Separación entre fases, en cm.
W = Módulo resistente de los conductores, en cm^3.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.3. Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = a \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}, \text{ siendo:}$$

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.
a = 13 para el Cu.
S = Sección del embarrado, en mm^2.
ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150ºC para Cu.
t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

Ith ³ 12.5 kA durante 1 s.

5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuito.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm^2 Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40ºC de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.

6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$Sr = (Wcu + Wfe) / (0{,}24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot DT^3)}),$$ siendo:

Wcu = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.
Wfe = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.
k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.
h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.
DT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15ºC.
Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m^2.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

8.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Wxm.

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

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), Idmáx (A): 300.
- Duración de la falta.
Desconexión inicial:
Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

8.3. Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

TIERRA DE SERVICIO.

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

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm^2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 W.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm^2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

· Tensión de servicio, U = 25000 V.
· Puesta a tierra del neutro:
  - Desconocida.
· Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, Ubt = 10000 V.
· Características del terreno:
  · r terreno (Wxm): 150.
  · r_H hormigón (Wxm): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (Rt), la intensidad y tensión de defecto (Id, U_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

· Resistencia del sistema de puesta a tierra, Rt:

$$Rt = Kr \cdot r \ (W)$$

· Intensidad de defecto, Id:

$$Id = Idmáx \ (A)$$

· Aumento del potencial de tierra, U_E:

$$U_E = Rt \cdot Id \ (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 70-25/5/00.
· Geometría: Anillo.
· Dimensiones (m): 7x2.5.
· Profundidad del electrodo (m): 0.5.
· Número de picas: 0.
· Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

· De la resistencia, Kr (W/Wxm) = 0.108.
· De la tensión de paso, Kp (V/((Wxm)A)) = 0.0214.
· De la tensión de contacto exterior, Kc (V/((Wxm)A)) = 0.0645.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$Rt = Kr \cdot r = 0.108 \cdot 150 = 16.2 \ W.$$

$$Id = Idmáx = 300 \ A.$$

$$U_E = Rt \cdot Id = 16.2 \cdot 300 = 4860 \ V.$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 5/32.
· Geometría: Picas en hilera.
· Profundidad del electrodo (m): 0.5.
· Número de picas: 3.
· Longitud de las picas (m): 2.
· Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

· De la resistencia, Kr (W/Wxm) = 0.135.

Sustituyendo valores:

$$Rt_{NEUTRO} = Kr \cdot r = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \ W.$$

8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

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

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'p = Kp \cdot r \cdot Id = 0.0214 \cdot 150 \cdot 300 = 963 \ V.$$

8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p\ (acc) = Kc \cdot r \cdot Id = 0.0645 \cdot 150 \cdot 300 = 2902.5\ V.$$

8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot r_s \cdot Cs) / 1000)\quad V.$$

$$Up\ (acc) = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot r_s \cdot Cs + 3 \cdot r_H \cdot C_H) / 1000)\quad V.$$

$$Cs = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - r / r_s) / (2 \cdot hs + 0{,}106)].$$

$$C_H = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - r / r_H) / (2 \cdot h_H + 0{,}106)].$$

$$t = t' + t''\ \ s.$$

Siendo:
Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
Up (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.
Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en W.
Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
C_H = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
h_H = Espesor de la capa de hormigón, en m.
r = Resistividad natural del terreno, en Wxm.
r_s = Resistividad superficial del suelo, en Wxm.
r_H = Resistividad del hormigón, 3000 Wxm.
t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
t´ = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
t´´ = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.
Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7\ s.$$

$$t = t' = 0.7\ s.$$

Sustituyendo valores:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot r_s \cdot Cs) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8\ V.$$

$$Up\ (acc) = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot r_s \cdot Cs + 3 \cdot r_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 18978.56\ V.$$

$$Cs = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - r / r_s) / (2 \cdot hs + 0{,}106)] = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - 150\ / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0{,}106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - r / r_H) / (2 \cdot h_H + 0{,}106)] = 1 - 0{,}106 \cdot [(1 - 150\ / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0{,}106)] = 0.67$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U'p = 963 V.	£	Up = 9746.8 V.
Tensión de paso en el acceso	U'p (acc) = 2902.5 V.	£	Up (acc) = 18978.56 V.

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	U_E = 4860 V.	£	Ubt = 10000 V.
Intensidad de defecto	Id = 300 A.	>	

8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

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

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn\text{-}p \geq (r \cdot Id) / (2000 \cdot p) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot p) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:
r = Resistividad del terreno en Wxm.
Id = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.9. Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

9. LÍNEA DE M.T

9.1. Régimen permanente.

Para determinar la intensidad nominal máxima de la línea se ha tenido en cuenta la futura ampliación quedando una intensidad máxima de 46,19A. Esta intensidad será la que circulará por la línea de MT de que conecta el centro existente con el nuevo centro a instalar.

Según la tabla 12 de la ITC-LAT-06 que se trascribe a continuación, el cable que se utilizará para estas líneas será RHZ1-18/30 kV 95mm^2 Al tiene una intensidad máxima admisible en instalación enterrada bajo tubo de 190A, considerando una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W, una profundidad de instalación de 1 m y una temperatura del terreno de 25º C, como hipótesis más desfavorable de la instalación.

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

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

Dado que la intensidad máxima admisible es superior a la intensidad nominal demandada, la línea es válida en régimen permanente.

9.2. Régimen cortocircuito.

Tal como se ha mencionado en apartados anteriores, la intensidad máxima de cortocircuito trifásico en la red no será superior a 11.55 kA.
Considerando el cable de 95mm2, la densidad de cortocircuito máxima será de:
Dcc = 11.550 A / 95 mm2 = 121,57 A/mm2
La densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito se puede ver en la tabla siguiente:

Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc}, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm² sección > 300 mm²	 90 70	 240 215	 170 152	 138 124	 107 96	 98 87	 76 68	 62 55	 53 48	 48 43	 43 39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR Uo/U≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

* Δθ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Por tanto, según la tabla anterior, considerando que el cable es de tipo XLPE, la duración del cortocircuito deberá ser inferior a 0,6 segundos para asegurar no superar la densidad admisible de corriente en cortocircuito.
Puesto que se espera que el cortocircuito sea despejado en tiempos muy inferiores (disparo instantáneo de protecciones para cortocircuitos elevados), el cable se considera válido a criterio de cortocircuito.

9.3. Pantalla

Tal como se indica en apartados anteriores, la intensidad de falta a tierra máxima será de 60A, que correspondería a una falta de duración 0,7 segundos.
Puesto que la ITC-LAT-06 obliga a que la pantalla del cable esté dimensionada para aguantar al menos 1.000 A durante 1 segundo, no es necesario su cálculo a cortocircuito en esta instalación.

9.4. cálculos de línea

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 25000
C.d.t. máx.(%): 5
Cos j : 0,8
Coef. Simultaneidad: 1

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

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mW/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm2)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	50	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	75,29	3x95	175	190/1
2	2	10	219	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	46,19	3x95	175	190/1
3	2	11	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	29,1	3x95	175	190/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	25.000	0	75,286 A(3.260 kVA)
2	2,234	24.997,766	0,009	0 A(0 kVA)
10	8,129	24.991,871	0,033*	-46,188 A(-2.000 KVA)
11	2,402	24.997,598	0,01	-29,098 A(-1.260 KVA)

NOTA:
- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3Rl²(kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3Rl²(kW)
1	1	2	0,268	
2	2	10	0,432	0,7
3	2	11	0,008	0,276

Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-10 = 0.03 %
1-2-11 = 0.01 %

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. OBJETO

El documento tiene por objeto determinar las condiciones técnicas mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción de líneas subterráneas de Media Tensión, especificadas en el proyecto correspondiente.
La alteración de estas condiciones sólo será válida mediante escrito ante el titular de la instalación y esta aceptada por su representante legal y por la dirección Facultativa de este proyecto.

3.2. REGLAMENTACIÓN

Se atenderá a la reglamentación expuesta en la memoria descriptiva del proyecto.

3.3. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Es de aplicación general y preferentemente en este Pliego de condiciones, la Normativa UNE, Recomendaciones UNESA, Normas GE y como alternativa, las Normas de prestigio internacional reconocido que en cada caso se citen.
El contratista principal será responsable durante la ejecución de las obras, de todos los daños y perjuicios, directos o indirectos, que puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad, o servicio público o privado, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o una deficiente organización de obras.
Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas, a su costa, adecuadamente.
Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas, deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños y perjuicios causados, en cualquier forma aceptable.

3.4. SUPERVISIÓN DE LA OBRA

La Dirección Facultativa, así como la EMPRESA DISTRIBUIDORA podrá supervisar las características de la misma y las operaciones de tendido, comprobando que se efectúan según las condiciones proyectadas.
Así mismo cualquiera de las partes podrá suspender los trabajos si consideran que no cumplen las condiciones de seguridad exigidas.
Hasta la recepción provisional de la obra el Contratista principal tendrá en cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, descarga, vigilancia y almacenamiento de materiales.
La Propiedad no se responsabiliza del deterioro o pérdida de materiales, y/o cualquier retraso o parada en los trabajos de montaje debido a estas causas, que serán imputables a la Contrata principal.

3.5. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desmontados de los lugares de emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje circundante.
Estos trabajos se considerarán incluidos en el contexto, y por tanto no serán objeto de abonos por su realización.

3.6. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del contratista, los gastos que originen la construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección y vigilancia de los acopios y de la propia obra, contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes, los de limpieza y evacuación de desechos y basuras.
En aquellos casos que por dificultad de espacio en aceras y/o calles, las tierras de excavación impidan el tráfico peatonal o rodado, el contratista deberá prever un contenedor para el almacenamiento de las tierras, facilitando así el paso por la zona de trabajo.
Durante el tendido y acopio de bobinas, exigirá una vigilancia en todo el recorrido durante las 24 horas del día, para que no sea dañado el cable. Así mismo, deberá existir la misma vigilancia y protección adecuada durante la ejecución de los empalmes.
Se considerará finalizada la vigilancia del cable cuando esté tapado con el manto de arena.

3.7. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

Se seguirá, además de lo que se expone en este apartado, lo dispuesto en el documento "Realización del vallado y señalización de obras en la vía pública.
En general las obras se ejecutarán sin perjuicio de terceros y adoptando las disposiciones de seguridad necesarias, tanto para el personal que trabaja en las mismas, como para los usuarios de la vía pública.
En este sentido deberán aceptarse las indicaciones que respecto a señalización y organización del trabajo en relación con el tráfico, puedan señalar los organismos autorizados, debiendo a su vez comunicar a los organismos competentes , si procede, la fecha de comienzo de los trabajos y el plazo para su ejecución, circunstancias que deberán consignarse en una tablilla de características normalizadas que en forma visible deberá figurar adosada a los principales elementos de señalización que se utilicen para los trabajos.
Los elementos que se utilicen para señalización, además de cumplir adecuadamente su finalidad fundamental, deberán mantenerse en perfecto estado de conservación.
Así mismo, en la señalización deberá figurar expresamente el nombre de la empresa contratista principal.
Las normas que puedan establecer los organismos autorizados. la Policía Municipal u órgano equivalente en su defecto, no exime al solicitante de las responsabilidades que respecto a terceros pudieran derivarse de la ejecución de los trabajos señalados en esta autorización.
Los gastos ocasionados por la perfecta señalización de la obra, serán a cargo de la empresa contratista principal.

3.8. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

3.8.1. TRAZADO

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán por terrenos de domino público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.
Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si se conocen las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.
Antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.
Se realizará la señalización de acuerdo con los documentos citados y las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos y personal.
Al marcar el trazado de las zanjas, se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

3.8.2. DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS

Se efectuarán en una amplitud de acuerdo con el proyecto y en función de los cables a instalar utilizando medios manuales o mecánicos.
Para dar cumplimiento a la normativa sobre emisiones de ruido en la vía pública, las herramientas neumáticas que hayan de utilizarse, así como los compresores, serán del tipo insonorizados.
Cuando se trate de calzadas con mortero asfáltico u hormigones en masa se efectuará, previamente un corte rectilíneo con disco al ancho a reponer independientemente del que corresponda a la zanja tipo.

3.8.3. APERTURA DE ZANJAS

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.
Cuando las características del terreno, la existencia de servicios o la previsión de instalación de nuevos servicios cuya construcción comprometa la seguridad del tendido subterráneo se aconsejen, se aumentará la profundidad de la zanja de acuerdo con La Dirección Facultativa.
Se procurará dejar un espacio mínimo de 100 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.
Se deben tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.
Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública, se dejarán los pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial del Organismo competente.
Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las indicadas en proyecto.

3.8.4. CANALIZACIÓN

Cuando el proyecto contemple la utilización de tubos y en los cruces de vías públicas o privadas y los badenes de entrada y salida de vehículos a las fincas, se realizará este tipo de canalización ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocarán en posición horizontal y recta y estarán enterrados en arena (tubos secos) en aquellos accesos que no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje. En los otros casos serán hormigonados (tubos hormigonados).
- Deberán preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva, dependiendo el número de la zona y la situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces de calzada, sobrepasarán la línea del bordillo en 50 u 80 cm, a criterio del técnico encargado de la obra.
- Se utilizarán los tubos de polietileno normalizados, de PN 110 mm de diámetro, con superficie lisa interna.

3.8.4.1. Zanja

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinta profundidad de forma que en cada banda se agrupen cables que vayan a igual tensión.
La separación entre cables o ternas de la misma banda y la separación vertical entre dos bandas de cables será la asignada en el proyecto.
En general, la profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.
Si debe abrirse un terreno de relleno o de poca consistencia, debe recurrirse al entubado en previsión de desmontes.
En el fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que sea en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos de estiramiento.

3.8.4.2. Cable directamente enterrado

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 30 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.
La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena lavada de río. La utilización de cualquier otro tipo de material deberá estar autorizada por La Dirección Facultativa.

3.8.4.3. Cable entubado

El cable, se alojará en el interior de tubos de PE de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 110 mm.
Los tubos podrán estar enterrados en arena u hormigonados en todo su recorrido con hormigón en masa de dosificación igual H-250.
En tramos largos se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico. Además, en estos tramos largos, se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto, o en su defecto, donde señale por la Dirección Facultativa.

3.8.4.4. Cruzamientos

Las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos son las siguientes:
Con calles y carreteras: Los cables se colocarán en tubos hormigonados en toda su longitud a una profundidad mínima de 1m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.
Con ferrocarriles: Los cables se colocarán en tubos hormigonados, perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la travesía. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.
Con otros conductores de energía: La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. En el caso de que esta distancia no pueda respetarse, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica.
La distancia del punto de cruce a los empalmes cuando existan, será superior a 1 m.
Con cables de telecomunicación: La separación mínima entre cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de que no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, hasta 2 m a cada lado del cruce. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del de comunicación, será superior a 1m.
Con canalizaciones de agua y de gas: La separación mínima entre cables de energía y canalizaciones de agua o de gas será de 0,20m. En el caso de que no pueda respetarse esta distancia, se dispondrá por parte de la canalización que se tienda en último lugar, una separación mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Se evitará el cruce por la vertical de los puntos de las canalizaciones de agua o de gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situándose éstos a una distancia superior a 1 m del 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.
Con depósitos de carburantes: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2m por cada extremo.

3.8.4.5. PARALELISMOS

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de seguridad que se indican a continuación, procurando 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 constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica.
- - Con canalizaciones de agua y gas: Se deberá mantener una distancia mínima de 0,25m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 0,40 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar, se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Se procurará así mismo, mantener 0,25 m en proyección horizontal.
En el caso de conducciones de agua, se procurará que éstas queden por debajo del cable eléctrico.

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas para asegurar la ventilación de los conductos, galerías y registros de la canalización eléctrica, con el fin de evitar la posible acumulación de los gases en los mismos.

- - Con cables de telecomunicación: Se deberá mantener una distancia mínima de 0,25 m entre los cables de telecomunicación y los de energía. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar, se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica.

3.8.5. MANIPULACIÓN DE LAS BOBINAS DE CABLES

3.8.5.1. TRANSPORTE

Será por cuenta del contratista el transporte de bobinas, desde los almacenes asignados y la devolución de las vacías a los mismos.
Las bobinas de cables se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los laterales. El transporte se efectuará sobre camiones o remolques.
Para la carga, debe embragarse la bobina por un eje o barra adecuados, alojados en el orificio central.
La braga o estrobo no deberá ceñirse contra la bobina al quedar ésta suspendida, para lo cual bastará disponer un separador o distanciador de los cables de acero.
Para la descarga debe procederse de idéntica manera, no pudiendo dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.
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.
En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas que suelen producirse, las astillan y se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

3.8.5.2. ALMACENAMIENTO

Cuando deba almacenarse una bobina en la que se ha utilizado parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, encintándolos o colocando capuchones de goma fabricados al efecto.

3.8.5.3. TRASLADOS

Cuando las bobinas deban trasladare por tierra rodándolas, operación únicamente aceptable para pequeños recorridos de hasta 10 ó 15 m, el sentido de giro será el mismo en que se enrolló el cable en ella al fabricarse, con el fin de evitar que se afloje el cable.
Normalmente, las bobinas se señalan con una flecha en los laterales, que indica el sentido en que deben desenrollarse, contrario al que se comenta.
Si es necesario revirar las bobinas en algún momento, se empleará un borneador, que, apoyado a uno de los tornillos de fijación de los platos laterales, al tropezar con el suelo cuando gira la bobina, la impulsa hacia el lado contrario.

3.8.6. TENDIDO DE CABLES

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.
La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.
En ningún caso, se dejarán los extremos del cable en la zanja, sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

3.8.6.1. EMPLAZAMIENTO DE LAS BOBINAS PARA EL TENDIDO

La bobina del cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del mismo se efectúe por su parte superior, y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alineación del tendido.
Los elementos de elevación que son necesarios utilizar son gatos mecánicos y una barra de dimensiones convenientes, alojada en le orificio central de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.
La elevación de ésta respecto al suelo es de unos 10 ó 15 cm como mínimo. Al retirar las duelas de protección, se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para desclavarlas pueda dañar el cable.

3.8.6.2. EJECUCIÓN DEL TENDIDO DE CABLE BAJO TUBO DE 160

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 ºC, no se permitirá realizar el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento.
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.
Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión y teniendo en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso, el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las normas UNE correspondientes, relativas a cada tipo de cable.
El deslizamiento del cable se favorecerá con la colocación de rodillos preparados el efecto, estos permiten un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro, dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impidan que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.
Se distanciarán entre sí, de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales.
Esta colocación, será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que faciliten el deslizamiento, deben disponerse otros verticalmente, para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. En estos puntos, debe tenerse en cuenta que la disposición de los rodillos no permita una curva de radio inferior a unas veinte veces el diámetro del cable.
Para evitar el roce del cable contra el suelo a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.
El tendido se efectuará mecánicamente mediante la maquinaria adecuada a este efecto, con un esfuerzo que no será superior a 4 Kg/mm2 cuando se trate de cables trifásicos y a 5 Kg/mm2 para cables unipolares, en caso de ser conductores de cobre. Cuando se trate de conductores de aluminio, éste puede reducirse a la mitad.

En aquellos tramos en que los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El número de peones vendrá determinado por la longitud del cable a tender y su peso, y será fijado por el Director de Obra.
Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido, se coloca en esta extremidad una mordaza tiracables a la que sujeta una cuerda. Estas mordazas, consisten en un disco taladrado por donde se pasan los conductores sujetándolos con manguitos mediante tornillos. El conjunto queda protegido por una envolvente, que es donde se sujeta el fiador para el tiro.
No se permitirá desplazar el cable lateralmente por medio de palancas u otros útiles, debiendo hacerse siempre a mano.
Para evitar que en las distintas paradas que puedan producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable durante éstos, hay que dotarla de un freno.
No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla u otra protección mecánica autorizada por La Dirección Facultativa.
Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar el trabajo en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.
Si involuntariamente se causa alguna avería en estos servicios, se avisará a la
Dirección Facultativa, Contrata principal y a la Empresa correspondiente, con el fin de que procedan a reparar.
En el caso de canalizaciones con cables unipolares, se colocará cada metro y medio envolviendo las tres fases, una sujeción que agrupe los tres conductores y los mantenga unidos.
No pasarán por un mismo tubo más de una terna de cables unipolares.

3.8.7. PROTECCIÓN MECÁNICA

Todo cable se protegerá mecánicamente mediante placa de polietileno normalizada, según se indica en los planos correspondientes.
En las separaciones de cruces y paralelismos se utilizarán placas de PPC según lo indicado en memoria y planos de proyecto.

3.8.8. SEÑALIZACIÓN

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada a la distancia que marca el proyecto.

3.8.9. CIERRE DE ZANJAS

El relleno de zanjas se efectuará con compactación mecánica, por tongadas de un espesor máximo de 15 cm. En los casos en que se estime necesario y a petición del Dirección facultativa o LA DISTRIBUIDORA, y/u Organismo Oficial competente, se comprobará el grado de compactación alcanzado, mediante ensayo en un laboratorio de mecánica del suelo en que se justifique que la densidad de relleno ha alcanzado como mínimo el 95% de la densidad correspondiente, para los materiales de relleno en el ensayo Proctor modificado. Es necesario que se presenten al D.F. y a LA DISTRIBUIDORA, los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio, y muy especialmente los referentes a compactaciones de las distintas tongadas de relleno ejecutadas.
El contratista principal será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que efectuarse.

3.8.10. REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS

La reposición de pavimento tanto de calzadas como de aceras se realizará en condiciones técnicas de plena garantía, recortándose su superficie de forma uniforme y extendiendo su alcance a las zonas limítrofes de las zanjas que pudieran haber sido afectadas por la ejecución de aquellas.
El pavimento se repondrá utilizando el mismo sistema previamente existente, salvo variación aceptada por La Dirección Facultativa y EMPRESA DISTRIBUIDORA
En los casos de aceras de aglomerado, asfáltico en las que la anchura de las zanjas sea superior al 50% de la anchura de aquéllas, la reposición del pavimento deberá extenderse a la totalidad de la acera.

3.8.11. EMPALMES Y TERMINACIONES

Se seguirán los procedimientos establecidos por los fabricantes y homologados por la EMPRESA DISTRIBUIDORA.
Los operarios que realicen los empalmes, conocerán y dispondrán de la documentación necesaria para evaluar la confección del empalme y estarán homologados por la EMPRESA DISTRIBUIDORA.
Se tendrá especial cuidado en los puntos siguientes:
Dimensiones del pelado de cubierta, semiconductora externa e interna, utilización de manguitos correcta y engaste con el utillaje necesario, limpieza general, aplicación del calor uniformemente en los termoretráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

3.8.12. TUBOS SERVICIOS AUXILIARES (FIBRA ÓPTICA)

Cuando así se especifique, se colocará a todo lo largo del recorrido un tritubo rígido de PVC con grado de protección IP7, de superficie lisa y de diámetro interior 74 mm, destinado a alojar un cable de telemando.

3.9. RECEPCIÓN DE OBRA

Durante la obra la Dirección Facultativa podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones, siendo esta verificación por cuenta del contratista Principal.
Las obras ejecutadas tendrán, muy especialmente en cuanto a la reposición de pavimento, el plazo de garantía recogido en el Contrato, estando obligado el contratista principal a rectificar los defectos que en la obra ejecutada resulten apreciables al criterio justificado de La Dirección Facultativa, EMPRESA DISTRIBUIDORA y/u Organismos Oficiales competentes.
Caso de que no fuese atendida la orden de reparación en el plazo de diez días contados a partir de la fecha de comunicación de aquélla, La Dirección Facultativa, podrá ordenar libremente la ejecución de aquellas reparaciones, por las que se pasará al Contratista principal el cargo correspondiente incrementado con las correspondientes sanciones.
La Propiedad, podrá ordenar al Contratista principal a través del D.F., que realice alguna obra complementaria, abonando el importe de la misma, a los precios reflejados en el Contrato para el desglose de unidades.
Al finalizar la obra, el contratista principal entregará el plano "as built" del tendido, en el cual se indicarán, además de las características del trazado, la situación exacta de los conductores,

acotando la profundidad y distancia a fachadas, etc. de los puntos del trazado, así como las diferentes secciones tipo que pudieran existir.
Así mismo en el caso necesario, tal como marca el Contrato, el contratista entregará el certificado de la obra y la documentación necesaria en los plazos previstos.

3.10. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo máximo autorizado para la ejecución de esta instalación vendrá fijado en el contrato de adjudicación.
Para poder observar el cumplimiento de estas condiciones, la fecha de comienzo real de los trabajos deberá comunicarse con antelación suficiente al Contratista principal y a los organismos que pueden resultar afectados.
Será imprescindible para el comienzo de la obra, contar con la conformidad y condiciones aceptadas de La Propiedad.