



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Implantación del Proyecto STAR, en un CTD 20.000/400 V

MEMORIA PRESENTADA POR:

Vicent Sales Sebastià

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Convocatoria de defensa: NOVIEMBRE DE 2016



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

**TÍTULO DEL TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**“IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO STAR EN UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
DE DISTRIBUCIÓN 20.000/400V”**

Autor: Vicent Sales Sebastià

Tutor: Jesús Pérez Ibáñez

Curso: 2016-17



ÍNDICE.....	1
Lista de símbolos.....	5
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO 2. MEMORIA DEL TRABAJO.....	11
2.1. Objeto del trabajo.....	11
2.2. Alcance.....	11
2.3. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	12
2.4. Programa de necesidades.....	12
2.5. Justificación de las instalaciones.....	14
2.5.1. Introducción.....	14
2.5.2. Informe de la compañía suministradora.....	14
2.5.3. Diseño.....	15
2.6. Red subterránea de Media Tensión.....	16
2.6.1. Características de las instalaciones.....	16
2.6.2. Descripción del trazado.....	16
2.6.3. Características de los materiales.....	17
2.6.4. Canalizaciones para redes de Media Tensión.....	28
2.6.5. Cruzamientos, proximidades y paralelismos.....	31
2.6.6. Puesta a tierra de las pantallas de los cables.....	33
2.6.7. Protecciones.....	34
2.7. Centro de Transformación.....	35
2.7.1. Introducción.....	35
2.7.2. Emplazamiento del CT.....	35
2.7.3. Potencia necesaria en kVA's. Descripción del CT.....	35



2.7.4. Justificación de la necesidad o no de estudio de impacto ambiental.....	37
2.7.5. Descripción de las instalaciones.....	37
2.7.6. Puesta a tierra del Centro de Transformación.....	66
2.8. Red Subterránea de Baja Tensión.....	70
2.8.1. Introducción.....	70
2.8.2. Características de la red de BT.....	70
2.8.3. Potencia a transportar por la red de BT.....	70
2.8.4. Trazado de las líneas	71
2.8.5. Esquema de distribución.....	71
2.8.6. Características de los materiales.....	72
2.8.7. Canalizaciones.....	74
2.8.8. Puesta a tierra del neutro.....	76
2.8.9. Protecciones.....	76
2.9. Descripción del Proyecto STAR.....	77
CAPÍTULO 3. CÁLCULOS.....	84
3.1. Cálculos de las instalaciones de Puesta a Tierra (PaT).....	84
3.1.1. Cálculo de las características del suelo.....	84
3.1.2. Determinación de las corrientes máximas de PaT y del tiempo máximo de eliminación del defecto.....	84
3.1.3. Diseño preliminar de las instalaciones de tierra, servicio y protección.....	84
3.1.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	86
3.1.5. Cálculos de las tensiones en el exterior de la instalación.....	87
3.1.6. Cálculos de las tensiones en el interior de la instalación.....	87
3.1.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.....	88
3.1.8. Investigación de las tensiones trasferibles al exterior.....	89



3.1.9. Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo.....	89
3.2. Cálculos eléctricos de la red de BT.....	90
3.2.1. Intensidad máxima admisible en cada línea de BT.....	90
3.2.2. Potencia a transportar por cada línea	90
3.2.3. Caída de tensión en las líneas	90
3.2.4. Protección de las líneas contra sobrecargas y cortocircuitos.....	91
3.3. Cálculos eléctricos de la red de MT.....	101
3.3.1. Intensidad a transportar por la línea.....	101
3.3.2. Caída de tensión de la línea.....	101
CAPÍTULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES.....	103
4.1. Generalidades.....	103
4.2. Pliego de condiciones técnicas generales.....	103
4.3. Pliego de condiciones técnicas particulares.....	110
4.3.1. Generalidades.....	110
4.3.2. Definición de las obras.....	110
4.3.3. Compatibilidad y prelación de documentos.....	110
4.3.4. Normas generales en la ejecución de las obras.....	112
CAPÍTULO 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	116
5.1. Objetivo y aplicación.....	116
5.1.1. Normativa aplicable.....	116
5.2. Desarrollo del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	118
5.2.1. Características generales de la obra.....	118
5.2.2. Identificación de riesgos.....	118
5.2.3. Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos.....	121



5.2.4. Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases más comunes en los trabajos a desarrolla.....	123
5.2.5. Riesgos y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo.....	131
5.2.6. Centro de transformación otros usos.....	135
5.2.7. Conclusión.....	137

CAPÍTULO 6. PRESUPUESTO.....139

CAPÍTULO 7. PLANOS

-Línea Subterránea de Media Tensión

-LSMT vista Google Maps

-Detalle de la instalación

Los tres planos se encuentran en la carpeta anexa a esta memoria



LISTA DE SÍMBOLOS

AL	Aluminio
BOE	Boletín Oficial del Estado
BT	Baja Tensión
CNE	Celda No Extensible
CE	Celda Extensible
CGP	Caja General de Protección
CT	Centro de Transformación
CTD	Centro de Transformación de Distribución
d	Diámetro del conductor
I	Intensidad de corriente
I_a	Intensidad de defecto mínima que hace actuar las protecciones
I_b	Intensidad de diseño
I_{cc}	Intensidad de cortocircuito
I_d	Intensidad de defecto
I_{dm}	Intensidad máxima de defecto
I_n	Intensidad nominal del fusible
ITC	Instrucción Técnica Complementaria
I_z	Intensidad admisible en las condiciones de instalación
I_{1F}	Intensidad máxima de defecto a tierra
K	Coeficiente que depende del material, utilizado para el cálculo de I_{cc}
K_c	Coeficiente de tensión de contacto
K_p	Coeficiente de tensión de paso
K_r	Coeficiente de puesta a tierra
LSBT	Línea Subterránea de Media Tensión
MT	Media Tensión
MT	Manual Técnico de la compañía distribuidora



n	Número de conductore
NI	Norma particular de Iberdrola
PaT	Puesta a Tierra
P_{cu}	Pérdidas en el hierro del transformador
TFG	Trabajo fin de Grado
PGOU	Plan General de Ordenación Urbana
P_L	Potencia de la línea
RD	Real Decreto
REBT	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
R	Resistencia del conductor
R	Resistencia de la línea
R_n	Resistencia de puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión
R_t	Resistencia de tierra
R_{tm}	Resistencia máxima de puesta a tierra
S	Sección del conductor/Potencia aparente del transformador
SF6	Hexafloruro de azufre
S_p	Sección mínima de puesta a tierra
ST	Subestación Transformadora
U_{cc}	Tensión de cortocircuito del transformador
U_n	Tensión nominal de la línea
UNE	Norma Española
U_{Rcc}	Componente resistiva de la tensión de cortocircuito del transformador
U_{Xcc}	Componente inductiva de la tensión de cortocircuito del transformador
V	Esfuerzo vertical total sobre el apoyo
V_{ca}	Tensión máxima de contacto aplicada (CT)
V_{cadm}	Tensión máxima de contacto admisible (CT)
V_{padm}	Tensión máxima de paso admisible (CT)



X	Reactancia del conductor
X_L	Reactancia de la línea
XLPE	Polietileno reticulado
X_n	Reactancia de puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión
Z_{cc}	Impedancia de cortocircuito del transformador
Z_k	Impedancia total que interviene en el cortocircuito
Z_L	Impedancia de la línea
Z_n	Impedancia de puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión
Z1	Cubierta exterior poliolefina



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



INTRODUCCIÓN



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente proyecto con un doble objetivo: por un lado, la motivación del autor de finalizar sus estudios de Grado en Ingeniería Eléctrica en la EPSA, UPV y por otro el definir las características de diseño y cálculo de la infraestructura necesaria para la electrificación de un bloque de viviendas en la ciudad de València. Haciendo un mayor énfasis en la implantación del proyecto STAR para seguimiento y supervisión del consumo eléctrico por parte de la compañía.

En el capítulo 2, se presenta la memoria de las instalaciones de MT, CT y BT, necesarias para la instalación de dicha electrificación, así como aquellos cálculos que por su simplicidad no dificultan la lectura de la misma.

En el capítulo 3 se detallan aquellos cálculos que por su naturaleza podrían dificultar el seguimiento de la memoria descrita en el capítulo 2, entre otros los cálculos de centro de transformación.

En el capítulo 4 se ha incluido el pliego de condiciones del conjunto de instalaciones de este proyecto. El objeto y fin de este pliego de condiciones es establecer las condiciones técnicas con arreglos a las cuales ha de realizar la ejecución de la obra del centro de transformación, línea subterránea de 20 kV y redes subterráneas de BT.

En el capítulo 5, se ha incluido el Estudio Básico de Seguridad y salud de las obras a realizar incluyendo MT, BT y CTD, para la electrificación del bloque de viviendas. En atención al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.977, por el que se establece disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En el capítulo 6 se detalla el presupuesto de las instalaciones a que hace referencia este trabajo. El presupuesto se ha dividido en los distintos tipos de instalaciones, de forma que queden agrupadas las unidades de obra correspondientes, para una mejor comprensión y revisión de las mismas. Para su realización se ha utilizado el programa informático de cálculo "Excel".

Para finalizar, en el capítulo 7, se detallan los planos necesarios para la ejecución de las instalaciones del bloque de viviendas, ordenadas y agrupadas por tipo de instalaciones.



MEMORIA DEL TRABAJO



CAPÍTULO 2. MEMORIA DEL PROYECTO.

2.1. Objeto del proyecto.

El siguiente trabajo tiene como objeto, la finalización de los estudios de Grado en Ingeniería Eléctrica por parte del autor, además, la simulación de la electrificación de un bloque de viviendas situado en la ciudad de València.

De esta forma pondremos en práctica varios de los conocimientos adquiridos durante el periodo universitario y simularemos el diseño de una línea subterránea de Media Tensión, dos líneas subterráneas de Baja Tensión y un Centro de Transformación de Distribución 20000/400V.

A todo esto, le incorporaremos la aparamenta necesaria para la telegestión del consumo eléctrico, siguiendo la normativa de la compañía suministradora y que será de obligado cumplimiento a partir de 2018.

2.2. Alcance

Las instalaciones a realizar y su dimensión son en función del área ocupada por la edificación del inmueble a la cual se pretende dotar de infraestructura eléctrica.

El ámbito de aplicación del proyecto es del bloque residencial situado en la ubicación que mencionamos anteriormente, situada en suelo urbano de València.

La zona a electrificar se corresponde a una zona regular, situada junto al antiguo cauce del río Túria, según lo marcado en plano adjunto de emplazamiento y situación.

La electrificación del inmueble consta de una totalidad de 750 m², distribuida en una sola parcela, donde tendremos:

- Garaje de 750m² con ventilación forzada.
- Bajo comercial de 200m².
- Un conjunto de 27 viviendas con electrificación elevada, repartidas en todo el edificio.

CAMPUS D'ALCOI

2.3. Disposiciones legales y normas aplicadas

Para la elaboración de este trabajo se han tenido en cuentas las siguientes reglamentaciones y disposiciones:

- Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT) aprobado por Decreto 223/2008 de 15 febrero, publicado en el BOE el 19 de marzo de 2008.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el B.O.E 1-8-84.
- Reglamento Electrotécnico de Baja tensión e Instrucciones Complementarias aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en el BOE nº 224 del 18 de septiembre de 2002.
- Normativa UNE y UNESA aplicable.
- Normas particulares de la compañía suministradora (Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.), sobre la construcción, montaje y características de materiales de líneas subterráneas de Media Tensión, Centros de Transformación y redes subterráneas de distribución en baja tensión.
- Disposición de la Administración Central, Autonómica y Local, que le son de aplicación.

2.4. Programa de necesidades. Previsión de cargas.

A partir de los datos proporcionados por la planta del emplazamiento del bloque de viviendas: superficie en metros cuadrados, uso permitido, la previsión de cargas se realiza de acuerdo a la ITC – BT – 10 del REBT que establece las siguientes potencias mínimas:

Edificios residenciales: Según el número de viviendas, obtendremos un coeficiente de simultaneidad u otro. En nuestro caso será un coeficiente de simultaneidad $k= 18.3$.

CAMPUS D'ALCOI

Potencia edificio

Nº de edificios	Superficie (m ²)	Potencia instalada(kW)	Potencia (kVA)
1	750	209.16	232.40

Detalle de la previsión de potencias:

Denominación	Unidades	Potencia	
		kW	TOTAL KW
Garaje	1	10,4	10,4
Servicios generales	1	10,4	10,4
Bajo comercial	1	20	20
Viviendas			
Electrificación elevada	27	9,2	248,4
		TOTAL	289,2

La potencia instalada será de 289.20 kW, ahora calcularemos la nueva potencia aplicando el coeficiente de simultaneidad pertinente:

Denominación	Unidades	Potencia	
		kW	TOTAL KW
Garaje 750m ² con ventilación forzada	1	10,4	10,4
Usos comunes (alumbrado, ascensor y bomba de presión)	1	10,4	10,4
Bajo comercial 200m ²	1	20	20
Viviendas Electrificación elevada n>21 viviendas= 15,3 + (27-21) x 0,5= 18,3=K	18,3	9,2	168,36
		TOTAL	209,16

Tras aplicar el coeficiente K= 18.3 a las viviendas, obtendremos que la potencia sobre la que tenemos que realizar los cálculos sea la de **209.16 kW**

Tras una explicación breve sobre la previsión de cargas, puede causar confusión el hecho de que sobredimensionemos nuestra instalación. En caso de que nuestro CT fuera de abonado, con una sección y trafo de menor potencia sería más que suficiente. No obstante, al tratarse de un CTD, no sabemos cuál va a ser la demanda que podrá tener dicha instalación en un futuro. Al estar mallada la red de Iberdrola, nuestro CTD pasará a ser un eslabón más de la malla anteriormente dicha, y si ahora, tenemos previsto que pase la potencia anteriormente calculada, en un futuro esta potencia se puede ver alterada y por ello tenemos que dejarlo preparado para realizar las menores modificaciones posibles si aumentara la demanda.

Como conclusión, sobredimensionamos nuestra instalación para que en un futuro nuevos abonados utilicen nuestra instalación sin hacer apenas modificaciones.

CAMPUS D'ALCOI

2.5. Justificación de las instalaciones

2.5.1. Introducción

Con los datos de partida, consistentes en la planta de la urbanización con los usos previstos, en formato gráfico, y la información de previsión de cargas en formato alfanumérico se realiza la solicitud de suministro a la Compañía Distribuidora de la zona, de acuerdo con el Art.º 45 del RD 1955/2000.

Esta solicitud es imprescindible no solo para dar cumplimiento a la legislación vigente si no porque el punto de entronque de una nueva instalación de distribución de la magnitud del presente trabajo solo lo puede efectuar el titular de la red existente, que posee toda la información en cuanto:

- Estado de cargas y su evolución por crecimiento natural de la demanda.
- Potencias disponibles a nivel de red de ST, MT y red de BT.

Como consecuencia se diseñarán las instalaciones de extensión necesarias, de acuerdo tanto con las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, como con las establecidas por la empresa distribuidora y aprobadas por la administración competente.

Las instalaciones de extensión que se proyectarán serán cedidas a la empresa distribuidora de la zona, sin que se proceda el cobro por el distribuidor de la cuota de extensión que se establece en el artículo 47 del R.D. 1955/2000.

2.5.2. Informe de la compañía suministradora

Con los datos facilitados, la Compañía distribuidora emite informe indicando que la alimentación del inmueble se realizará mediante la infraestructura de alta tensión (20 kV) existente en la zona, una línea subterránea de 240 mm² de AL denominada LSMT-13 de la ST Aqua, que se encuentra junto a la manzana donde se ubicará nuestro inmueble. También facilita descripción de las principales instalaciones a realizar y sus características, para que puedan integrarse en la red de distribución:

- Entronque en un punto de la LSMT, de alimentación exterior con cable HEPR-Z1 240 mm² AL.
- Desarrollo del centro de transformación necesario para la potencia solicitada.
- LSBT de distribución en baja tensión de sección 240 mm² en todo su recorrido.



CAMPUS D'ALCOI

2.5.3. Diseño

La LSMT 240 mm^2 , tiene una capacidad de transporte de 10.756 kW, considerando un factor de potencia de 0.9, de los cuales actualmente se utilizan, según los datos facilitados por la compañía distribuidora, 0 kW, ya que estamos instalando una línea inexistente. De acuerdo con la previsión de potencia realizada en el apartado 2.4 la potencia de transporte prevista en media tensión es de 232.40 kW, por lo que la capacidad de transporte de la línea que queremos instalar es suficiente para abastecer al inmueble objeto de este trabajo, dejando una tolerancia de potencia para el crecimiento vegetativo de la zona.

En suelo urbanizable las líneas eléctricas tanto de alta tensión como de baja tensión serán subterráneas.

Además de la infraestructura mencionada, para dotar de suministro eléctrico al inmueble y de acuerdo con la previsión de potencia realizada, será necesaria la construcción de un Centro de Transformación, un anillo de media tensión que los alimente desde la LSMT de alimentación exterior y la red de baja tensión que asegure la distribución de la energía eléctrica de acuerdo con las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias.

En el diseño de las instalaciones se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los conductores a instalar en media tensión tendrán una sección de 240 mm^2 .
- La red de distribución en baja tensión tendrá una sección de 240 mm^2 en todo su recorrido.
- El primer entronque lo haremos en la subestación en una celda de línea, mientras que el segundo entronque lo haremos en el CT aguas abajo del CT objeto de nuestro proyecto.

Bibliografía: NI 56.43.01, Reglamento para líneas eléctricas de Alta Tensión, MT 2.31.01, MT 2.31.01

CAMPUS D'ALCOI

2.6. RED SUBTERRÀNEA DE MEDIA TENSIÓN

2.6.1. Características de las instalaciones existentes:

Actualmente, en las proximidades donde se va a ubicar nuestra obra, no discurren líneas de MT. Por ello, nos vemos con la necesidad de tender una nueva línea procedente de la ST Aqua. Dicha ST dispone de un gran número de líneas libres donde poder conectarnos. En este caso, por razones de proximidad, hemos decidido que la línea de la que tomaremos tensión será la Línea 13 de la ST Aqua.

2.6.2. Descripción del trazado.

Las líneas subterráneas tienen un coste mucho más elevado que otro tipo de líneas, por ejemplo las aéreas. Debido a que los cables a instalar tienen un coste mucho más elevado, ya que son cables perfectamente aislados. No obstante, esta no es la principal diferencia de precio respecto a las líneas aéreas, la causa por la que estas instalaciones son mucho más elevada es debido a la obra civil que esta conlleva.

Para las dos líneas de MT necesarias para la instalación de nuestro CT, hemos realizado un estudio previo para intentar utilizar los menos recursos posibles y reducir el impacto económico como el impacto en obra civil que una obra de estas características conlleva.

La LMT1 tendrá una distancia de 245.67m, mientras que la LMT2 será de 225.39m. Ambas líneas estarán conectadas en anillo. De esta forma, nos garantizaremos de que en caso de avería, podremos descartar tramos de línea que no se vean afectados por la avería. Se podrá acotar de forma sustancial la zona averiada y podremos dejar con suministro el tramo de línea restante, alimentándola desde otro punto.

La principal diferencia entre conexión en anillo (mallada) o punta (radial), es que en punta dejaremos sin suministro el tramo existente situado aguas abajo de la avería. Mientras que en anillo, podremos alimentar desde otro punto la línea y poder dar servicio al tramo de línea restante.

CAMPUS D'ALCOI

2.6.3. Características de los materiales

Las principales características de la instalación son:

Tensión nominal	12/20 kV
Tensión más elevada	24 kV
Tensión nominal soportada a los impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión nominal soportada de corta duración a frecuencia industrial	50 kV

Las características generales de los cables y accesorios que intervienen en el presente trabajo se especifican a continuación.

2.6.3.1. Cables

La instalación se realizará mediante conductor aislado directamente enterrado bajo tubo, para lo que se utilizarán únicamente cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

Conductor	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022
Pantalla sobre el conductor	Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
Aislamiento	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR)
Pantalla sobre aislamiento	Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
Cubierta	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

CAMPUS D'ALCOI

Tipos de cables normalizados según Iberdrola:

Designación	Tensión	Naturaleza	Sección	Suministro		Código
	nominal	y sección conductor	pantalla	Longitud normalizada	Tipo de bobina	
	kV	mm ²	mm ²	± 2% m	UNE 21167	
HEPRZ1 12/20 1x50 K Al+H16	12/20	Al 50	16	820	14	5641814
HEPRZ1 12/20 1x150 K Al+H16		Al 150	16	1000	20	5641818
HEPRZ1 12/20 1x240 K Al+H16		Al 240	16	1000	22	5641820
HEPRZ1 12/20 1x400 K Al+H16		Al 400	16	1000	22	5641822
HEPRZ1 18/30 1x50 K Al+H16	18/30	Al 50	16	580	14	5643314
HEPRZ1 18/30 1x150 K Al+H25		Al 150	25	1000	22	5643318
HEPRZ1 18/30 1x240 K Al+H25		Al 240	25	1000	22	5643320
HEPRZ1 18/30 1x400 K Al+H25		Al 400	25	1000	22	5643322
HEPRZ1 (AS) 12/20 1x50 K Al+H16	12/20	Al 50	16	820	14	5641830
HEPRZ1 (AS) 12/20 1x150 K Al+H16		Al 150	16	1000	20	5641833
HEPRZ1 (AS) 12/20 1x240 K Al+H16		Al 240	16	1000	22	5641835
HEPRZ1 (AS) 12/20 1x400 K Al+H16		Al 400	16	1000	22	5641837
HEPRZ1 (AS) 18/30 1x50 K Al+H16	18/30	Al 50	16	580	14	5643330
HEPRZ1 (AS) 18/30 1x150 K Al+H25		Al 150	25	1000	22	5643333
HEPRZ1 (AS) 18/30 1x240 K Al+H25		Al 240	25	1000	22	5643335
HEPRZ1 (AS) 18/30 1x400 K Al+H25		Al 400	25	1000	22	5643337

Estos cables se designarán mediante las indicaciones siguientes:

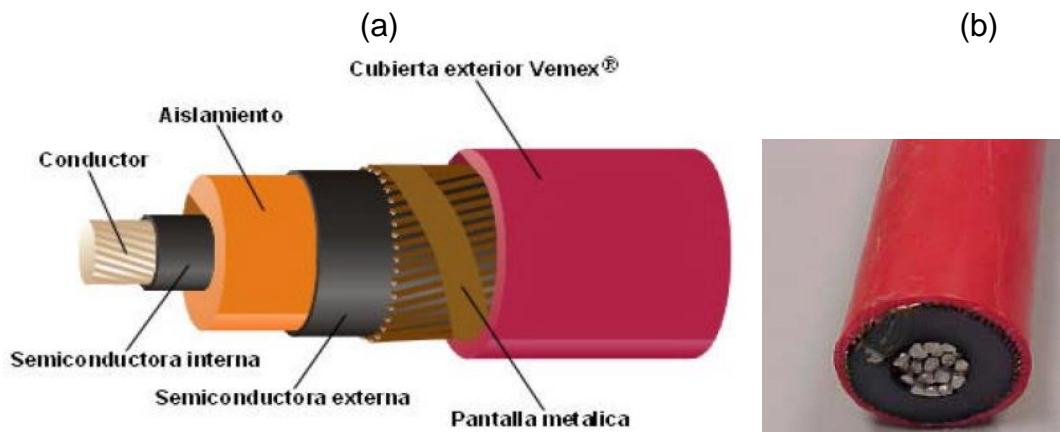
- Relativo a tipo constructivo: HEPR.
- H: Pantallas semiconductoras y metálicas añadidas.
- EPR: Aislamiento: Etileno propileno de alto módulo HEPR.
- Z1: Cubierta. Compuesto de Poliiolefina.
- Relativo a la seguridad frente al fuego.
- (AS) No propagador del incendio y baja emisión de humos y gases ácidos y corrosivos.
- Relativo a su tensión asignada U0/U en kV: 12/20 Ó 18/30.
- Relativo al conductor: unipolar, 1.
- Relativo a la sección en mm².
- Relativo a la forma del conductor, circular compacta, K.
- Relativo a la naturaleza del conductor aluminio, Al.
- Relativo a la pantalla: Sección en mm². de la pantalla metálica, precedida del signo + y la letra H.

CAMPUS D'ALCOI

Las características eléctricas de los cables con aislamiento etileno propileno de alto modulo (HEPR) son las siguientes:

Sección mm^2	Tensión U_0/U kV	Resistencia máx. a 90°C Ω/km	Reactancia Ω/km	Capacidad $\mu F/km$
50	12/20	0.822	0.133	0.206
150		0.265	0.112	0.368
240		0.162	0.105	0.453
400		0.102	0.098	0.536
50	18/30	0.822	0.144	0.161
150		0.265	0.122	0.266
240		0.162	0.113	0.338
400		0.102	0.106	0.401

En la figura (a), se representa la constitución y estructura del cable, identificando cada una de sus partes y en la (b) su aspecto real.



(a) estructura del cable, (b) imagen real

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican a continuación.

Tipo de aislamiento	Tipo de condiciones	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105 ° C	> 250° C

El régimen de carga que van a soportar los cables de esta instalación será de servicio permanente, por lo que la temperatura máxima que podrán soportar será de 105° C.

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores influyen en las intensidades máximas admisibles.

Condiciones tipo de instalación enterrada

A efectos de determinar la intensidad admisible se consideran las siguientes condiciones tipo:

- Si los cables son unipolares irán dispuestos en haz.
- Enterrados a una profundidad de 1 m en terrenos de resistencia térmica media de 1,5 K·m/W, y con una temperatura del terreno a dicha profundidad de 25 °C.
- Temperatura máxima en el conductor 105° C.
- Temperatura del aire 40°C.

En la tabla siguiente se indican las intensidades máximas admisibles en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables unipolares de aluminio con aislamiento seco, para canalizaciones directamente enterradas.

Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados:

Sección (mm^2)	Cu	Al
150	360	275
240	470	365
400	600	470

Para un correcto funcionamiento de la instalación, deberemos tener en cuenta que el conductor nunca debe superar una temperatura de 105°C. Así, podremos garantizar un buen funcionamiento de la instalación, ya que con una temperatura mayor, el material aislante podría perder sus propiedades y dar pie a futuras averías.

CAMPUS D'ALCOI

2.6.3.1.2. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Estas son las que no provocan ninguna disminución de las características de aislamiento de los conductores, incluso después de un número elevado de cortocircuitos.

A continuación se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores en función de los tiempos de duración del cortocircuito para cables de aluminio, con tipo de aislamiento XLPE y HEPR, extraída del MT 2.31.01 de Iberdrola.

Tipo de Aislamiento	$\Delta\theta^*$ (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
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Siendo $\Delta\theta^*$ la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado según UNE 21 192, considerándose como temperatura inicial θ_i , las temperaturas máximas en servicio permanente para cada tipo de aislamiento (XLPE y HEPR) θ_s , y como temperatura final la de 250 °C. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

En estas condiciones:

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

En donde:

- I_{cc} = corriente de cortocircuito, en amperios
- S = sección del conductor, en mm²
- K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas inicial y final del cortocircuito.
- T_{cc} = duración del cortocircuito, en segundos

CAMPUS D'ALCOI

2.6.3.1.3. Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas

Las Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas de los cables de aislamiento seco varían de forma notable con el diseño del cable. Esta variación depende del tipo de cubierta, del diámetro de los hilos de la pantalla, de la colocación de estos hilos, etc. Por este motivo no puede usarse una tabla genérica.

El cálculo será realizado siguiendo la norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. Los valores obtenidos no dependerán del tipo de aislamiento, ya que en el cálculo intervienen solo las capas exteriores de la pantalla. La norma UNE 211435 no será de aplicación para estos cálculos. El dimensionamiento mínimo de la pantalla será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

En la siguiente tabla, se indica, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito, para cables con tipo de aislamiento XLPE y HEPR, extraída del MT 2.31.01 de Iberdrola.

Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Aislamiento	Sección mm ²	Duración en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductor exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Temperatura inicial pantalla: 70°C, para XLPE y 85°C para HEPR.
- Temperatura final pantalla: 180°C.

Se supone en el cálculo que las temperaturas iniciales de las pantallas son 20°C inferiores a la temperatura de los conductores.

El cálculo se ha realizado siguiendo la norma UNE 211 003, aplicando el método indicado en la norma UNE 21 192.

CAMPUS D'ALCOI

2.6.3.1.4. Sección del conductor.

Para la elección de la sección de un conductor se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Intensidad máxima admisible por el cable.
- Caída de tensión (valor máximo admisible 5 %).
- Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.

La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas.

De acuerdo con los cálculos realizados en el apartado 2.4.1, la potencia simultánea a nivel de LSMT es de kVA, y teniendo en cuenta la carga a transportar será de 209.16 kW (232.40 kVA). Los cálculos de dichas potencias vienen indicados en la tabla referente a la BT y la intensidad que circulara por el cable:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * V} = \frac{232.40}{\sqrt{3} * 20} = 6.78 A$$

La intensidad máxima admisible de un conductor HEPRZ1 240 AL, directamente enterrado es de 365 A. Como podemos observar, al utilizar la sección de 240mm, estaremos sobredimensionando la instalación, ya que la empresa distribuidora obliga a ellos y así poder abastecer a futuras instalaciones en un futuro sin necesidad de la hacer una nueva instalación o una aplicación del tendido eléctrico.

La empresa suministradora hace mención en la MT 2.31.01, la necesidad de instalar con cable seco unipolar 240 mm² de sección para los CTD

Para el anillo de LSMT HEPRZ-1 240 AL de unión de los Centros de transformación la intensidad máxima admisible bajo tubo es de 345 A, y por tanto también es válida.

Finalmente, se selecciona cable de 240 mm² de sección con las siguientes características específicas:

Tipo Constructivo	Tensión Nominal	Sección Conductor	Sección Pantalla
HEPRZ1	12/20 kV	240 mm ²	16 mm ²

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C.

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s: 250°C.

CAMPUS D'ALCOI

La elección de la sección del cable en función de la caída de tensión y de la Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito, hace necesario el conocimiento de la topología de la red hasta el punto de entronque. Además la incorporación de nuevos tramos de líneas o bien su cambio por otras nuevas, hacen que este dato no sea de valor constante, por lo que la compañía distribuidora en sus normas particulares MT 2.03.20, indica una serie de datos básicos para el estudio, cálculo, diseño y explotación de las instalaciones de media tensión que a futuro se conectarán a su red de distribución. De dicho apartado obtenemos entre otros los siguientes datos:

- Tensión nominal 20 kV.
- Intensidad de cortocircuito trifásico durante 1 segundo, 12,5 kA, para tensiones hasta 24 kV.
- Tiempo de eliminación del defecto a tierra 0,2 segundos de 100 a 1000 A y 0,5 segundos hasta 100 A.

Para calcular la caída de tensión de la LMT1 nos basaremos en la fórmula y la tabla situada más abajo, con la intención de poder prever y regirnos por las normas de la empresa suministradora la caída de tensión. Según la NI 56.43 .01 nos dice que:

No obstante, como comprobación, la caída de tensión viene dada por la expresión:

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

que para el cable seleccionado será:

$$\Delta U_{LSMT1} = \sqrt{3} \cdot 6.78 \cdot 0.245 \cdot (0.21176 \cdot 0.9 + 0.0395 \cdot 0.4358) = 0.59V$$

La línea no supera el 5% (1000 V) teniendo un valor de 0.002%, este valor resulta insignificante, ya que tanto la longitud y la intensidad de corriente es muy reducida para una LSMT.

Resistencia, reactancia y capacidad.- En la siguiente tabla se indican las características de resistencia a 105°C, la reactancia a la frecuencia de 50 Hz y la capacidad. Resistencia, reactancia y capacidad

Sección mm ²	Tensión nominal kV	Resistencia máx.a 105°C Ω/km	Reactancia por fase Ω/km	Capacidad μF/km
50	12/20	0,862	0,133	0,206
150		0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,106	0,098	0,536
50	18/30	0,862	0,144	0,161
150		0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,106	0,106	0,401

CAMPUS D'ALCOI

En cuanto a la intensidad de cortocircuito, el cable elegido cumple sobradamente al ser muy inferior el valor de la lcc dada por el MT 2.03.20, de 12,5 kA durante un segundo, respecto al valor admisible en el conductor en función del tiempo, que según se indica en el apartado 2.6.3.1.2, para un segundo es de 89 kA.

2.6.3.2. Accesorios

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo las indicaciones de las normas de la empresa suministradora cuando existan, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

2.6.3.2.1. Terminales

Las características de los terminales serán las establecidas en la NI 56.80.02 de Iberdrola. La tecnología de instalación aceptada será contráctil en frío de presentaciones monobloc o integral según lo indicado en el capítulo 5 de la UNE 211027. Cumplirá además con las características indicadas en el capítulo 6 de la citada norma y con lo que a continuación se indica:

- El control del campo estará integrado con la cubierta del terminal.
- Las superficies expuestas al contorneo serán resistentes a la formación de caminos de carbón y la erosión, cumplirán los ensayos especificados en la UNE 211027 para la clase 1A 3, 5
- No se admitirán que las aletas que se coloquen para aumentar la longitud de la línea de fuga, sean de piezas independientes. El diámetro de las aletas será como máximo el diámetro exterior de la fase del cable más 100 mm.
- El aislamiento del cable quedará cubierto totalmente entre el final de la cubierta y el conector terminal.
- El terminal metálico, estará incluido en el suministro y será de tecnología de apriete cumpliendo con los requisitos de la norma UNE 211024, no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar.
- Las longitudes máximas (L) de las terminaciones serán las indicadas en la tabla siguiente extraída de la NI 56.80.02, de Iberdrola.

Tensión asignada $U_0/U (U_m)$ (kV)	Terminaciones de exterior	Terminaciones de interior
	Longitud máxima de la terminacion L en (mm) ±5	
12/20 (24)	575	315
18/30 (36)	650	340

CAMPUS D'ALCOI

Siendo (L), la distancia longitudinal medida entre el extremo visto de la cubierta del cable y el extremo del conductor según se muestra en la siguiente figura.

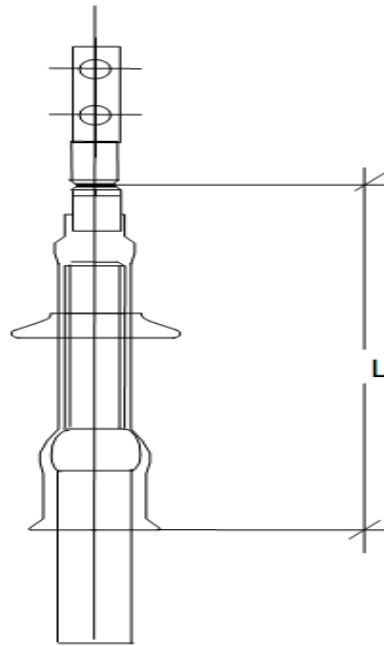


Figura 2: Terminal recto de MT

Los conectores separables serán apantallados, y cumplirán con lo indicado en el capítulo 9 de la norma UNE 211028. Las características de este tipo de conectores enchufables serán las establecidas en la NI 56.80.02, de Iberdrola. En la figura siguiente se pueden ver las características del conector separable en T (contacto atornillable) que se utilizara para la conexión del cable a las celdas de MT.

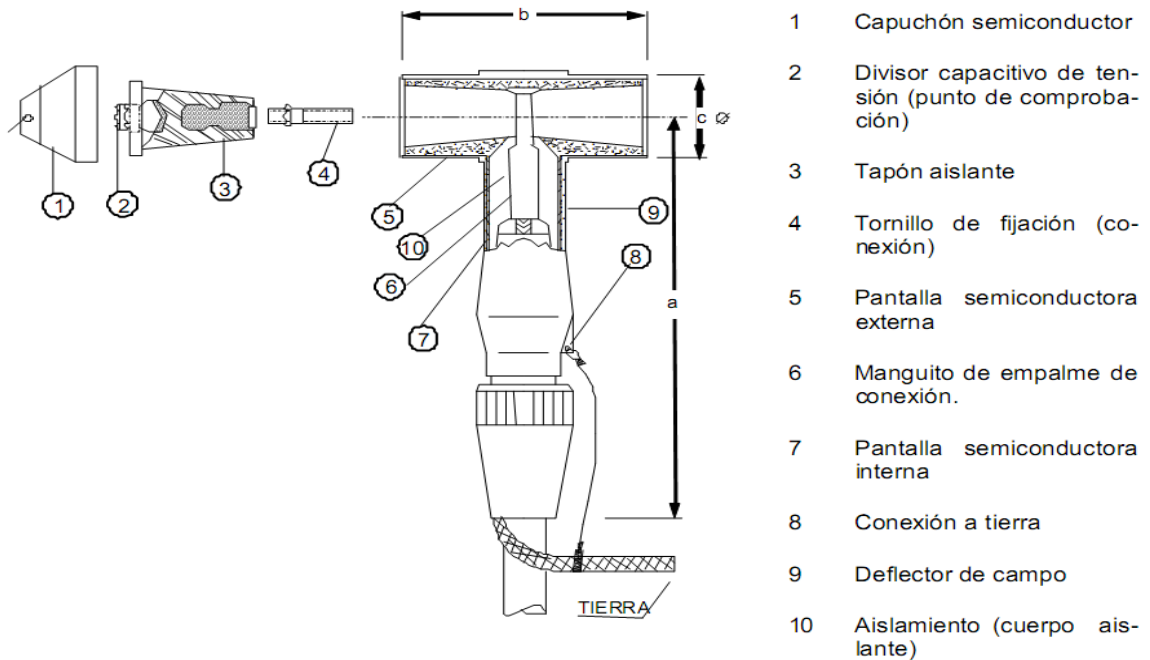


Figura 3: Terminal enchufable en T de MT

Se ha elegido este tipo de conector por la necesidad de prever la instalación de acoples para el PLC, utilizados por Iberdrola en las comunicaciones que está implantado actualmente en sus redes, con motivo del REAL DECRETO 1110, para la telegestión de la medida de los contadores de energía eléctrica.

2.6.3.2.2. Empalmes

El suministro de cables se efectúa en bobinas normalizadas del orden de 1.000 m, por lo que siempre existe la necesidad de empalmar conductores para darles continuidad, para intercalar nuevos centros de transformación no proyectados inicialmente, o bien para reparación de averías.

Existen diversas técnicas para su confección, todas ellas encaminadas a la reconstrucción de cada capa. En primer lugar se empalma el conductor con manguito de las medidas adecuadas especial para AT, por no disponer de aristas vivas. Esta conexión se realiza mediante punzonamiento profundo en el caso de conductores de aluminio como el de las líneas objeto de este trabajo.

La reconstrucción de capas puede hacerse con cintas en frío, con aislantes termorretráctiles, con elementos premoldeados o con aislantes retráctiles que son los de mejor rendimiento en cuanto a cantidad y calidad de la mano de obra necesaria para su confección.

CAMPUS D'ALCOI

En la figura siguiente se muestra un empalme retráctil:

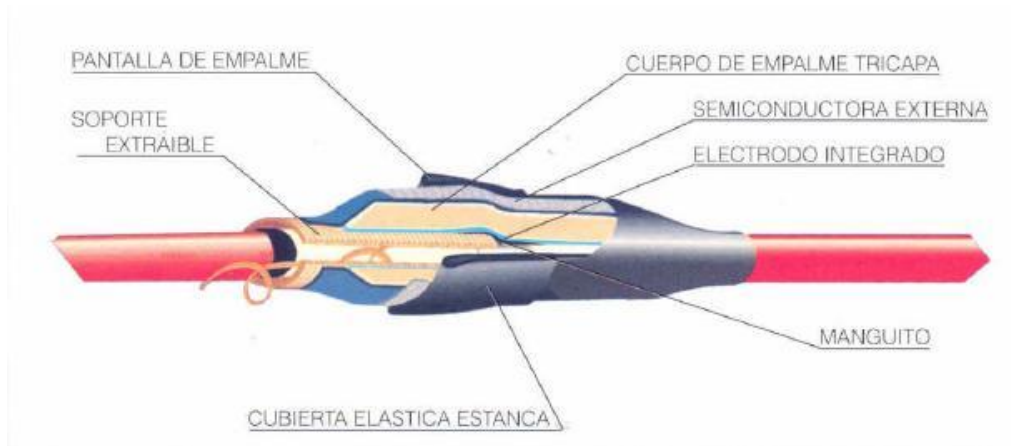


Figura 4: constitución de un empalme retráctil

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

2.6.4. Canalizaciones para las redes subterráneas de MT.

Los cables se dispondrán directamente enterrados bajo tubo en las canalizaciones dispuestas para ellos, dependiendo del terreno en el que se instalen los conductores. Según el Proyecto Tipo de Líneas Subterráneas de hasta 30 KV, MT 2.31.01 de Iberdrola, la instalación de cables enterrados bajo tubo, se realizará en zonas urbanas y no urbanas, siendo en la primera de ellas de obligado cumplimiento. Podremos diseñar líneas aéreas para otro tipo de instalaciones fuera de la zona urbana.

Las canalizaciones de la red subterránea se efectuarán teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- 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.
- La canalización para las líneas subterráneas serán entubadas en lecho de arena, excepto en los cruces en que los tubos formarán un prisma hormigonado.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán superiores 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.

CAMPUS D'ALCOI

- 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. En el caso de no poder respetar esa distancia se separaran mediante tubos o divisorias de material adecuado, según se indica en la NI 52.95.03, para tubos y en la NI 52.95.01, para las placas divisorias, ambas normas de Iberdrola.

2.6.4.1. Canalización entubada

La canalización para las líneas subterráneas de MT será entubada en lecho de arena, excepto en los cruces en que los tubos formarán un prisma hormigonado.

Los tubos serán de doble pared, corrugados exteriormente y lisos en su interior fabricados en polietileno o similar, por extrusión, siendo su parte exterior de color teja. La superficie interior deberá resultar lisa al tacto.

Los tubos y sus accesorios cumplirán con las normas UNE EN 50 086-1 y UNE EN 50 086-2-4, para uso normal y lo indicado en la NI 52.95.03, de Iberdrola.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán arquetas ciegas, para facilitar la manipulación. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable (3 kg/mm² para cables no armados, de aluminio), en los tramos rectos se instalaran arquetas ciegas intermedias, por lo que no se dispondrán arquetas registrables visibles en la superficie. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m, en acera, ni de 0,8 en calzada, para asegurar estas cotas la zanja tendrá un profundidad mínima de 0,70 m, con una anchura mínima de 0,35, para la colocación de dos tubos de 160 mm Ø en un plano, aumentándose la anchura en función del número de tubos a instalar y la disposición de estos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m 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 más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalara una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable, cuyas características serán las establecidas en la NI 29.00.01, de Iberdrola. Cuando el número de líneas sea mayor se colocará más cintas de señalización de forma que se cubra la proyección en planta de los tubos.

CAMPUS D'ALCOI

Los cables de control, red multimedia, etc se tenderán en un ducto (multitubo con designación MTT 4x40 según NI de Iberdrola, ubicado por encima de los tubos. El ducto a utilizar será instalado según se indica en el MT 2.33.14 "Guía de instalación de cable de fibra óptica". Las características del ducto y sus accesorios se encuentran normalizados en la NI 52.95.20, de Iberdrola. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control y red multimedia, incluido el paso por arquetas.

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 no estructural H-125 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 de la canalización.

Para impedir la entrada de agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos de reserva deberán estar provistos de tapones de las características descritas en la NI 52.95.03, de Iberdrola

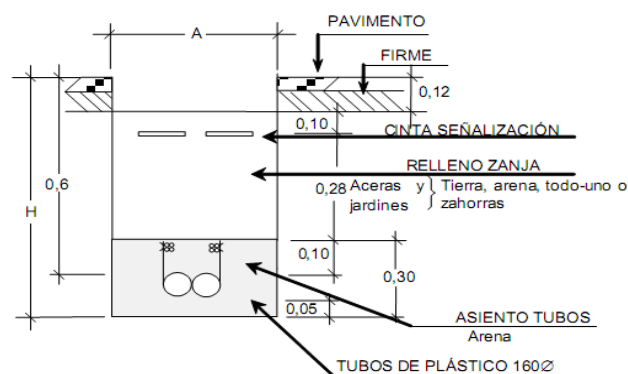
Se instalará un tubo de reserva para la MT en todo el recorrido de la LSMT de anillo de unión de los centros de transformación, por tanto en los tramos de canalización con un solo circuito de MT, se utilizará la canalización que se describe en la siguiente figura, extraída del Proyecto Tipo de Iberdrola MT 2.31.01, plano nº5.

CANALIZACIÓN ENTUBADA EN JARDINES O BAJO ACERA (Asiento de arena), realizada mediante medios mecánicos

PLANO Nº 5

Canalización entubada con tubos 160 Ø y cables aislados de 12/20 kV (hasta 240 mm² inclusive)
Colocados en un plano

Dimensiones en m



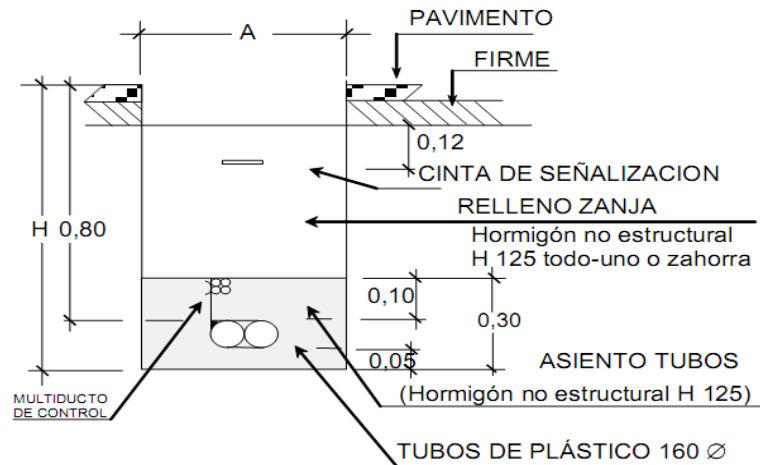
La canalización de los cruces de calzada de un solo circuito de MT, se ajustará a las características que se detallan en la siguiente figura, extraída del Proyecto Tipo de Iberdrola MT 2.31.01, plano nº8. No obstante el número mínimo de tubos a colocar en los cruces será de 3, tal y como se indica más adelante en el apartado de cruces.

CANALIZACIÓN CRUCES DE CALZADA (Asiento de hormigón), realizada mediante medios mecánicos

PLANO Nº 8

Canalización entubada con tubos 160 Ø y cables aislados de 12/20 kV (hasta 240 mm² inclusive)
Colocados en un plano

Dimensiones en m



El recorrido que realiza la línea en la urbanización, queda debidamente especificado en el plano RMT-2.

2.6.5. Cruzamientos, proximidades y paralelismos

2.6.5.1. Cruzamientos

- En los cruces de calzada, caminos y carreteras, etc, deberán seguirse las instrucciones indicadas en el apartado 2.6.4.1, relativas a la disposición, anchura y profundidad para las canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización se hormigonarán en toda su longitud. Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular al eje del vial. El número mínimo de tubos será de tres y en los casos de varios circuitos, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.
- Con otros cables de energía eléctrica, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25m. Cuando no se pueda respetar esta distancia se separan mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola.
- Con cables de telecomunicación la separación mínima será de 0,2 m. Cuando no se pueda respetar esta distancia se separan mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola. La

CAMPUS D'ALCOI

distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

- Con canalizaciones de agua la separación mínima será de 0,2 m. Cuando no se pueda respetar esta distancia se separan mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola. Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 metro del punto de cruce.
- Con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente:

	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 presión ≤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 presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

- La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Se considera como protección complementaria el tubo según las características indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola, y por tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.
- Con conducciones de alcantarillado, se procurará que los cables pasen por encima de las alcantarillas. Si no es posible se pasará por debajo y los cables se dispondrán separados mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola.

2.6.5.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de MT, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de baja tensión manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m Cuando no se pueda respetar esta distancia se separan mediante

CAMPUS D'ALCOI

tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola.

- Con canalizaciones de agua la separación mínima será de 0,2 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 se pueda respetar esta distancia se separan mediante tubos de resistencia a la compresión mínima de 450 N y que soporten para el diámetro de 160 mm², un impacto de 40 J. Las características de los tubos serán las indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola.
- En los paralelismos con las canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente. Cuando no se pueda respetar estas distancias, podrán reducirse utilizando una protección suplementaria hasta las distancias mínimas indicadas en la misma tabla. Esta protección suplementaria estará constituida por materiales cerámicos, baldosas, rasillas, ladrillos, etc. Se considera como protección complementaria el tubo según las características indicadas en la NI 52.95.03, de Iberdrola, y por tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente.

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

- Con conducciones de alcantarillado, se procurará que los cables pasen por encima de las alcantarillas. Si no es posible se pasará por debajo y los cables se dispondrán separados mediante una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características de las protecciones serán las indicadas en la NI 52.95.01, de Iberdrola.

2.6.6. Puesta a tierra de las pantallas del cable

Las pantallas de los cables unipolares se conectarán a tierra en ambos extremos.

CAMPUS D'ALCOI

2.6.7. Protecciones

2.6.7.1. 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.

Al tratarse de una red de MT a integrar en la existente de la compañía distribuidora, para la protección contra sobreintensidades se utilizará el interruptor automático colocado en la cabecera de la línea "L-13" de la ST Aqua, por situarse en esta la línea el punto de conexión de la red de MT proyectada. 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.

2.6.7.2. Protección contra sobreintensidades de cortocircuito

La protección contra cortocircuitos por medio de un interruptor automático 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.

2.6.7.3. 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.

Para ello, se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que establece en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13, respectivamente, del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

En nuestro caso, no deberá de preocuparnos este aspecto, ya que al ser cable subterráneo los pararrayos estarán en el momento la línea se haga aérea. De

CAMPUS D'ALCOI

todas formas en la ST habrán TT, que podrán enviar señales para la apertura del circuito en caso de visualizar irregularidades en la línea.

2.7. CENTROS DE TRANSFORMACION

2.7.1. Introducción

Para prestar suministro en BT al edificio objeto de nuestro trabajo, se requiere la instalación de un centro de transformación para pasar la energía eléctrica de la red de MT a la red de BT. El objeto del presente apartado es especificar las condiciones técnicas que han de cumplir el centro de transformación, cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión.

De acuerdo con la previsión de cargas realizada, se instalarán un único centro de transformación (CT) de superficie y dentro de nuestro edificio. Las características principales del centro de transformación son:

- Tensión nominal MT: 20 kV
- Tensión nominal BT: 400/230 V
- Potencia: CT de 1 x 630 kVA
- Obra civil: edificios obra civil.
- Intensidad nominal de las celdas de MT: 400 A
- Intensidad nominal de las salidas del cuadro BT: 400 A cada una.

El CTD forma un conjunto cuya titularidad debe ser la misma a efectos de legalización y mantenimiento.

El titular del centro de transformación será la compañía distribuidora de la zona, Iberdrola Distribución Eléctrica.

2.7.2. Emplazamiento del CT.

Técnicamente, la ubicación idónea para un nuevo centro de transformación sería aquella que le permitiera realizar la distribución de la red de baja tensión con la menor longitud de línea posible y emplazándolo de manera que los consumos más elevados quedaran situados lo más cerca posible, consiguiendo de este modo una reducción de las pérdidas de potencia en la red y la mínima caída de tensión, es decir, ubicarlos en el centro de gravedad de las cargas.

En nuestro caso al tener dos líneas de BT colocaremos la línea de más carga, lo más cercana a la Caja General de Protección (CGP). La línea 1 (L1) será la que más carga suministrará, en cambio la diferencia de longitud de cable es inapreciable, ya que la L1 tendrá 7 metros, mientras que la L2 tendrá 8 metros y la Caída de Tensión (CdT) será mínima.

Otro de los factores que no se puede olvidar, es el impacto sobre el entorno. En nuestro caso, sólo afectará el diseño que elijamos en cuanto a puertas (acceso de personal y máquina) y rejillas de ventilación. Pudiendo adaptarse el diseño exterior del CT a la fachada del inmueble, siempre que se respeten los accesos y ventilaciones.

El emplazamiento elegido del centro deberá también permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galería de servicio, de todas las canalizaciones subterráneas previstas.

Por último, se tendrá que tener en cuenta que las vías para el acceso de los materiales deberán permitir el transporte en camión, de los transformadores y demás elementos pesados del CT hasta el local.

La ubicación de los centros de transformación queda claramente definida en el plano denominado "Emplazamiento"

2.7.3. Potencia necesaria en kVA's. Descripción del CTD.

La potencia total necesaria a suministrar el inmueble se especifica en el apartado 2.4. De acuerdo con los cálculos realizados se estima que la potencia aparente total correspondiente a la urbanización es:

Potencia Aparente Total	232.40 kVA
-------------------------	------------

El centro de transformación que se van a proyectar se denomina centro de transformación de distribución (CTD) puesto que se cede a la empresa distribuidora. En este caso Iberdrola.

Se considera necesario proyectar el CT objeto de nuestro trabajo, con una potencia de transformación de 400 kVA, pero a petición de la compañía suministradora, se instalará un trafo de 630 kVA, que será la potencia más común en los CT's de la compañía.

Potencia asignada al CT

CTD	Potencia transformadores (kVA)	Potencia asignada (kVA)
1	630	232.40

CAMPUS D'ALCOI

2.7.4. Justificación de la necesidad o no de estudio de impacto ambiental

Al ubicarse en la planta baja de un edificio y por las características propias del mismo (acometidas eléctricas subterráneas, local cerrado, etc.) no se prevé la necesidad de realizar un estudio de impacto ambiental.

2.7.5. Descripción de las instalaciones

Las instalaciones proyectadas se diseñarán conforme a lo establecido en el Reglamento de Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Real Decreto 3.275/1982, de 12 de noviembre, B.O.E. nº 288, de 1.12.82) y con el MT 2.11.03 *"Proyecto tipo para centro de transformación de otros usos"*, de Iberdrola.

De forma general, los diferentes elementos que constituyen la instalación del CTD son:

- Edificio de obra civil.
- Aparata de Alta Tensión (AT):
 - Interruptores y/o seccionadores de línea, acoplamiento y tierras, fusibles, barras colectoras.
 - Cables y terminales de MT, para la unión de las celdas con el transformador de potencia.
 - Celda automatizada CGMCOSMOS-2LP
- Transformador de potencia:
 - Termómetro y su circuitería de disparo, para el control de las sobrecargas.
- Aparata de Baja Tensión (BT):
 - Cuadro de baja tensión.
 - Transformadores de intensidad para el control histórico de las cargas.
 - Cables de baja tensión.
- Circuitos de tierra:
 - De protección o herrajes.
 - De servicio o neutro.
- Circuito de alumbrado en BT para el CTD.

2.7.5.1. Edificio de obra civil.

El centro estará ubicado en la planta baja del edificio objeto de nuestro trabajo. El emplazamiento del mismo será independiente a la zona común del edificio y sólo tendrá acceso el personal de Iberdrola que tendrá que acceder desde la vía pública y será destinado únicamente a esta finalidad.

Para la construcción del emplazamiento y configuración del mismo, seguiremos las especificaciones indicadas en la MT 2.11.03 de la compañía.

CAMPUS D'ALCOI

El emplazamiento del CTD deberá permitir el tendido, a partir de las vías públicas o galería de servicio, de todas las canalizaciones subterráneas previstas.

•El CTD deberá de contener las siguientes características:

- No contendrá otras canalizaciones ajenas al CTD, tales como agua, vapor, aire, gas, etc.
- Será construido con materiales no combustibles de clase A2-s1, d0 según la norma UNE-EN 13501-1.
- Las paredes, techos, suelos y puertas de acceso al CTD, así como los elementos estructurales en él contenidos (vigas, columnas, etc.), tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.2. de dicha MT del CTE DB-SI, para el nivel de riesgo que corresponda, según la clasificación de la tabla 2.1 del citado CTE DB-SI.
- Los elementos delimitadores del CTD (muros exteriores, cubiertas y solera), presentarán una transmitancia térmica máxima (W/m^2K) conforme a la tabla 2.1 de la sección HE 1 (Limitación de demanda energética) del DB HE Ahorro de Energía del CTE.
- Los elementos constructivos del CTD cumplirán lo indicado en el DB HR Protección frente al Ruido del CTE.
- En la fase de proyecto de construcción del edificio se recomienda no disponer ventanas, ni elemento alguno a menos de 1.5 m en la proyección vertical de las rejillas de ventilación del CTD sobre la fachada.
- No se precisará de extintores móviles, al ser éste un elemento integrado en el vehículo del personal de mantenimiento.

Muros y forjados exteriores.

- Se construirán de forma que sus características mecánicas estén de acuerdo con el CTE.

De acuerdo al CTE DB-HE Ahorro de Energía, la envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

La transmitancia térmica máxima del edificio con respecto a las particiones colindantes con el local destinado al centro de transformación deberá cumplir con la sección HE 1 (Limitación de demanda energética) del DB HE Ahorro de Energía. Se recomienda un valor de transmitancia térmica máxima de $0,74 W/m^2K$, excepto para la partición colindante con el techo del local destinado al centro de transformación, para el que se recomienda un valor de transmitancia térmica máxima de $0,62 W/m^2K$.

CAMPUS D'ALCOI

•Suelo.

- El suelo del CTD estará elevado al menos 0,2 m sobre el nivel exterior, con el fin de evitar la entrada de agua desde el exterior. Será preferiblemente plano y sin escalones y con una ligera pendiente hacia las puertas de hombre y equipos. Las puertas de entrada al centro, tanto la de entrada hombre como las de entrada de equipos, serán accesibles desde la cota 0 del nivel exterior.

En los CTD se habilitará un foso de recogida de dieléctrico por cada transformador, con revestimiento resistente y estanco y con una capacidad mínima de 600 l. El foso podrá ser de obra civil o prefabricada según NI 50.20.03. En la parte superior del pozo de recogida se preverán cortafuegos,

El forjado del pavimento del CTD deberá aguantar una sobrecarga móvil de 3.000 kg/m². Se recomienda realizar una estructura especial con forjado bidireccional.

Se habilitarán dos perfiles paralelos fijados sobre el suelo para apoyo y rodadura del transformador, con una distancia entre ejes de los perfiles de 670 mm. Los perfiles serán los especificados en la norma NI 50.20.03 (perfil UPN 160; plano nº 941.589) de longitud 2.020 mm.

La instalación de los perfiles respecto al foso se hará de tal forma que la proyección del contorno del transformador sobre el foso de recogida de dieléctrico, quede dentro del foso, de forma que cualquier fuga de dieléctrico que se pudiera producir, caiga dentro del foso.

Se habilitarán fosos independientes para la entrada de cables de AT a las celdas y cables de BT a los cuadros de BT, de dimensiones suficientes para el acceso de los cables a los equipos, cubierto (por un tramex, tapas o similar) y registrable, hasta el acceso a los equipos. Los circuitos correspondientes a tensiones diferentes deberán separarse entre sí.

Los cables deberán estar sujetos mediante elementos adecuados (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc.) para evitar que los esfuerzos térmicos o electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que pueden presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

Se preverán canalizaciones entre los cuadros de baja tensión y las zonas sombreadas en los planos 1 y 2 del punto 9 para cables auxiliares de mando, medida, etc.

Estos cables deberán estar protegidos y en caso de que vayan por el mismo foso, separados de los cables de AT o BT de los circuitos principales.

•Acabado.

- El acabado de la albañilería tendrá las características siguientes:

Paramentos interiores: raseo con mortero de cemento y arena, lavado de dosificación 1:4, con aditivo hidrófugo en masa, talochado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso, cartón - yeso o materiales de características similares.

CAMPUS D'ALCOI

•Dimensiones.

- Los CTD, cumplirá en cuanto a anchuras de pasillos, altura libre y zona de protección contra contactos accidentales lo especificado en el apartado 5 del MIE-RAT 14.

Las zonas marcadas en los planos para equipos de telegestión, automatización o supervisión no deberán ser ocupadas por otros equipos o elementos del CT en ningún caso.

Los CTD tendrán las dimensiones interiores mínimas indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1

Nº DE TRAFOS	ALTURA MÍNIMA(m)	ANCHO MÍNIMO (m)	FONDO MÍNIMO (m)
1	3.0	3.25	5.025
2		5.1	5.025

En nuestro caso, tomaremos las medidas referentes a un trafo, indicadas en la tabla anterior.

•Ventilación.

- La ventilación será natural. Las rejillas de ventilación de entrada de aire se situarán en la puerta del transformador y la de salida encima de dicha puerta, y en todos los casos cumplirán con lo establecido en el DB-SI del Código Técnico de la Edificación.

Para la determinación de la superficie necesaria de entrada de aire fresco y salida de aire caliente se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$S = \frac{P}{0,24 \cdot Cr \cdot \sqrt{\Delta t^3} \cdot H}$$

donde,

S = superficie en m, tanto de la rejilla de entrada de aire, como el de la salida.

P = suma de las pérdidas asignadas totales (en kW) de los transformadores según NI 72.30.00, más las pérdidas de los cuadros de BT, cuando circula por sus embarrados la corriente de baja tensión asignada del transformador.

Cr = coeficiente de forma de la rejilla de ventilación. Para la rejilla normalizada 0,4.

Δt = salto térmico permitido en °C. (15°C).

H = altura en m, entre ejes de las rejillas

Aplicando la fórmula, para un transformador de 630 kVA, considerando un valor de pérdidas, P, de 7,605 kW para 36 kV y de 7,088 kW para 24 kV y una altura H de 2,2 m, se obtiene una superficie mínima de rejillas de entrada y salida de aire por transformador de 0,86 m² para 24kV y de 0,92 m² para 36kV, que se cumple con las puertas y rejillas especificadas en la norma NI 50.20.03 (planos nº 941.591 y nº 586.885).

CAMPUS D'ALCOI

En nuestro caso tendremos que tener una superficie de ventilación de al menos $0.86 m^2$

•Carpintería.

- La carpintería del CTD será metálica y protegida mediante galvanizado en caliente, según norma NI 00.06.10, en los elementos siguientes: puerta de entrada transformador, puerta entrada hombre, rejillas de ventilación, defensas del transformador, tramex, bancadas, bastidores, perfiles y soportes de cables, etc. Las puertas, rejillas de ventilación y los tramex podrán ser de poliéster reforzado.

Los paramentos metálicos accesibles desde el exterior presentarán además un recubrimiento de pintura resistente a la intemperie en consonancia con el acabado del edificio. En ese caso la pintura deberá ser adecuada para elementos galvanizados.

Las puertas y rejillas de ventilación a utilizar serán las especificadas en la norma NI 50.20.03 (planos nº 941.591 y nº 586.885). Tendrán un grado de protección IP23 e IK10 según las normas UNE 20324 y UNE-EN 50102 respectivamente. Las puertas se abatirán 180° sobre el paramento exterior. La puerta de acceso al transformador se podrá abrir únicamente desde dentro de la instalación.

La puerta de entrada hombre en centros de 36 kV debe de tener un hueco útil mínimo de 1100x2100 mm, para poder meter y sacar las celdas.

•Defensa del transformador.

- Para proteger el acceso a las bornas de BT del transformador, se colocará una defensa constituida por un enrejado metálico según NI 50.20.03. Dicho enrejado será consistente y tendrá como mínimo un grado de protección IP1x, según la Norma UNE 20324 y estará separado como mínimo 10 cm del transformador. Parte de la defensa (la más cercana a las puertas) se deberá poder desmontar mediante una herramienta, para permitir el acceso a la puerta del transformador desde el interior sin desmontar el cuadro de baja tensión. Esta parte desmontable será como mínimo de 40 cm de ancho, y no se podrá colocar ningún equipo, armario u otro elemento que impida su desmontaje. El borde superior del enrejado deberá estar a una altura mínima de 100 cm sobre el suelo y el borde inferior a una altura máxima sobre el suelo de 40 cm.

•Instalación eléctrica de alumbrado.

- La instalación eléctrica será canalizada en superficie y estará montada en canaletas de material aislante con un grado mínimo de protección IK 07, según la norma UNE-EN 50102.

El cableado se realizará con conductor de cobre de $2,5 mm^2$, tipo H07Z-K, según normas UNE 21027-9 y NI 56.10.00.

La instalación eléctrica de alumbrado deberá poseer un nivel de aislamiento a tensión asignada de corta duración a frecuencia industrial de 10 kV (valor eficaz durante 1 minuto).

Para la iluminación, el CTD dispondrá de dos luminarias de clase 2, con un grado de protección IP 44 e IK 08, según las normas UNE 20324 y UNE-EN 50102 respectivamente, con base de polipropileno y difusor de policarbonato u

CAMPUS D'ALCOI

otro material no fragmentable y transparente, y con un flujo luminoso medido mínimo de 1.200 lúmenes. El difusor será desmontable sin necesidad de herramienta.

En la jamba opuesta a las bisagras de la apertura de la puerta de entrada de hombre y a una altura del suelo de aproximadamente 1,2 m, se deberá instalar un interruptor omnipolar de clase 2 de montaje saliente de 250 V 10 A, con carcasa de material aislante y grado de protección IP 44 e IK 08, según las normas UNE 20324 y UNE-EN 50102 respectivamente.

Los elementos de protección de la instalación de alumbrado se ubicarán en la caja general de mando y protección del cuadro de BT.

•**Canalizaciones de BT (medida, control y S.A.).**- Las canalizaciones para los servicios de medida, control y SS.AA. en el centro de transformación serán fijas y en superficie mediante canales aislantes según UNE-EN 50085-2-1 o tubos aislantes según UNE-EN 50086. Para ambos casos, tendrán las siguientes características mínimas: resistencia al impacto: IK07, resistencia a la penetración de objetos: IP4X y no propagadoras de la llama, sin halógenos. Cuando se utilicen tubos, éstos serán rígidos o curvables con una característica mínima de resistencia a la compresión de 320 N.

•**Acometidas de cables.**

- Las acometidas de alta y baja tensión cumplirán lo indicado en la norma particular MT 2.03.20. Al CTD se acometerá siempre que sea posible con una arqueta de AT y con una o dos arquetas de BT dependiendo si el CT tiene uno o dos transformadores. Dichas arquetas se realizarán según MT 2.31.01 "Proyecto tipo de línea subterránea de hasta 30 kV" y MT 2.51.01 "Proyecto tipo de línea subterránea de baja tensión" y se situarán en el exterior del CT. El acceso de las líneas de AT y BT al interior del CT se realizará única y exclusivamente desde estas arquetas.

Se preverán 12 entradas de cable para centros con 1 transformador (3 de AT y 9 de BT) y 21 para centros con 2 transformadores (3 de AT y 18 de BT, en dos grupos de 9 para cada transformador). Los cables de BT irán siempre entubados en tubos de protección de 160 mm de diámetro, excepto un tubo que será de 200mm, para posibilitar la conexión de un grupo electrógeno. Este tubo quedará señalizado para uso exclusivamente de grupos electrógenos. Los cables de AT irán entubados en tubos de 160 mm si la sección de los cables es de 240 mm² y en tubos de 200 mm si la sección de los cables es de 400 mm².

Adicionalmente se preverá una entrada subterránea para comunicaciones mediante la instalación de un tubo multitubo para cable óptico según MT 2.33.14.

Además se preverá un orificio de 200 mm de diámetro para cables de alimentación de un grupo electrógeno, a una altura mínima de 2,3m, cubierto por una tapa que podrá ser retirada únicamente por la parte interior de la instalación.

Las entradas y salidas de cables irán selladas adecuadamente mediante sistemas que garanticen la estanqueidad. No se admitirá en ningún caso la

CAMPUS D'ALCOI

utilización de otros sistemas que no lo garanticen, como por ejemplo espuma de poliuretano para sellar el paso de cables.

Con objeto de minimizar los campos electromagnéticos creados por las partes del circuito principal con circulación de corriente, la entrada y salida de los cables de alta tensión y baja tensión se deberá hacer por los fosos practicados en el suelo para tal fin y alejada en la medida de lo posible de las paredes que separan el local destinado al centro de transformación de recintos habitables.

•Celdas de A.T.

Las celdas cumplirán lo especificado en la norma NI 50.42.11 "Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT". Seguiremos las especificaciones técnicas referentes al **9/15 MT 2.11.03**

Las celdas deberán estar fijadas al suelo. La disposición de las celdas dentro del local cumplirá las instrucciones de instalación del fabricante de las celdas, respetándose las distancias necesarias para la salida y expansión de los gases en caso de arco interno en la celda.

Se evitará colocar las celdas centradas en la instalación, acercándolas a una pared lateral en la medida de lo posible, con objeto de dejar libre en un lado el espacio necesario para los equipos de comunicaciones, protección y control.

•Transformador

Las potencias unitarias utilizadas serán de 250 o 400 kVAs inicialmente, y podrán ser ampliados hasta 630 kVAs.

Atendiendo a lo establecido en el Apartado 4.1 "Sistemas contra incendios", del MIE-RAT 14, se diferenciará el tipo de dieléctrico de los transformadores, en función de la clase y características del local.

Como norma general, se instalarán transformadores de aceite mineral, excepto en aquellos casos excepcionales, en que los CTD estén ubicados en edificios de pública concurrencia con acceso desde el interior de los mismos, en cuyo caso, si la potencia del transformador es superior a 400 kVA, se deberá instalar dicho transformador con dieléctrico aislante de clase K. Los transformadores serán siempre de llenado integral.

Los transformadores citados anteriormente están recogidos en las normas siguientes:

NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión".

NI 72.30.06 "Transformadores trifásicos sumergidos en líquido aislante, distinto del aceite mineral, para distribución en baja tensión".

Entre la puerta de acceso al transformador y el transformador habrá una distancia mínima de 400 mm para permitir la apertura de la puerta desde el interior. El transformador se montará encima de los perfiles, interponiendo entre el transformador y los perfiles cuatro antivibradores o bien colocando una losa flotante prefabricada bajo el transformador, ambos según NI 50.20.03, para

CAMPUS D'ALCOI

absorber las vibraciones que se pudieran producir durante el funcionamiento del transformador.

En caso de que el transformador vaya montado sobre elementos antivibradores, la rejilla situada encima de la puerta de acceso al transformador deberá ser adyacente a la puerta y será desmontable, con objeto de permitir sustituir el transformador desde el exterior del centro de transformación sin tener que bajarlo de los elementos antivibradores.

Una vez instalado el transformador, se deberá garantizar que éste queda totalmente fijado al suelo, evitando que puedan producirse desplazamientos accidentales del transformador.

El lado de conexión de BT del transformador quedará en el lado más alejado de las paredes del local. **10/15 MT 2.11.03 (14-02)**

• Cuadro de BT

El CTOU irá dotado inicialmente de un cuadro de 5 salidas por cada transformador, pudiendo ampliarse hasta 8 salidas. Los cuadros cumplirán lo especificado en la norma NI 50.44.03 "Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior".

Con objeto de minimizar la emisión de campos electromagnéticos creados por las partes del circuito principal con circulación de alta corriente (baja tensión), el cuadro de baja tensión se deberá instalar lo más cerca posible del transformador siendo la interconexión entre transformador y cuadro lo más corta posible, y se instalará lo más alejado posible de las paredes y techo que separan el local destinado al centro de transformación de recintos habitables.

• Fusibles limitadores

Los fusibles limitadores instalados en las celdas deben de ser de los denominados "fusibles fríos", estando sus características técnicas recogidas en la norma NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV".

• Interconexión celda - transformador

La conexión eléctrica entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar seco de aluminio de 50 mm² de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable 12/20 kV para tensiones asignadas del CTD de hasta 24 kV, y la tensión asignada del cable 18/30 kV para tensiones asignadas del CTD de 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en la norma NI 56.43.01 "Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV". Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A para CTD de hasta 24 kV, y de 36 kV/400 A para CTD de 36 kV.

CAMPUS D'ALCOI

Las especificaciones técnicas de los terminales enchufables están recogidas en la norma NI 56.80.02 "Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco".

•Interconexión transformador - cuadro de BT

La conexión eléctrica entre el transformador y el cuadro de BT se realizará con cable unipolar de 240 mm^2 de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1-AI y 0,6/1 kV, especificado en la Norma NI 56.37.01 "Cables unipolares XZ1-AI con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de 3 por fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminaciones monometálicas (de uso bimetálico) tipo CTPT-150/240, especificadas en la Norma NI 56.88.01 "Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV."

Seguiremos las indicaciones de la **MT 2.11.03**

No se deberá anclar la interconexión a paredes o techo, para evitar la posible transmisión de vibraciones.

•Instalación de puesta a tierra (PaT)

La instalación de puesta a tierra se realizará según lo especificado en el MT 2.11.34.

•Aspectos medioambientales

*Campos electromagnéticos.

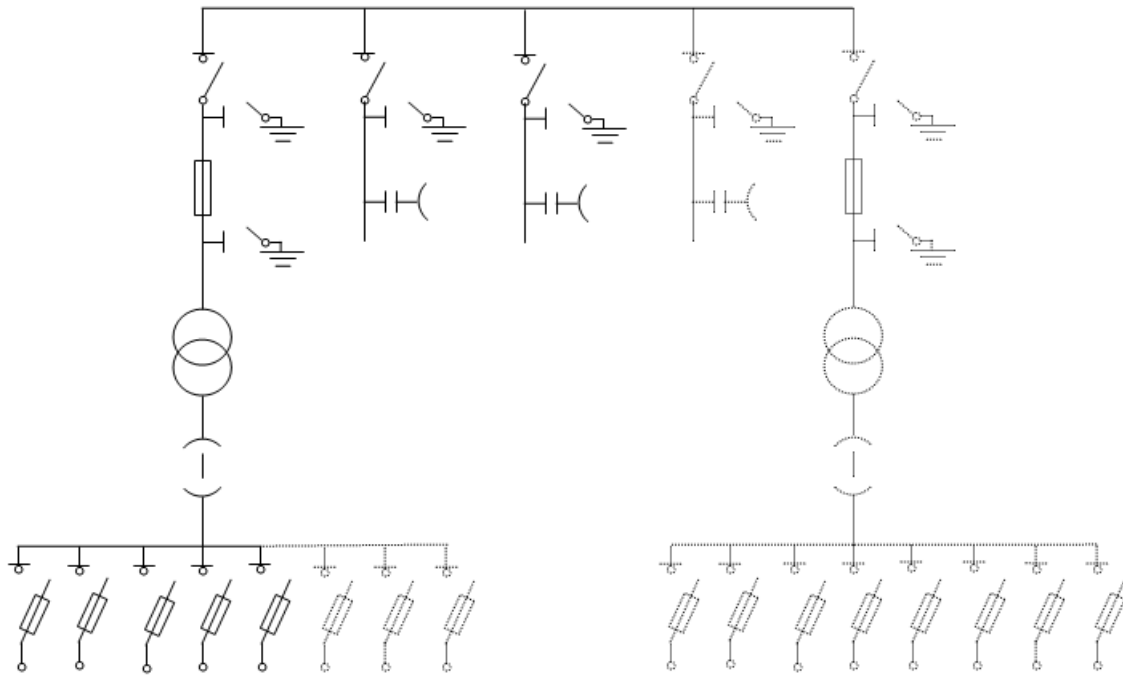
- En la disposición de los equipos dentro del centro de transformación, según el plano de planta del CT, se ha considerado la minimización de los campos electromagnéticos creados por las partes del circuito principal con circulación de alta corriente.

***Ruido y vibraciones.**- El transformador irá instalado sobre cuatro antivibradores o sobre una losa flotante para absorber las vibraciones que se pudieran producir durante su funcionamiento, adecuados para la masa y frecuencia de vibración del transformador.

•ESQUEMAS ELÉCTRICOS

El esquema eléctrico de un CTD con dos o tres celdas de línea y uno o dos transformadores, sería el reflejado en la figura 1.

Esquema eléctrico de un CTD



Este es un esquema general para dos máquinas, no obstante, nuestra instalación se asemejará a la parte más oscura

•MATERIALES DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS

El CTD dispondrá de los siguientes elementos de seguridad según la **MT 2.11.03:**

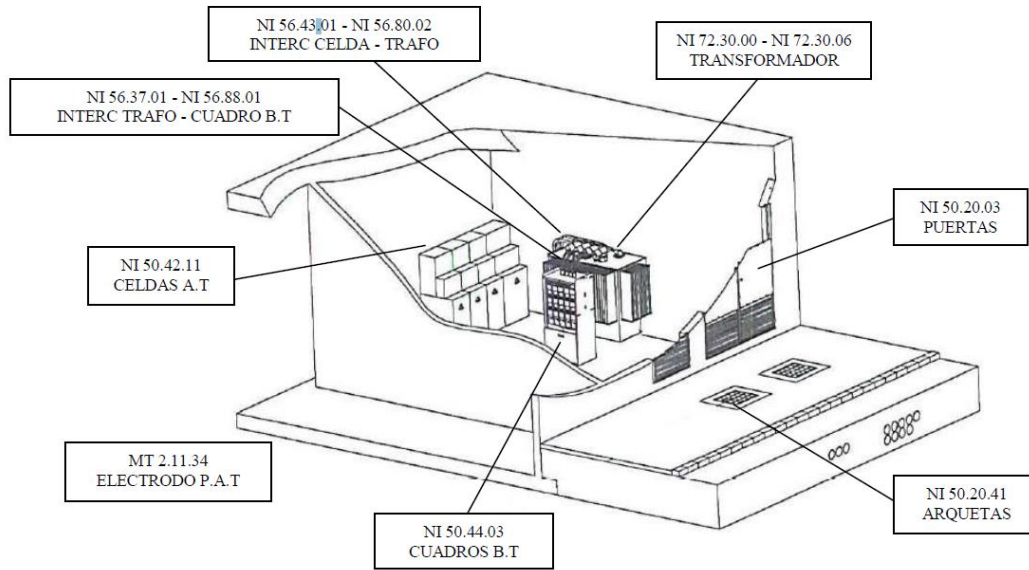
- Banqueta aislante para la correcta ejecución de las maniobras, según NI 29.44.08 "Banquetas aislantes para maniobra".

- Señalización de seguridad según lo especificado en el MO.07.P2.33 "Señalización de seguridad para centros de transformación", para este tipo de centros (señal de riesgo eléctrico, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, etc.).

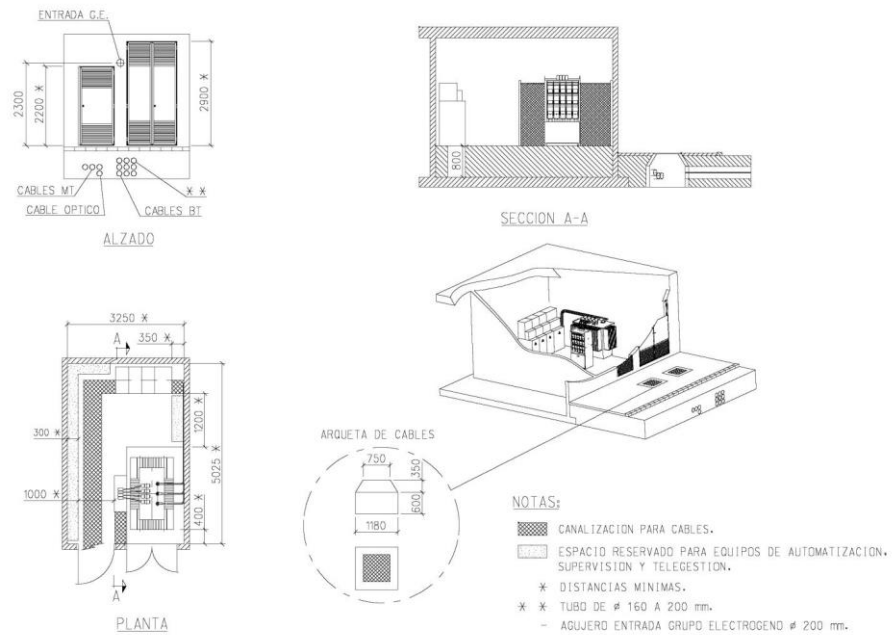
- Carteles de identificación y rotulado de centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección que se especifican en el MT 2.10.55 "Criterios de identificación y rotulado de los centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección".

•PLANOS GENERALES

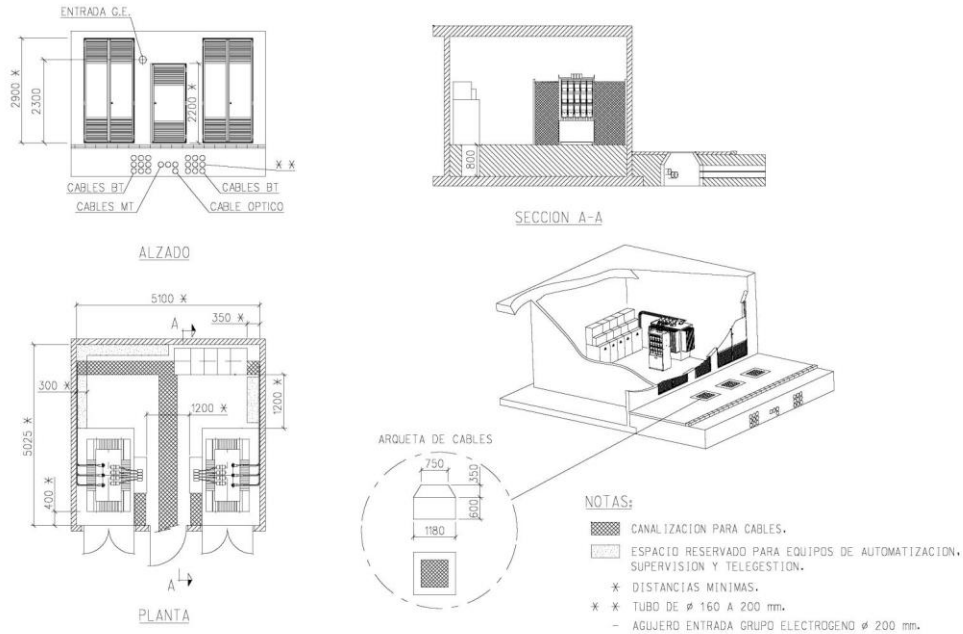
En la figura 2 se definen los elementos a instalar en los centros de transformación en edificios destinados a otros usos. Los planos de los centros de transformación de uno y de dos transformadores vienen recogidos en los planos 1 y 2, respectivamente.



Centro de transformación en edificio de otros usos.



Plano 1. Centro de transformación en edificio de otros usos de una maquina (Nº Plano Iberdrola 586.886)



Plano 2. Centro de transformación en edificio de otros usos de dos maquinas (Nº Plano Iberdrola 586.887)

El centro dispondrá de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la compañía eléctrica. El acceso a los centros estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora.

Para la realización de las maniobras en MT en los CTD's deberá existir en los propios centros y a disposición del personal de la compañía distribuidora las instrucciones de funcionamiento de los elementos de maniobra, complementando la información descrita en las propias celdas.

Dentro de los CTD's y en los lugares visibles se instalarán carteles y placas de señalización de los riesgos existentes en los mismos así como los elementos de maniobra necesarios (guantes, maneta), tal y como se puede observar en la figura siguiente.



Elementos para maniobra y placa de riesgos

CAMPUS D'ALCOI

2.7.5.1.1 Características del local

- Puertas y rejillas de ventilación

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

- Puertas

Los edificios prefabricados dispondrán de puertas situadas en una misma fachada. Se destinarán puertas de acceso distintas para cada transformador así como para la entrada del personal a la sala destinada a las celdas y cuadros.

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

Las dimensiones mínimas de las puertas de acceso a las salas de transformadores y celdas tendrán las medidas indicadas en la tabla siguiente:

Tensión máxima	Luces mínimas	
	Sala transformadores	Sala de celdas
24/36 kV	1,25 x 2,10 m	0,90 x 2,10 m

- Rejillas de ventilación

La ventilación del interior del centro de transformación, se realizará por circulación natural del aire, a través de ventanas situadas en la parte superior e inferior del local y de forma que la corriente de aire incida directamente al transformador.

Los huecos de ventilación estarán protegido de forma tal que impidan el paso de pequeños animales y estarán dispuestos o protegidos de forma que en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior, no puedan dar lugar a contactos inadvertidos al introducir por ellos objetos metálicos. Deberán tener también la forma adecuada para impedir la entrada del agua.

Los huecos de ventilación tendrán el diseño y las dimensiones suficientes para evitar la condensación y asegurar la refrigeración de los transformadores de hasta 630 kVA por cada celda de transformador.

Se dispondrá, para cada transformador, de una rejilla de ventilación para la entrada de aire situada en la parte lateral inferior de dimensiones 1300 x 700 mm, consiguiendo así una superficie de ventilación para cada transformador de

CAMPUS D'ALCOI

0,91 m². Para la evacuación del aire se dispondrá de una rejilla posterior superior de 1300 x 350 mm y otra rejilla lateral superior de 1300 x 700 mm cada una, consiguiendo una superficie total de evacuación de 1,37 m².

Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 1,5 m. En el apartado "Ventilación" del apartado 2.7.5.1 de los cálculos justificativos de acuerdo con la separación mencionada se especifican las dimensiones mínimas que deben tener los huecos de ventilación.

- Mallas de protección del transformador

Unas rejas metálicas impiden el acceso a la zona del transformador desde el interior del emplazamiento. Opcionalmente esta malla de protección puede ser sustituida por un tabique separador metálico como se muestra en la siguiente imagen.

Dichas mallas de protección admiten la posibilidad de ser enclavadas mediante cerradura con el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección correspondiente.



Detalle reja metálica

2.7.5.2. Aparata de Alta Tensión

De forma general la aparatada de alta tensión se constituye por los interruptores y/o seccionadores de línea, acoplamiento y tierras, fusibles, barras colectoras, y por los cables y terminales de MT, para la unión de las celdas con los transformadores de potencia.

2.7.5.2.1. Celdas de Alta Tensión

Los interruptores y/o seccionadores de línea, acoplamiento y tierras, fusibles y barras colectoras, se montan en celdas, en una o en varias según compactas o modulares, agrupando los elementos correspondientes a cada circuito, como son los de entrada y/o salida de línea, o los correspondientes a la protección del transformador o total del centro.

Los tipos de celdas para cada tipo de edificio y sus características técnicas cumplirán lo especificado en la Norma NI 50.42.11 "Celda de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricados con dieléctrico de SF6, para CT" de la compañía distribuidora.

- Configuración de las celdas

Dependiendo de la configuración de las mismas, podemos distinguir entre celdas modulares y compactas.

A continuación haremos una breve descripción de cada una de ellas, que nos servirá a su vez para elegir en cada caso la más apropiada.

- Modulares

Los elementos van agrupados según la función que vayan a desempeñar, en celdas separadas (figura), aunque unidas entre sí mediante la utilización de un embarrado.



Celda modular

Estas celdas van equipadas con aparataje fija bajo envolvente metálica, utilizando el SF6 (hexafluoruro de azufre) como aislante y agente de corte del arco eléctrico.

Esta diferenciación de las funciones de cada una de las celdas que forman el conjunto, le aporta al CTD una mayor flexibilidad a la hora de cambio o reparación de una celda dañada, ya que únicamente se actuará sobre ella y no sobre todo el conjunto, lo que supone un ahorro económico importante.

Las funciones en general que ofrecen este tipo de celdas, no siendo necesarias todas ellas en la mayoría de los centros, son:

- Dos celdas de línea con interruptor.
- Celda de protección del trafo con fusible en AT.

Dentro de este tipo de celdas, podemos realizar otra clasificación, según sean extensibles o no extensibles.

CAMPUS D'ALCOI

- Celda extensible (CE):

Es aquella que, formada por una o varias funciones, tiene posibilidad de conectarse con otra celda por acoplamiento de los embarrados.

- Celda no extensible (CNE):

Es aquella que, formada por una o varias funciones, no tiene posibilidad de conectarse con otras celdas.

- Compactas

Las celdas compactas reúnen en un único conjunto todas las funciones de MT necesarias para la conexión, alimentación y protección de uno o de dos transformadores MT/BT, en una red de distribución. Un ejemplo de celdas compactas se muestra en la imagen siguiente.



Compacto 2L1P

El conjunto formado por los equipos y el juego de barras está encerrado en un recinto estanco y sellado lleno de SF₆, como se observa en la imagen anterior. Una de las características principales de este tipo de celdas son sus reducidas dimensiones. El conjunto de la imagen anterior consta de:

- Envoltorio metálico de acero inoxidable, estanco y sellado de por vida que contiene las partes activas, el interruptor-seccionador, el seccionador de tierra, el interruptor combinado con fusible o el interruptor automático, dependiendo de la configuración elegida para la instalación para la que ha sido elegida.
- Compartimentos para cables con pasatapas de conexión.
- Compartimiento de MT.
- Compartimiento de fusibles, si utiliza interruptor combinado con fusible.
- Unidad compacta de telemando ekorUCT-C.

Las funciones que ofrecen este tipo de celdas son, al igual que las modulares, opcional, no obligatorio el uso de todas ellas:

CAMPUS D'ALCOI

- Entrada-salida de línea. (Interruptor de línea).
- Protección del transformador. (Interruptor automático de 200 A).
- Protección de la línea. (Interruptor automático de 400 A).
- Transformador para la alimentación del telemando.

Elegiremos este tipo de celdas para la instalación del nuevo CT.

- Elección de la configuración de las celdas

El centro objeto de nuestro proyecto será de distribución, con lo que podremos enumerar sus principales características

Su reducido tamaño. Gracias a este factor, el tamaño del edificio donde se instalarán, podrá ser menor que el necesario, pudiendo instalar celdas modulares o compactas. Con esto evitamos desaprovechar espacio edificable para este uso.

En el caso que a nosotros nos compete, utilizaremos celdas compactas, ya que al automatizar el CT, éstas nos vendrán de fábrica ya programadas y por ello utilizaremos celdas compactas.

Embarrado protegido en el interior de la carcasa. El embarrado de unión entre celdas es un punto de riesgo en cualquier instalación, debido a que este puede verse afectado por la corrosión. En este tipo de celdas, el hecho de que el embarrado se encuentre protegido dentro del armazón metálico, elimina este efecto y sus considerables consecuencias.

Sencilla instalación. Al tratarse de un bloque, la instalación de las celdas es mucho más sencilla y rápida que en las celdas modulares.

Debido a estos factores, se eligen las celdas compactas como las más apropiadas para todos los CTD's .

- Tipos de celdas y elementos que las integran
 - Celda de línea

Se entiende que una celda tiene una función de línea cuando se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que forma el circuito de alimentación a los centros de transformación.

Estará provista de un interruptor-seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.

El funcionamiento de las celdas de línea se basa en la incorporación, dentro de un recipiente estanco lleno de SF6, de un interruptor de tipo rotativo de tres posiciones:

- Conexión
- Seccionamiento o desconexión

CAMPUS D'ALCOI

- Puesta a tierra

El accionamiento del aparato puede ser manual o telemandado, según se puede observar en la siguiente imagen, se realiza mediante una palanca que se introduce en el alojamiento del eje de accionamiento que corresponde según la maniobra que se desee realizar. Disponen de dos alojamientos, uno para abrir o cerrar el interruptor y otro para abrir o cerrar el seccionador de puesta a tierra.

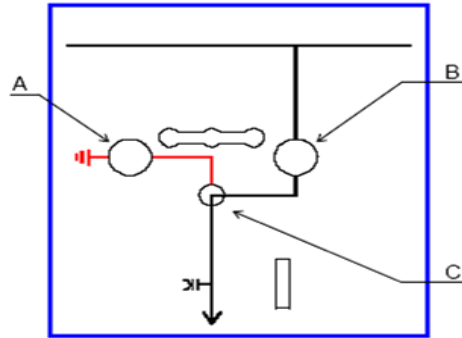


Figura 24: detalle accionamientos celda de línea modo manual.

- A: Cierre / apertura del seccionador de puesta a tierra.
- B: Cierre / apertura del interruptor.
- C: Señalización de posición del interruptor.

Estos elementos son de maniobra independiente, de forma que su velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento del operario.

Las especificaciones técnicas generales de los niveles de aislamiento para la tensión asignada son:

- Tensión asignada: 24 kV
- Nivel de aislamiento a 50 Hz durante 1 min. (valor de cresta):
- A tierra y entre polos 50 kV
- A la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo (valor eficaz):
- A tierra y entre polos: 125 kV
- A la distancia de seccionamiento: 145 kV

Las características del interruptor-seccionador son:

- Intensidad nominal de corte en carga: 400 A
- Intensidad admisible de corta duración, 1 s: 16 kA
- Intensidad de cierre sobre cortocircuito (valor de cresta) : 40 kA

Los seccionadores de puesta a tierra cumplirán lo especificado en la norma UNE EN 60 129 y las siguientes características:

CAMPUS D'ALCOI

- Intensidad admisible de corta duración, 1 s: 16 kA
- Intensidad de cierre sobre cortocircuito: 40 kA

Las celdas de línea disponen de un sistema de enclavamientos que garantiza las condiciones siguientes:

El interruptor-seccionador y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar cerrados simultáneamente. Esto se garantiza por construcción y por los enclavamientos dispuestos adicionalmente en la celda.

Tanto el interruptor-seccionador como los seccionadores de puesta a tierra disponen de un dispositivo que permite bloquear su maniobra, tanto en la posición de abierto como en la de cerrado.

La tapa de acceso a los terminales está enclavada con el correspondiente seccionador de puesta a tierra (opcionalmente puede eliminarse este enclavamiento).

- Celda de protección

Se entiende como función de protección la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador o para su protección, realizándose esta última mediante fusible de protección ante cortocircuitos de alto poder de ruptura.

Está constituida por un interruptor-seccionador de las mismas características que el de las celdas de línea, pero además lleva incorporados fusibles que con su actuación desconectan el interruptor.

El accionamiento del interruptor en esta celda es siempre manual en lo que al cierre se refiere, en tanto que la apertura pueda realizarse tanto de forma manual o automática. En este último caso la apertura se puede producir por la actuación de la bobina de desconexión accionada por el termómetro del transformador, o bien por la fusión de un fusible o bien si se acciona vía telemando.

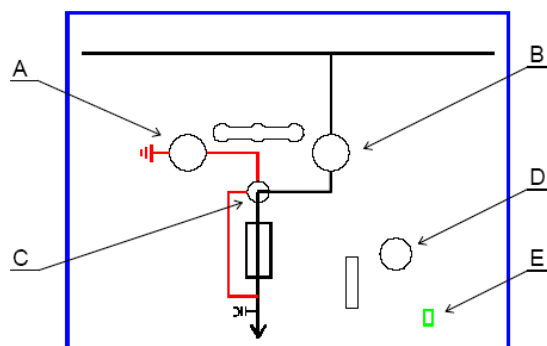


Figura 25. Detalle accionamientos celda protección

A: Cierre / apertura del seccionador de puesta a tierra.

CAMPUS D'ALCOI

- B: Cierre / apertura del interruptor.
- C: Señalización de posición del interruptor.
- D: Liberación de muelles → Apertura del interruptor.
- E: Señalización de la fusión de fusibles.

La protección de los transformadores se realizará mediante la instalación de interruptor-fusible combinado. La elección de los fusibles depende, entre otras, de las características siguientes:

- Tensión de servicio.
- Potencia del transformador.
- Disipación térmica de los fusibles.
- Tecnología de los fusibles.

Las características principales del interruptor-seccionador son:

- Intensidad nominal de corte en carga: 200 A
- Intensidad de cierre sobre cortocircuito: 40 kA

En la celda de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante inmersos en SF₆. Los tubos son perfectamente estancos respecto del gas, y cuando están cerrados, lo son también respecto del exterior, garantizándose así la insensibilidad a la polución externa y a las inundaciones. Esto se consigue mediante un sistema de cierre rápido con membrana. Esta membrana cumple también otra misión, el accionamiento del interruptor para su apertura, que puede tener origen en:

- La acción del percutor de un fusible cuando éste se funde.
- La sobrepresión interna del portafusibles por calentamiento excesivo del fusible.

Los fusibles limitadores instalados en las celdas de alta tensión deben de ser de los denominados "fusibles fríos", cuyas características técnicas vienen recogidas en la Norma NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV". Los cartuchos fusibles cumplirán con lo prescrito en la norma UNE EN 60 282-1.

Dependiendo de la potencia del transformador y de la tensión de servicio, se elegirá el calibre del fusible en Amperios.

	Potencia del transformador (kVA)		
Tensión de servicio	250	400	630
20 kV	20 A	40 A	63 A

En este trabajo el transformador será de 630 kVA, por lo que se utilizarán fusibles de 63 A.

Elección del tipo de celdas normalizadas

Las celdas para el CTD estará formada por un conjunto compacto de 3 celdas, dos de maniobra de línea y una de protección del transformador. Además en la parte superior se encontrará el armario para la automatización.

2.7.5.2.2. Pasatapas

Conducen la intensidad de corriente entre el exterior y el interior de la envolvente llena de gas SF₆ y garantizan el aislamiento entre los conductores que están bajo tensión y la masa.



Pasatapas

Estarán de acuerdo con las especificaciones establecidas en la norma NI 72.83.00. de Iberdrola.

Estarán dimensionados para soportar, una vez montados, las corrientes de cortocircuito que se muestran en la tabla a continuación:

I_n (A)	V_n (kV)	$I_{cc}/1s$ (kA)	I_{cresta} (kA)
400	24/36	16	40
200	24	16	40

En las celdas de línea la conexión a los pasatapas, se realizará mediante terminales enchufables conexión reforzada (atornillada).

La conexión a los pasatapas en las celdas de protección se realizará mediante terminales enchufables conexión sencilla.

2.7.5.2.3. Interconexión celda-transformador

Para los centros de transformación, independientemente de la potencia nominal del transformador, la conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable seco unipolar de 50 mm² de

CAMPUS D'ALCOI

sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de CTD's de hasta 24 kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/200 A.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en la Norma NI 56.40.02 de Iberdrola.

Las especificaciones técnicas de los terminales están recogidas en la Norma NI 72.83.00 de Iberdrola.

2.7.5.3. Transformador de potencia

Los transformadores de potencia son máquinas estáticas, de inducción electromagnética destinadas a transformar un sistema de corrientes variables en otro de intensidades y tensiones generalmente distintas, manteniendo la frecuencia y pudiendo ser su aislamiento en aceite, encapsulados en resina o en vacío.

Los transformadores que se deben utilizar en este tipo de centros son los que tienen como dieléctrico aceite mineral y están recogidos en la Norma NI 72.30.00 de Iberdrola. Las potencias utilizadas serán exclusivamente de 400 y 630 kVA., según proyecto tipo de centros de transformación de superficie MT 2.11.01, de Iberdrola.

2.7.5.3.1. Características generales

Las características generales de los transformadores utilizados para los centros de transformación de distribución son:

- Potencia: 250, 400 y 630 kVA.
- Transformador trifásico de 50 Hz.
- Grupo de conexión Dyn11.
- En baño de aceite con refrigeración natural.
- Herméticos y de llenado integral.
- Nivel de aislamiento hasta 24kV.
- Devanado de BT: arrollamientos en espiral, con conductor en banda aislado con papel epoxi entre espiras.
- Devanado de AT: Bobinado directamente sobre el arrollamiento de BT.
- Circuito magnético de chapa de acero al silicio de grano orientado, laminada en frío y aislada por carlite.
- Aislamiento clase A.
- Tapa empernada sobre cuba.
- Protección superficial realizada mediante un revestimiento de poliéster aplicado después de un tratamiento superficial de la chapa reforzando la adherencia y asegurando una protección anticorrosiva óptima.
- Llenado integral

CAMPUS D'ALCOI

A diferencia de otras técnicas de fabricación (cámara de aire bajo tapa o depósito de expansión), el llenado integral es el método que garantiza un menor grado de degradación del líquido aislante y refrigerante al no poner en contacto con el aire ninguna superficie.

El elemento diferenciador de dichos transformadores reside en el recipiente que encierra el líquido refrigerante, llamado cuba elástica, constituida en su totalidad por chapa de acero. Las paredes laterales de dicha cuba están formadas por aletas en forma de acordeón que permite disipar adecuadamente el calor producido por las pérdidas, debido al buen factor de disipación térmico obtenido.

El funcionamiento de estos transformadores es fiable y eficiente. Cuando el transformador se pone en servicio, se eleva la temperatura del líquido aislante, y en consecuencia aumenta el volumen de éste, siendo precisamente las aletas de la cuba las que se deforman elásticamente para compensar el aumento de volumen del líquido aislante, siendo capaz de soportar los efectos de una variación de temperatura de hasta 100 K sin que se produzcan deformaciones permanente en la misma.

Análogamente, al quitar de servicio el transformador o al disminuir la carga, se produce una disminución de la temperatura y las aletas recuperan un volumen proporcional al producido anteriormente por la dilatación.

Las ventajas del llenado integral frente a otras técnicas de llenado de la cuba, son:

- Menor degradación del aceite, sin oxidación ni absorción de humedad.
 - Bajo grado de mantenimiento, debido a no tener ciertos elementos, como:
 - No precisa desecador.
 - No requiere mantenimiento del aceite.
 - No precisa válvulas de sobrepresión.
 - No precisa indicadores de nivel de líquido.
 - Mayor robustez al no haber soldaduras entre el depósito de expansión y la tapa.
 - Menor peso del conjunto.
 - Menores dimensiones al no tener depósito de expansión o cámara de aire.
 - Tensiones
- Lado de Alta Tensión del transformador

Debido a la diversificación de tensiones de las redes eléctricas, los transformadores podrán tener una o dos tensiones en el lado de alta, es decir bitensión en el lado de alta tensión. Por ejemplo, en el caso de Valencia o Alcoi podemos tener tensiones a 11 o 20 kV, ya que en el centro de la ciudad todavía existen instalaciones a 11 kV. En nuestro caso, nuestra tensión de alimentación será a 20 kV.

En el supuesto de tener dos tensiones se podrá pasar de una a otra mediante la utilización de:

- Conmutador, realizando la operación sin tensión.
- Bornas bajo tapa.

Disponen también de un conmutador de cinco posiciones para la variación de la relación de transformación para el ajuste de tensión en BT.

En el caso que nos ocupa, los transformadores tendrán únicamente una tensión en este lado, de 20 kV.

- Lado de Baja tensión del transformador

Puede estar formada por:

- Cuatro bornes, 3 fases + un neutro.
- Siete bornes, 3 fases + 3 fases + un neutro, (bitension en lado de BT).

Se denomina al secundario como B1 cuando la tensión compuesta en vacío es de 242 V, B2 cuando es 420 V y B1B2 cuando el aparato tiene doble tensión secundaria.

El transformador que se instalará en nuestro edificio tendrán únicamente como tensión secundaria B2, ya que la tensión B1, está tendiendo a desaparecer, por tanto estarán dotados de cuatro salidas, tres fases y un neutro.

2.7.5.3.2. Características eléctricas

Los transformadores normalizados y sus características esenciales según NI 72.30.00 de Iberdrola, son las siguientes:

Designación	Potencia kVA	Tensión más elevada para el ma- terial kV	Tensión asignada primaria kV	Clase	Pasa- tapas	Tensión asignada secundaria (en vacío) V	Código
TC-50/17,5/13,2 B2-O-PE	50	17,5	13,2	B2	PE	420	72 35 010
TC-100/17,5/13,2 B2-O-PE	100						72 35 011
TC-250/17,5/13,2 B2-O-PE	250						72 35 015
TC-400/17,5/13,2 B2-O-PE	400						72 35 019
TC-630/17,5/13,2 B2-O-PE	630						72 35 023
TC-50/24/20 B2-O-PE	50	24	20				72 29 005
TC-100/24/20 B2-O-PE	100						72 29 008
TC-250/24/20 B2-O-PE	250						72 29 015
TC-400/24/20 B2-O-PE	400						72 29 019
TC-630/24/20 B2-O-PE	630						72 29 023
TC-50/36/30 B2-O-PE	50	36	30				72 24 005
TC-100/36/30 B2-O-PE	100						72 24 011
TC-250/36/30 B2-O-PE	250						72 24 015
TC-400/36/30 B2-O-PE	400						72 24 019
TC-630/36/30 B2-O-PE	630						72 24 023
TC-50/24/20-11 B2-O-PE	50		20-11				72 29 155
TC-100/24/20-11 B2-O-PE	100						72 29 161
TC-250/24/20-11 B2-O-PE	250						72 29 165
TC-400/24/20-11 B2-O-PE	400						72 29 169
TC-630/24/20-11 B2-O-PE	630						72 29 173
TC-50/24/20-13,2 B2-O-PE	50	24	20-13,2	72 29 155			
TC-100/24/20-13,2 B2-O-PE	100			72 29 161			
TC-250/24/20-13,2 B2-O-PE	250			72 29 115			
TC-400/24/20-13,2 B2-O-PE	400			72 29 119			
TC-630/24/20-13,2 B2-O-PE	630			72 29 123			
TC-50/24/20-15 B2-O-PE	50		20-15	72 29 055			
TC-100/24/20-15 B2-O-PE	100			72 29 061			
TC-250/24/20-15 B2-O-PE	250			72 29 065			
TC-400/24/20-15 B2-O-PE	400			72 29 069			
TC-630/24/20-15 B2-O-PE	630			72 29 073			

Características esenciales de los transformadores

siendo:

TC: Transformador de caseta.

B2: Clase

O: Aceite mineral aislante

PE: Pasatapas tipo enchufable

CAMPUS D'ALCOI

A continuación y como ejemplo, se muestran las características eléctricas en función de la potencia del transformador del fabricante Merlin Gerin:

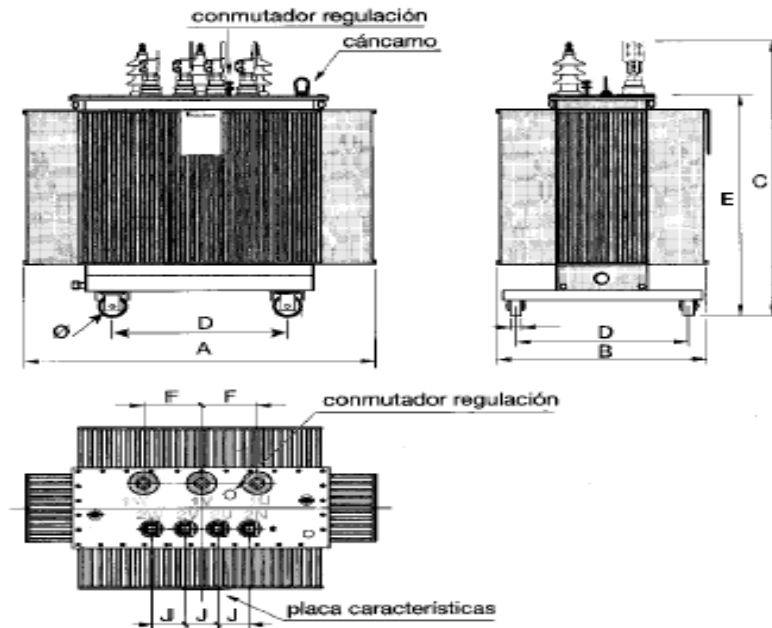
Potencia asignada (kVA):		250	400	630	
Tensión primaria (V):		24	24	24	
Tensión secundaria B2 (V):		420	420	420	
Regulación de tensión:		$\pm 2,5; \pm 5$	$\pm 2,5; \pm 5$	$\pm 2,5; \pm 5$	
Pérdidas (W):	En vacío	650	930	1.300	
	Por carga a 75°C	3.250	4.600	6.500	
Tensión cortocircuito (%):		4	4	4	
Corriente en vacío:	100% Un	2,0	1,8	1,6	
	110% Un	5,0	4,8	4,5	
Caída tensión a plena carga:	Cos $\varphi = 1$	1,37	1,2	1,1	
	Cos $\varphi = 0,8$	3,33	3,25	3,18	
Rendimiento	Carga 100%	Cos $\varphi = 1$	98,46	98,64	98,78
		Cos $\varphi = 0,8$	98,09	98,30	98,47
	Carga 75%	Cos $\varphi = 1$	98,70	98,84	98,96
		Cos $\varphi = 0,8$	98,37	98,56	98,70
	Carga 50%	Cos $\varphi = 1$	98,84	98,98	99,07
		Cos $\varphi = 0,8$	98,56	98,72	98,84
Carga 25%	Cos $\varphi = 1$	98,65	98,80	98,83	
	Cos $\varphi = 0,8$	98,32	98,50	98,66	
Ruido dB(A)	Potencia acústica (Lwa)	62	65	67	

La placa de las características será visible sin necesidad de acceder a la celda del transformador.

2.7.5.3.3. Dimensiones y pesos

A continuación como ejemplo se muestran las medidas de los transformadores en función de la potencia del transformador del fabricante Merlin Gerin:

El acceso a los centros estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora.



Potencia (kVA)	250	400	630
A	1006	1.246	1.546
B	906	946	1.016
C	1374	1.469	1.589
D	670	670	670
E	984	1.079	1.199
F	275	275	275
∅	125	125	125
Ancho llanta (cm)	40	40	40
J	150	150	150
Peso total (Kg)	980	1.290	1.740
Volumen líquido (L)	237	312	397
Peso líquido (Kg)	204	268	341
Peso desencubar (kg)	620	800	1.050

Detalle de un transformador

CAMPUS D'ALCOI

2.7.5.3.4. Termómetro de esfera

El termómetro de esfera es un elemento de control de la temperatura del aceite en su franja más caliente, es decir, en la superficie interior de la tapa del transformador, permitiendo al mismo tiempo, conocer su estado de carga.



Termómetro de esfera

La incorporación de un circuito de alarma (aguja azul) y uno de disparo (aguja roja), facilitan el control de la temperatura del aceite cuando llega a alcanzar valores peligrosos.

Es preciso utilizar relés auxiliares en los circuitos de alarma y de disparo del termómetro debido a que las capacidades de corte de sus contactos son pequeñas.

Las tres agujas de que consta el termómetro determinan:

- Aguja negra: indicadora constante de la temperatura del aceite aislante en la capa superior del transformador (cable marrón).
- Aguja azul: contacto normalmente abierto de alarma (cable azul).
- Aguja roja: contacto normalmente abierto de disparo (cable amarillo).

Estos contactos eléctricos están situados en el interior de la caja de aluminio y son accionados cuando la aguja negra (indicadora de temperatura) alcanza los umbrales de ajuste de la aguja azul y de la roja (cuando la aguja negra haga contacto con la aguja azul de alarma y a pesar del aviso, continúa elevándose la temperatura, la aguja negra irá desplazando el contacto de alarma hasta conectar con el contacto de disparo o aguja roja).

El ajuste de la aguja negra, determina el límite máximo que puede alcanzar el aceite del transformador según UNE 20-101, estando ésta condicionada a la temperatura ambiente del local, que a su vez, no sobrepasará los límites establecidos por la norma UNE EN 60076-2. La temperatura a la que ajustaremos esta aguja será la resultante de sumar la temperatura del aceite y la del ambiente, que obtendremos de las citadas normas.

El ajuste máximo de la aguja roja (de disparo) será el máximo obtenido al sumar la temperatura máxima del aceite y del ambiente. Siendo aconsejable situar la aguja azul (de alarma) entre 5 y 10° C por debajo de la roja.

Suponiendo una temperatura máxima para el ambiente de 40° C, y para el aceite de 60° C, las temperaturas a las que fijaremos las agujas de alarma y disparo, serán:

- Alarma: 90° C.
- Disparo: 100° C.

2.7.5.3.5. Pasatapas

Los pasatapas son de porcelana con el exterior vidriado, siendo fácilmente recambiables sin necesidad de desencubar el transformador.

- Pasatapas de AT

Los pasatapas de alta tensión serán de tipo enchufable, y cumplirán las especificaciones de la norma NI 72.83.00.

- Pasatapas de BT

Los pasatapas de baja tensión cumplirán lo indicado en la norma UNE EN 50 386.

2.7.5.4. Aparamenta de baja tensión

2.7.5.4.1. Cuadros modulares de baja tensión

Las salidas de baja tensión del centro de transformación irán protegidas con cuadros modulares de distribución en baja tensión de 5 salidas de 400 A. por transformador. Las características del cuadro de baja tensión se definen en la Recomendación UNESA 6302B, desde donde partirán debidamente protegidas las líneas de baja tensión que alimentan respectivamente a las diferentes cajas generales de protección (CGP).

Las especificaciones técnicas de dichos cuadros deberán estar homologadas por la compañía eléctrica suministradora y cumplir con lo establecido en la norma NI 50.44.02, de Iberdrola.

2.7.5.4.2. Control histórico de cargas del transformador en BT

El control histórico de cargas se realiza mediante un transformador de intensidad que se situará en la parte superior de la pletina de una de las fases en el cuadro de BT.

Dicho transformador de intensidad emplea como primario la pletina de baja tensión y en el secundario se intercala un maxímetro de doble escala, instantánea y de arrastre, sirviendo esta última para el seguimiento y control de las cargas anuales del transformador.

No obstante según se indica en el proyecto tipo de Iberdrola “Centros de Transformación de otros usos” MT 2.11.03, el cuadro de baja tensión podrá no

CAMPUS D'ALCOI

incorporar maxímetro amperímetro, ya que el control de la carga de los transformadores se realizara periódicamente mediante la medición de las citadas cargas en el centro de transformación o bien desde el centro de control mediante la supervisión de media o baja tensión, por tanto no se instalaran dichos elementos en los cuadros de baja tensión.

2.7.5.4.3. Interconexión transformador-cuadro BT

La conexión eléctrica entre el transformador de potencia y el cuadro de BT se debe realizar con cable unipolar de 240 mm² de sección, con conductor de aluminio tipo RV y de 0,6/1 kV especificados en la Norma NI 56.31.21 "Cables unipolares RV con conductores de aluminio para redes subterráneas de BT 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre 3 para cada fase y dos para el neutro.

Estos cables disponen en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240 especificados en la Norma NI 58.51.73 "Terminales bimetálicos para cables aislados de BT en aluminio (punzonado profundo) tipo interior".

2.7.6. Puesta a tierra de los Centros de Transformación

2.7.6.1. Introducción

La instalación estará dotada de un sistema de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto que puedan producirse. El sistema asegurará la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas que puedan producirse por cualquier defecto de la instalación o de la red unida a ella, y permitir la actuación de las protecciones.

Las instalación de puesta a tierra (PaT) se realizarán de forma que ningún punto normalmente accesible del interior o exterior del centro de transformación pueda resultar peligroso tanto para las personas como para los circuitos de menor tensión del centro de transformación, cumpliendo la instrucción técnica complementaria MIE RAT 13- Instalaciones de Puesta a Tierra, del vigente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Orden de 6 de Julio de 1.984, del Ministerio de Industria y Energía, B.O.E. 01-08-84).

2.7.6.2. Instalaciones de puesta a tierra

En los centros de transformación la instalación de puesta a tierra se realizará según las prescripciones de la instrucción MIE-RAT 13, y se aplicara el método UNESA de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para CT's de 3ª categoría, mediante el cual se determinan las tensiones de paso y de contacto aplicadas, comprobando que son menores que las admisibles, según se detalla en el apartado 3.1. de este trabajo.

CAMPUS D'ALCOI

Se instalarán dos circuitos independientes en cada centro de transformación:

- Circuito de PaT de protección (de herrajes): Tiene por misión unir a tierra permanentemente las partes metálicas de la instalación que no están normalmente en tensión pero que pudieran estarlo durante una avería
- Circuito de PaT de servicio (de neutro): Tiene por misión unir a tierra temporalmente parte de la instalación normalmente en tensión, o permanentemente ciertos puntos de los circuitos eléctricos de servicio.

2.7.6.3. Ejecución de la puesta a tierra

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de puesta a tierra, es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno y como consecuencia, las tensiones de paso y contacto resultante de la instalación.

La resistividad del terreno queda perfectamente tabulada en la MIE-RAT 13, teniendo ésta un valor de $100 \Omega \cdot m$

En este tipo de centros, el electrodo de puesta a tierra, estará formado por disposiciones lineales para la tierra de servicio y rectangulares para la de protección, realizándose la salida a la calle en cable aislado y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de cables de alimentación del centro.

En la instalación de puesta a tierra y elementos a ella conectados, se cumplirán las siguientes condiciones:

- Llevarán un borne accesible para la medida de resistencia a tierra.
- Se unirán al conductor de la línea de tierra previsto.
- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra estarán protegidos, adecuadamente, contra deterioros frente acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se hará mediante derivaciones individuales.
- La resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa y/o cualquier elemento metálico unido a ella y el conductor de línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista en amperios sea igual o inferior a 50 V.

CAMPUS D'ALCOI

- No se unirá a la instalación de puesta a tierra, ningún elemento metálico situado en los parámetros exteriores del centro de transformación (puertas, rejillas de ventilación).

2.7.6.4. Tierra 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 tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

2.7.6.5. Tierra de servicio

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo de cálculos de este trabajo.

2.7.6.6. Tierras interiores

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

2.7.6.6. Unificación de circuitos de tierra de protección y servicio

Los circuitos de tierra de protección y de servicio se establecerán separados, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1000 V, en cuyo caso se establecerán unidas.

Para ello, en la instalación de tierras en el interior del CT, junto a las cajas de registro de seccionamiento de cada circuito, se instalara un puente amovible que permita la unificación en caso de que cumpla lo indicado en el párrafo anterior cuando se realice la comprobación de tensiones de paso y contacto.

CAMPUS D'ALCOI

2.7.6.7. Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y de contacto

Una vez ejecutadas las instalaciones de tierra y acabadas las obras del edificio, se comprobarán las tensiones de paso y contacto, en el interior y en el exterior de cada uno de los CT's. Para ello se inyectará una intensidad de defecto 10 veces menor a la calculada como defecto, obteniendo los valores de tensiones de paso y contacto minorados 10 veces también. En caso de no cumplir con las especificaciones del diseño se tomarán a juicio de la Dirección de Obra, la siguientes medidas:

- Alfombra aislante en el suelo interior del CT afectado.
- Mejorar el sistema de picas de tierra.

2.7.7. Instalaciones secundarias

2.7.7.1. Alumbrado de emergencia

En el interior del centro de transformación se instalarán una serie de puntos de luz que debe proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos. El nivel medio de iluminación será como mínimo de 150 lux.

Los puntos de luz estarán colocados adosados al techo y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámpara sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Se dispondrá también de los correspondientes puntos de luz de alumbrado de emergencia y señalización de carácter autónomo. Para garantizar la evacuación y la iluminación en caso de fallo de energía.

2.7.7.2. Protección contra incendios

Tal y como indica la MIE RAT 14 se colocará un extintor de eficacia mínima 89B. Este extintor debería colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación, o en las inmediaciones del acceso, para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 m.

2.7.7.3. Ventilación

Para garantizar la perfecta ventilación del local y que no se alcancen temperaturas que limiten la vida útil de los equipos se prevé la instalación de rejillas de ventilación a distintas alturas y en lados opuestos del local para asegurar una ventilación natural cruzada.

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo manual las 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 transformador.

CAMPUS D'ALCOI

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.

Los cálculos de la superficie mínima de ventilación se encuentran en el capítulo de cálculos de este trabajo.

Bibliografía: MT 2.51.01

2.8. Red subterránea de baja tensión

2.8.1. Introducción

La línea subterránea de baja tensión, será la encargada de alimentar eléctricamente el edificio objeto de nuestro trabajo, las especificaciones técnicas sobre esta línea la podremos encontrar en el siguiente punto de nuestro trabajo.

2.8.2. Características de la red de BT

La red trifásica de baja tensión 400/230 V (BT), se compone de dos líneas subterráneas (LSBT) que partiendo del CTD llegan hasta las dos cajas generales de protección (CGP's), a colocar en las parcelas edificables del edificio.

Las LSBT se canalizarán desde el trafo y por la acera hasta llegar en el caso de la línea 1 y 2 a las respectivas CGP's.

Se cumplirá con la ITC-BT-07 del REBT, sobre redes subterráneas de distribución en baja tensión y con el MT 2.51.01 "*Proyecto Tipo de Línea Subterránea de Baja Tensión*", de la compañía distribuidora Iberdrola.

Las características principales de la red de BT son:

- Tensión nominal 400/230 V.
- Tensión máxima entre fase y tierra 250 V.
- Aislamiento de los cables de red 06/1 kV.
- Esquema de distribución TT, neutro puesto a tierra rígidamente.
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásico 50 kA.
- Tipo de conductor: RV o XZ1
- Sección de los conductores: 240 mm² para las fases y 150 mm² para el neutro.

La red de BT junto con el CT y la red de MT, forman un conjunto cuyo titular será la compañía distribuidora de la zona, de acuerdo con lo indicado en el artículo 42 del RD 1955/2000.

2.8.3. Potencia a transportar por la red de BT

La potencia a transportar en las redes de distribución depende de la previsión de potencia realizada en el apartado 2.4. A la hora de determinar la potencia a transportar se debe tener en cuenta que en las redes de distribución de baja tensión se aplican coeficientes de simultaneidad de acuerdo con la carga de los

CAMPUS D'ALCOI

edificios. Por tanto al tratarse una zona residencial, aplicaremos el coeficiente de simultaneidad pertinente en el caso de las 27 viviendas, que será $k=18.3$, los cálculos tanto de las viviendas como los demás servicios, no se han realizado, ya que no es el objetivo de este trabajo.

A continuación se detalla para cada CGP la potencia a transportar por cada una de las líneas de BT, así como el grado de saturación de los transformadores de cada CT.

CTD AMADEO ROCA				
Nº DE LÍNEA	TRAFO	POTENCIA (kW)	POTENCIA REPERCUTIBLE CT kVA	POTENCIA ADMISIBLE kW
1	1	112.24	124.70	135.9
2	1	96.92	107.68	135.9
TOTAL TRAFO		209.16	232.40	679.50
Grado de saturación		36.88%		

Con esta tabla, podemos ver que tanto el trafo como las líneas de baja están sobre-dimensionadas, así podremos aprovechar dicha instalación para futuras instalaciones.

2.8.4. Trazado de las líneas

El recorrido de la red de distribución de BT comprende desde el cuadro de baja tensión (CBT) del CTD hasta las CGP's, que estarán empotradas en la fachada del edificio objeto de nuestro trabajo. Previamente deberemos de diseñar una zanja que discurrirá por la acera contigua al edificio, esta zanja irá desde el CTD hasta las CGP's.

El trazado que describe la red subterránea de baja tensión puede verse en el plano EMPLAZAMIENTO.

Las conducciones eléctricas discurrirán siempre que sea posible por los paseos o aceras realizando los cruces de la calzada de forma lo más perpendicular posible a la dirección de ésta, compartiendo zanja, en la medida de lo posible, con la LSMT, pero manteniendo una distancia superior a los 25 cm, para no alterar los coeficientes de reducción de la intensidad admisible.

2.8.5. Esquema de distribución

El esquema de distribución seleccionado es el tipo TT, donde el neutro está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a una tierra separada de la toma de tierra de la alimentación. Se

CAMPUS D'ALCOI

elige este esquema de distribución por tratarse del más común y debido a que la compañía distribuidora obliga a utilizar en sus redes de distribución en BT este tipo de esquema.

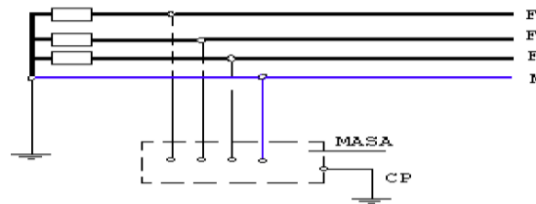


Figura30: esquema de distribución TT

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para la fase y uno para el neutro.

2.8.6. Características de los materiales

Las características generales de los cables y accesorios que intervienen en el presente trabajo se especifican a continuación.

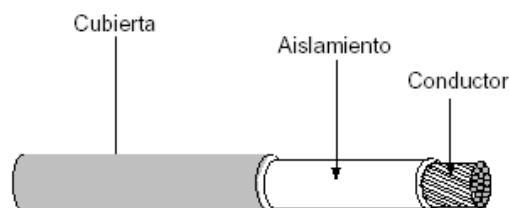
2.8.6.1. Cables

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco tipos RV, según NI 56.31.21 y XZ1 según NI 56.37.01, de las características siguientes:

- Cable tipo: RV , XZ
- Conductor: Aluminio
- Secciones: 150 y 240 mm²
- Tensión asignada: 06/1 kV
- Aislamiento: Polietileno reticulado
- Cubierta: PVC para el RV y Poliolefina para el XZ1
- Categoría de resistencia al incendio: UNE EN 62332-1-2 para el RV y (S) seguridad para el XZ1.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

En la figura siguiente se representa la constitución y estructura del cable, identificando cada una de sus partes.



Estructura del cable

2.8.6.1.1. Sección del cable

Para la elección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso. Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de la instalación.
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidades y tiempo de cortocircuito.

Utilizaremos la sección de 240 mm² para las fases y 150 mm² para el neutro de la red, tal y como indica la empresa distribuidora en su informe inicial. Siendo necesario por tanto tener en cuenta en el reparto de cargas, que la potencia a transportar será inferior a la admisible por el cable en las condiciones de instalación de la LSBT y que la caída tensión máxima para la potencia a transportar por el conductor sea inferior al 5%, para la longitudes de línea definidas en el reparto de las mismas a lo largo del perímetro de cada manzana.

En relación a la caída de tensión, nos encontramos con la misma situación, no tener definidos los puntos de consumo y de generación, por tanto se tomará en consideración el caso más desfavorable para cada línea, que consiste en situar la carga a transportar en el extremo final de la misma, de forma que si la caída de tensión es inferior al 5%, tendremos la seguridad de que en el resto de casos será inferior a este valor.

De acuerdo con los cálculos realizados en el apartado 3.2. de este proyecto, las caídas de tensión de las redes de BT en función de la longitud total y de la potencia a transportar serán:

CENTRO	NºLÍNEA	LONGITUD (m)	POTENCIA (kW)	CAÍDA DE TENSIÓN <i>U</i> %
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE DISTRIBUCIÓN	1	7	112.24	0.045
	2	8	96.92	0.045
	3	---	---	---
	4	---	---	---
	5	---	---	---

Como se puede apreciar en la tabla, la caída de presión es inapreciable, ya que la longitud del cable es casi nula.

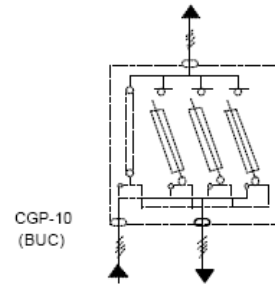
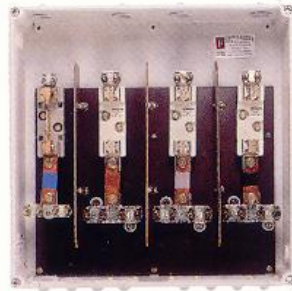
2.8.6.2. Cajas generales de protección

Las cajas generales de protección (CGP), señalan el principio de la propiedad de las instalaciones del cliente. Son en su totalidad propiedad del mismo. Se colocará lo más próxima posible a la red general de distribución y en terreno propiedad del cliente, excepto en suministros públicos o provisionales.

CAMPUS D'ALCOI

La CGP y su instalación cumplirán con la norma NI 76.50.01 de la compañía distribuidora, Iberdrola. El material de la envolvente será aislante, como mínimo de clase A, según UNE 21 035.

En las redes subterráneas, se utilizará la CGP-10 , también denominada esquema 10, se colocará empotrada en fachada, linde, o valle de parcela, de modo que se acceda a ella directamente desde la vía pública. En la figura siguiente se puede ver un esquema de la CGP-10 y su imagen real. En nuestro caso, la colocaremos empotrada en fachada.



CGP-10

2.8.6.3. 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.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01.

Las piezas de conexión se ajustarán a la NI 58.20.71.

2.8.7. Canalizaciones

2.8.7.1. Canalización entubada en acera

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

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

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

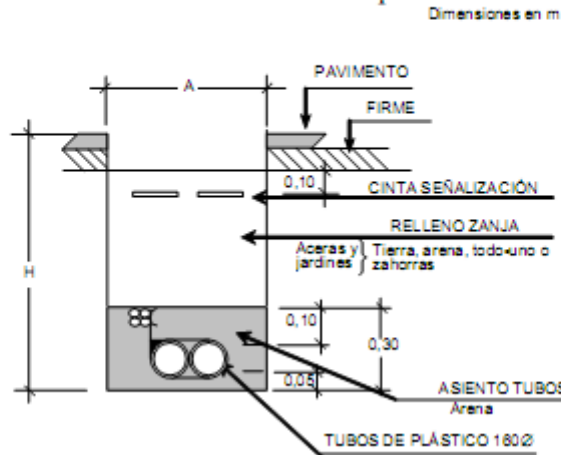
Se instalará un multitubo, designado como MTT 4x40, según NI 52.95.20, de Iberdrola, para los cables de control, red multimedia, etc. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, incluido en las arquetas y calas de tiro si

CAMPUS D'ALCOI

las hubiera. La guía de instalación del ducto y accesorios se encuentra definida en el MT 2.33.14 “ *Guía de instalación de cables óptico subterráneos*”, de Iberdrola.

En la figura siguiente se muestra la canalización de dos tubos, en la que se indica la instalación del multitubo y una tabla de dimensiones de la zanja y numero de cintas de señalización, en función del número de tubos, sacado del MT 2.51.01 “ *Proyecto Tipo de línea subterránea de BT*”, de Iberdrola.

Canalización entubada con tubos 160 Ø y cables aislados de 0,6/1 kV
Colocados en un plano



Núm. de tubos	Anchura (A)	Profundidad zanja (H)	Cinta señalización cable	Nº de tubos 160 Ø	Multitubo MIT 4X40
2	0,35	0,70	1	2	1
3		0,80		3	1
4		0,90		4	1*
5	0,50	0,80	2	5	1*
6		0,90		6	1*
7 - 9		1,10		7 - 9	1*

Figura 33: detalle canalización entubada

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

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

Por último, se rellena la zanja dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este relleno se utilizará tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo, todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará un firme de hormigón no estructural H-125 de unos 0,12 m de espesor y por último se colocará el pavimento.

CAMPUS D'ALCOI

2.8.7.2. Cruce con otros servicios

Las condiciones a que deben responder los cables subterráneos de BT directamente enterrados son las indicadas en punto 2.2.1 de la ITC-BT-07 del reglamento de BT.

Se procurará que los cables de baja tensión discurran por encima de los de alta tensión.

Con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se indican a continuación:

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

2.8.8. Puesta a tierra del neutro

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 de 14 mm² de sección y 2 m de longitud, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cu, como mínimo. Dichas picas de puesta a tierra complementarias, reducirán en los receptores monofásicos, ante cualquier contingencia, los efectos de sobretensión ante una accidental rotura de neutro por excavadora, defecto de material, etc.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

2.8.9. Protecciones

La protección de las líneas de BT contra sobrecargas y cortocircuitos se realizará mediante la utilización de fusibles colocados en el CBT de cada transformador.

CAMPUS D'ALCOI

Los fusibles a emplear serán de la clase “gG” según Norma UNE 21.103. Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas se deberá tener en cuenta la sección del cable y la intensidad que circula por el mismo. Para la protección contra cortocircuitos se deberá tener en cuenta la longitud de la línea así como la sección de la misma.

De acuerdo con los cálculos justificativos del apartado 3.2., se utilizarán fusibles de 250 A, uno por línea de BT. La línea a proteger será de 240 mm^2 de sección. La línea estará sobre dimensionada, ya que según normativa de la empresa distribuidora, los cables a instalar serán de la sección previamente mencionada. De esta forma, podremos abastecer en un futuro nuevas instalaciones o demandas de consumo mayores. Con este fusible queda protegida la línea simultáneamente contra sobrecargas y cortocircuitos. Ya que el máximo valor de fusible que podemos poner será de 250 A y garantizaremos que el cable no sufra desperfectos en caso de sobreintensidad. Toda esta información se podrá contrastar en la MT 2.03.20

2.9. Descripción del Proyecto STAR

La peculiaridad de este proyecto, que lo hace diferente a los proyectos de CTD's convencionales, es la incorporación de la Telegestión.

A continuación, pasaremos a detallar de forma muy breve y concisa, el porqué de la incorporación de estos elementos a la instalación:

-Definición: El nombre del Proyecto STAR viene definido por las siguientes siglas “Sistema de Telegestión y Automatización de la Red”.

-Necesidad de implantación: Hasta 2018, será de obligado cumplimiento la telegestión de las lecturas de los contadores de toda España. Iberdrola, aprovechando esta situación, ha querido implantar además de la telegestión propiamente dicha, unos nuevos sistemas de control para el análisis de la red. Estos sistemas son, la supervisión en MT y la Automatización de las celdas de maniobra.

La implantación de forma total o parcial del proyecto STAR, dependerá de las necesidades de control que se deseen supervisar. Siendo, la más sencilla, la telegestión (lectura de contadores a distancia), supervisión de MT (Intensidad y tensión, por lo tanto tendremos la potencia) y por último la Automatización (ejecución de maniobras desde el centro de control, antiguo telemando).

En los siguientes puntos, pasaremos a explicar de forma más detallada los tres aspectos mencionados anteriormente:

•Telegestión.

Lectura del consumo en tiempo real sin necesidad de visualizar el contador por un operario. Los datos de los consumos se almacenarán en el centro de

CAMPUS D'ALCOI

adquisición de datos, que contendrá servidores destinados para ello por la empresa y así poder utilizarlos para los fines que necesiten.

Los armarios que se instalarán a ser posible en el interior del CT tendrán las siguientes características:

-Dispondrán de un concentrador, este equipo inyecta una señal en el CBT la cual llega al trafo a los contadores y de ahí mediante el sistema de telecomunicaciones que se elija (gprs, 3g o fibra óptica) se informará al centro de adquisición de dato para su posterior información al cliente.

Para tomar dichas lecturas, necesitaremos como hemos mencionado anteriormente, las tensiones y mediante unos toroidales situados bien en bornas de BT del trafo, o bien, en cabecera del cuadro de BT las intensidades. La diferencia de estos dos métodos dependerá si el trafo alimenta uno o dos cuadros de BT. En el primer caso, las pondremos en bornas de BT del trafo, mientras que en el segundo caso, se pondrá en cabecera del cuadro de BT.

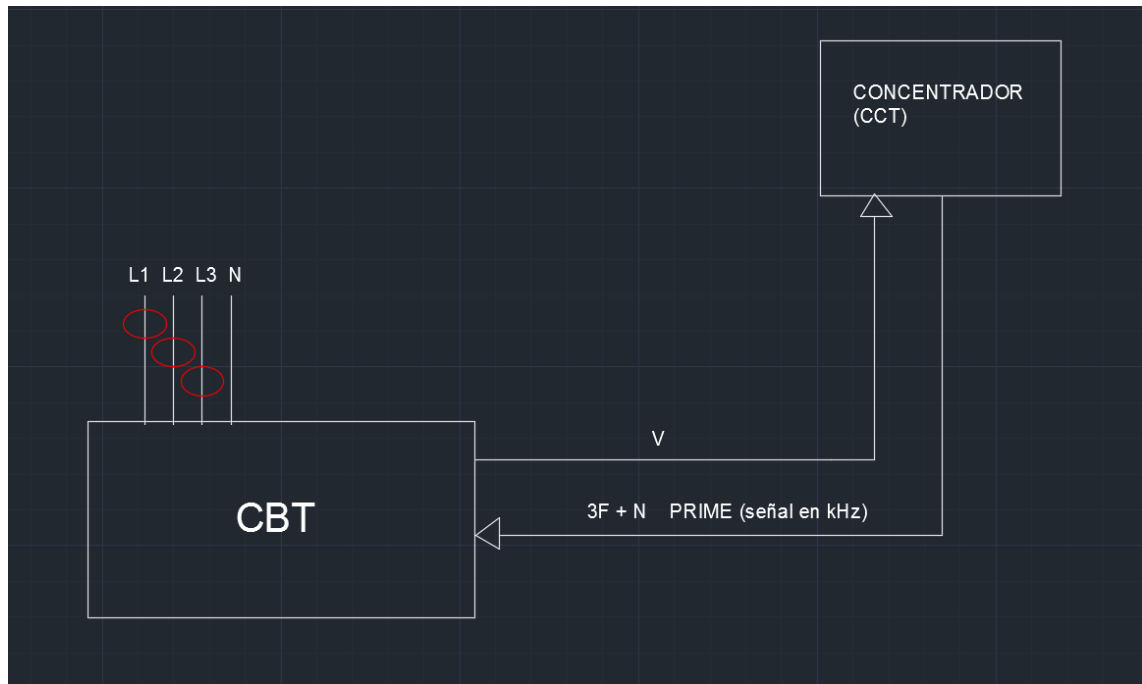
Queremos que la sensibilidad de las lecturas sea $<1\%$, la sensibilidad dependerá de la caída de tensión que tengamos en nuestra medición.

Para ello respetaremos siempre estos requisitos:

-Si la distancia al CT es < 6 metros, instalaremos cable de 1.5 mm^2 de sección.

-Si la distancia al CT es de entre 6.1 metros hasta 10 metros, instalaremos cable de 2.5 mm^2 de sección.

-El cable lo llamaremos PRIME, por el que se emitirá una señal en kHz y llevaremos 3 fases y el neutro.



Si tenemos dos trafos, tendremos un concentrador con nodos auxiliares (supervisores). Si estos dos trafos funcionan a la misma tensión (B2, por ejemplo), tendremos dos telegestiones. Mientras que si el trafa es bitensión (B1 y B2), tendremos cuatro telegestiones, una por tensión.

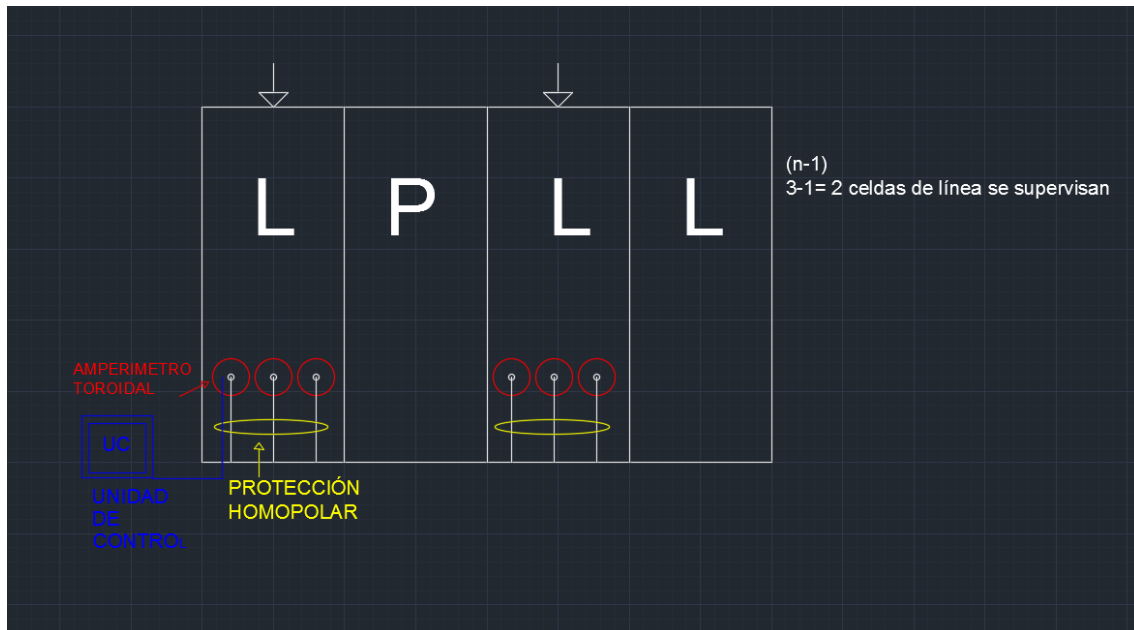
Por otra parte, si un trafa tienes menos de cuatro clientes no necesitaremos implantar la telegestión, ya que por motivos económicos no interesa y se utilizará un contador con una tarjeta SIM que enviará la señal al centro de adquisición de datos para su posterior tratamiento.

•Supervisión en MT.

La solución técnica es similar a la de BT, un toroidal (I) y un captador (V) por fase. Además tendrá un detector de paso de falta que abrazará las tres fases que detectará el paso de las faltas y harán actuar a las protecciones para dispar la avería.

Para acotar la avería utilizaremos el sistema ARA, es un sistema inteligente que abre circuitos para despejar la falta y acotar la avería.

Los centros se supervisan de (n-1), pero por la izquierda. Empezaremos a contar de izquierda a derecha y si por ejemplo tenemos 3 celdas de línea, supervisaremos 2 siguiendo las indicaciones de la operación (n-1). Ejemplo:



La Unidad de Control recibe todas las señales analógicas procedentes de las mediciones de tensión e intensidad y las convierte a digitales para su posterior estudio.

La instalación de protección de la celda de línea 3 irá independiente a la de la línea 1.

-DPF= Detector de Paso de Falta. Es un dispositivo electrónico de protección de la línea, no interactúa con la línea propiamente dicha, sino que simplemente envía una señal de donde se encuentra la posible falta y los dispositivos encargados de hacer disparar la línea actuarán sobre ella y despejarán la falta.

La Icc hacen disparar las protecciones de la ST, por ello este dispositivo es muy útil para detectar la falta antes de que dispare la línea.

CAMPUS D'ALCOI

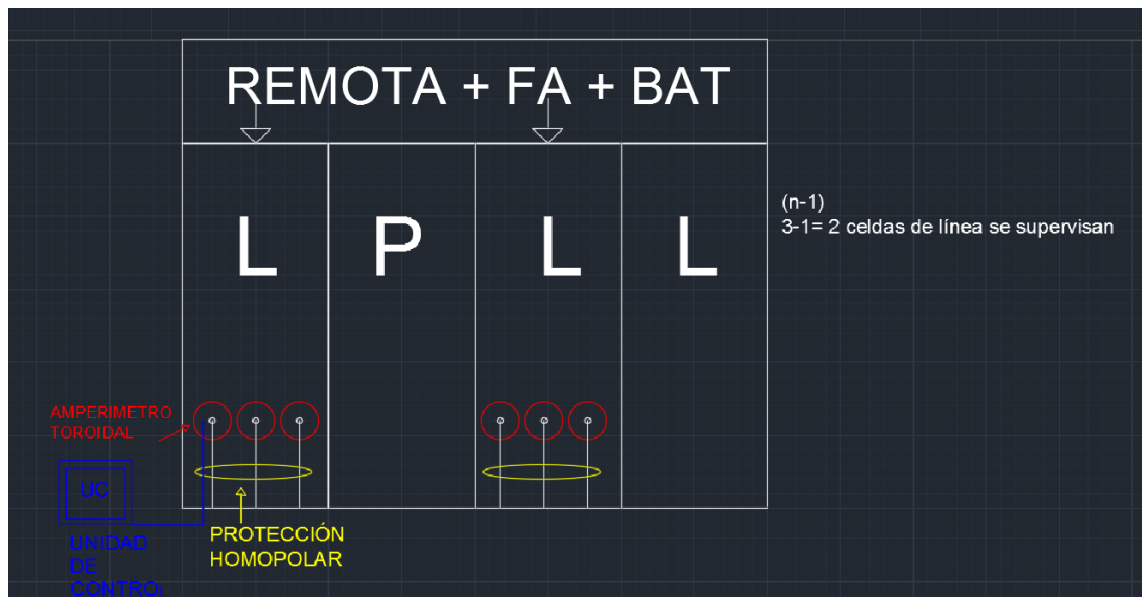
•Automatització.

Puede o no tener telegestión. Ya que puede ser un CTR que no tenga trafo. Entonces no tendría clientes y al tratarse solo de celdas de línea prescindiríamos de la telegestión.

Se automatizan las celdas de línea y enlace de barras.

En el caso de que sea necesaria la telegestión se procederá de la siguiente forma:

-En celdas compactas: Entendemos por conjunto de celdas 3L2P (como máximo 3L), la estructura 4L1P no sería posible, ya que los dispositivos no están diseñados para esta configuración. Si quisiéramos proteger más líneas pasaríamos a la automatización modular. En (n-1) por la izquierda como en la supervisión de MT pero en estas el gestor no podrá alterar el orden de los equipos como en las modulares ya que vendrán montados por el fabricante.



*FA: Fuente de Alimentación.

*BAT: Batería.

CAMPUS D'ALCOI

-Modular: Todas las líneas tendrán telemando y medida. En la compacta era (n-1), en cambio en esta se supervisa en todas.

La modular actual se denomina modular integrada y viene en el siguiente conjunto de celdas:



- *ACC, serían las compactas.
- *AM, celdas modulares.
- *E, enlace de barras.
- *S, sensor.

Las celdas de línea llevarán incorporado el telemando y medida. Mientras que el enlace de barras, telemando y el trafo indicador NO/NC.



CÁLCULOS

CAMPUS D'ALCOI

CAPÍTULO 3. CÁLCULOS**3.1. Cálculo de las instalaciones de Puesta a Tierra (PaT)**

3.1.1. Cálculo 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 100 Ω m.

3.1.2. Determinación de las corrientes máximas de PaT y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 0.7 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1$$

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro, corresponden a:

$$R_n = 0 \text{ } \Omega \text{ y } X_n = 25,4 \text{ } \Omega. \text{ Con } |Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2}$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a: $I_d(\text{máx}) = 20.000\text{V} \cdot 3 \cdot |Z_n|$ con lo que el valor obtenido es $I_d = 454,61$ A valor que la compañía redondea a 500 A.

3.1.3. Diseño preliminar de las instalaciones de tierra

3.1.3.1. Tierra de protección

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

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:



$$Kr = 0.073 \Omega / (\Omega * m)$$

$$Kp = 0.012 V / (\Omega * m * A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

3.1.3.2. Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema 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 de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$Kr = 0.073 \Omega / (\Omega * m)$$

$$Kp = 0.012 V / (\Omega * m * A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unida por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

CAMPUS D'ALCOI

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kr y Kp de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

3.1.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del CT (R_t), intensidad y tensión de defecto correspondientes (I_d , V_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma .$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = 20.000 V * 3 (R_n + R_t)^2 + X_n^2$$

- Tensión de defecto, V_d :

$$V_d = I_d * R_t$$

Siendo:

$$\sigma = 100 \Omega \cdot m.$$

$$K_r = 0.073 \Omega / (\Omega \cdot m).$$

Se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 7,3 \Omega$$

$$I_d = 417,47 A.$$

$$V_d = 3047.53 V.$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (V_d), por lo que deberá ser como mínimo de 6000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.073 * 100 = 7.3 \Omega$$

Será inferior a 37 Ω .

3.1.5. Cálculos 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 de ventilación 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 éstas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$V_p = K_p * \sigma * I_d = 0.012 * 100 * 417,47 = 751,4 V.$$

3.1.6. Cálculos de las tensiones en el interior de la instalación

El piso del CT estará constituido por un mallado electro soldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso. Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo. No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 7.3 * 417.47 = 3047.53V$$

3.1.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

Obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 102.86 V$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$V_p (\text{exterior}) = 10 K/t^n (1 + (6 * \sigma)/1000)$$

$$V_p (\text{acceso}) = 10 K/t^n (1 + (3 * \sigma + \sigma h)/1000)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.7 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000Ω.m

Obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p (\text{exterior}) = 1954.3 V$$

$$U_p (\text{acceso}) = 10748.6 V$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- En el exterior:

$$U_p = 751.4 V. < U_p (\text{exterior}) = 1954.3 V.$$

- En el acceso al C.T.:

CAMPUS D'ALCOI

$$U_d = 4571.3 \text{ V.} < U_p (\text{acceso}) = 10748.6 \text{ V.}$$

3.1.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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

No obstante, con el objeto de 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 $D_{mín}$, entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{mín} = \frac{\sigma * I_d}{2000 * \pi}$$

con:

$$\begin{aligned} \sigma &= 100 \Omega \cdot \text{m.} \\ I_d &= 417,47 \text{ A.} \end{aligned}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{mín} = 9,97 \text{ m.}$$

3.1.9. Corrección y ajuste del diseño inicial, estableciendo el definitivo

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían adoptando las medidas correctoras necesarias que aseguren la no peligrosidad de estas tensiones.

3.2. Cálculos eléctricos de la red de BT.

Se realizarán los cálculos de intensidad admisible por los conductores para funcionamiento en régimen permanente y para funcionamiento en cortocircuito durante el tiempo máximo de actuación de las protecciones en origen del CT proyectado

También se determinaran las caídas de tensión para comprobar que no superan la máxima admisible del 5% indicada en el Proyecto tipo de la compañía distribuidora Iberdrola.

3.2.1. Intensidad máxima admisible en cada línea de BT

La Intensidad máxima admisible dada el fabricante para un conductor RV o XZ1 de 240 mm^2 AL es de 430 A, sin aplicar ningún factor de utilización, por entubado, proximidad, agrupación, etc.

Con dicha intensidad, la potencia admisible a la tensión nominal $U = 0,4 \text{ kV}$ será:

CAMPUS D'ALCOI

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi = \sqrt{3} \times 0,4 \times 430 \times 0,9 = 268,1 \text{ kW}$$

Los factores de corrección según MT 2.51.01 serán los siguientes:

- Factor de corrección por temperatura terreno 25: 1
- Factor de corrección por resistividad térmica del terreno 1 K.m/W: 1.10
- Factor de corrección por profundidad 0,7 m (Valor permitido entre 0.6 y 0.8): 1
- Factor de corrección por agrupamiento de 2 mazos en contacto: 0,87
- Factor de corrección por conducción bajo tubo: 0,8

La Intensidad admisible aplicando los coeficientes anteriores será:

$$I_{adm} = I_{max} \times Fac. \text{ corr. temp} \times Fac. \text{ corr. agr.} \times fac. \text{ corr. bajoTub}$$

$$I_{adm} = 430A \times 1.1 \times 0,87 \times 0,8 = 329.21A$$

Siendo ahora la potencia admisible:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I_{adm} \times \cos\varphi = \sqrt{3} \times 0,4 \times 329.21 \times 0,9 = 205.27 \text{ kW}$$

Se ha considerado para todas las líneas las mismas condiciones de instalación dada la necesidad de utilizar un dato común (la intensidad admisible)

3.2.2. Potencia a transportar por cada línea

A continuación se obtiene la potencia a transportar por cada línea:

$$PL = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi$$

para $\cos\varphi = 0,9$ aplicando esta fórmula se obtiene:

Nº línea	Potencia (kW)	I (A)
1	112.24	180.01
2	96.92	155.43

3.2.3. Caída de tensión en las líneas

En las operaciones situadas a continuación, podremos ver el cálculo que será insignificante de la caída de tensión:

$$U_1 = \rho * \frac{L (m)}{S (m^2)} I (A) = 0.036 * \frac{7}{240} * 180.01 = 0.19$$
$$U_{1\%} = \frac{\Delta U * 100}{U} = \frac{0.19 * 100}{400} = 0.045\%$$

CAMPUS D'ALCOI

$$U_2 = \rho * \frac{L(m)}{S(m)} I (A) = 0.036 * \frac{8}{240} * 155.43 = 0.18 U$$

$$U_{1\%} = \frac{\Delta U * 100}{U} = \frac{0.18 * 100}{400} = 0.045\%$$

3.2.4. Protección de las líneas contra sobrecargas y cortocircuitos

En este apartado se justificara la utilización de fusibles tipo “gG” para la protección de las líneas contra sobrecargas y cortocircuitos, de acuerdo con el proyecto tipo de línea subterránea de baja tensión MT 2.51.01, de la compañía distribuidora. Los fusibles se colocaran al principio de la línea es decir en el cuadro de baja tensión.

3.2.4.1. Protección contra sobrecargas

Las sobrecargas son fenómenos cuya evolución temporal es irregular y condiciona de forma importante la elevación de la temperatura en el conductor afectado. Por ello la protección de los componentes de una instalación requiere garantizar que no se alcanzarán temperaturas superiores a las que admite el aislamiento. En la norma UNE 20 460 se establece un criterio para determinar si un conductor está suficientemente protegido contra sobrecargas, que se reduce a la comprobación de las dos condiciones siguientes:

1. $I_b \leq I_n \leq I_z$
2. $I_2 \leq 1,45 I_z$

siendo:

- I_b = Intensidad de diseño, es decir la de carga correspondiente según la manzana.
- I_n = Intensidad nominal del fusible.
- I_z = Intensidad admisible en función de las condiciones de instalación.
- I_2 = Intensidad convencional de fusión, es decir la que provoca la fusión del fusible en un tiempo dado (tiempo convencional), que depende de I_n , norma UNE 21-103.

La condición 1, establece que en las condiciones de utilización previstas, de duración indefinida, no se producirá la fusión del fusible ni se rebasara la temperatura admisible. La condición 2 complementa a la primera considerando condiciones momentáneas de sobrecarga.

Con fusibles tipo gG normalizados según EN se cumple que $I_2 = 1,6 I_n$, por tanto sustituyendo este valor de I_2 en la condición 2 se tiene:

$$1,6 I_n \leq 1,45 I_z$$

Sustituyendo I_n :

$$I_n \leq 0,91 I_z$$

CAMPUS D'ALCOI

Aplicando esta condición a las líneas teniendo en cuenta el valor de la intensidad máxima admisible calcula anteriormente tenemos:

$$I_z = I_{adm} = 221,4 \text{ A por tanto:}$$
$$I_n \leq 0,91 \times 217,9 = 201,5 \text{ A}$$

Como la intensidad de las líneas que alimentan a las distintas manzanas son inferiores a 200 A se selecciona un fusible de $I_n = 200 \text{ A}$ cumpliéndose así también la condición 1.

3.2.4.2. Protección contra cortocircuitos

Como paso previo a la selección del fusible, es necesario conocer las corrientes originadas por posibles cortocircuitos en los distintos puntos de la instalación, en las condiciones más desfavorables.

Para caracterizar la corriente de cortocircuito resulta útil descomponerla en suma de dos componentes:

1. Componente simétrica $i_{\sim}(t)$: Tiene variación senoidal en el tiempo, con una frecuencia igual a la de red y una amplitud que decrece de forma exponencial hasta un valor $\sqrt{2} I_K$, donde I_K es la corriente permanente de cortocircuito, es decir una vez finalizados los fenómenos transitorios del cortocircuito. El valor inicial de la corriente simétrica es I_K'' , parámetro fundamental en el cálculo de cortocircuitos.
2. Componente asimétrica: También llamada unidireccional o continua. Tiene una evolución tipo exponencial. Su valor máximo se produce en el instante $t=0$, tendiendo a cero, valor en el que se estabiliza después de algunos periodos.

Se calculará la intensidad producida en el caso de cortocircuito tripolar, siendo este el que habitualmente se considera para el diseño de las protecciones en las redes de BT, por ser el más desfavorable (salvo casos especiales).

El fusible debe cortar toda la corriente de cortocircuito antes de que la temperatura de los cables supere la temperatura máxima admisible en cortocircuito. La forma práctica de comprobarlo depende de la duración del cortocircuito. Se tienen dos casos:

1. Cortocircuitos con duración mayor a 0,1 segundos y menor de 5 segundos: hay que comprobar que se cumple la condición $t_c < t_{ad}$ siendo t_c el tiempo de corte y t_{ad} el tiempo admisible por el conductor, es decir el tiempo que tarda en alcanzar la temperatura máxima admisible en cortocircuito. La I_{cc} puede considerarse senoidal.
2. Cortocircuitos con duración inferior a 0,1 segundos: En este caso no puede considerarse senoidal, ya que la componente asimétrica no es

CAMPUS D'ALCOI

despreciable. Para que la temperatura de los cables no supere la temperatura máxima admisible en cortocircuito se debe cumplir

$$(I^2t)_{\text{fusible}} < (I^2t)_{\text{admisible cable}}$$

Donde $(I^2t)_{\text{fusible}}$, es el valor máximo que alcanza la integral de Joule durante el cortocircuito, se obtiene entrando en la característica I^2t del fusible, suministrada por el fabricante, con la intensidad inicial simétrica I_K , y $(I^2t)_{\text{admisible cable}}$, es el valor máximo de la integral de Joule que admite el conductor sin superar temperatura máxima admisible en cortocircuito, depende de las características del cable (sección material aislante y conductor).

Por tanto teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, para la protección mediante fusible se han de cumplir las condiciones siguientes:

- a) Poder del corte del fusible $> I_{cc}$ máxima
- b) I_{cc} mínima $> I_a$

Siendo I_a en este caso la corriente para la que se produce la intersección de las características $I-t$ de funcionamiento del fusible y de la $I-t$ admisible del conductor.

La condición (a) se cumple generalmente ya que el poder de corte de los fusibles suele ser como mínimo de 100 kA. La forma de las características $I-t$ de los fusibles normalizados permite garantizar que para cualquier valor de I_{cc} mayor que I_a , la característica $I-t$ del fusible queda por debajo de la característica $I-t$ admisible del cable, y por tanto el tiempo admisible por el conductor es mayor que el tiempo de extinción para todas las posibles corrientes de cortocircuito en la línea.

-Intensidad de cortocircuito en la red de BT

La intensidad de cortocircuito máxima se producirá en el origen de la red de BT, por lo que se calculará en el cuadro de baja tensión y la intensidad de cortocircuito mínima se producirá considerando la longitud máxima de la red.

Calculo de la intensidad de cortocircuito máxima

Para el cálculo se partirá de los datos básicos del transformador y de la red de MT.

- Transformador:
 - Potencia $S = 630$ kVA
 - Tensión nominal secundaria $U_{ns} = 400$ V
 - Tensión de cortocircuito $U_{cc} = 4\%$
 - Perdidas en el hierro $P_{cu} = 6500$ W

CAMPUS D'ALCOI

El valor porcentual de las componentes resistiva (u_{Rcc}) e inductiva (u_{Xcc}) de la tensión de cortocircuito en son:

$$UR_{cc} = \frac{P_{cu}}{S} \times 100 = \frac{6500}{630000} \times 100 = 1,032 \%$$

$$UX_{cc} = \sqrt{U_{cc}^2 - UR_{cc}^2} = \sqrt{4^2 + 1,032^2} = 3,86 \%$$

Los valores de la impedancia de cortocircuito del transformador en mΩ son:

$$R_{cc} = \frac{UR_{cc}(\%) \times Uns^2}{100 \times S} = \frac{1,032 \times 400^2}{100 \times 630} = 2,62 \text{ m}\Omega$$

$$X_{cc} = \frac{UX_{cc}(\%) \times Uns^2}{100 \times S} = \frac{3,86 \times 400^2}{100 \times 630} = 9,8 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} = \sqrt{2,62^2 + 9,8^2} = 10,14 \text{ m}\Omega$$

- Red de MT

- Potencia de cortocircuito $S''_{cc} = 350 \text{ MVA}$ dato aportado por la compañía suministradora.
- $X_L = 0,995 Z_L$
- $R_L = 0,1 X_L$

La impedancia de la línea referida al secundario del transformador se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Z_L = \frac{1,1 \times UNS^2}{1000 \times S''_{cc}} = \frac{1,1 \times 400^2}{1000 \times 350} = 0,503 \text{ m}\Omega$$

A partir de Z_L se obtienen la R_L y X_L utilizando las expresiones anteriores:

$$X_L = 0,995 Z_L = 0,503 \times 0,503 = 0,5 \text{ m}\Omega$$

$$R_L = 0,1 X_L = 0,1 \times 0,5 = 0,05 \text{ m}\Omega$$

Conociendo Z_{cc} y Z_L podemos obtener la impedancia total Z_K que interviene en el cortocircuito mediante la siguiente expresión:

$$Z_K = \sqrt{(R_{cc} + R_L)^2 + (X_{cc} + X_L)^2}$$

$$Z_K = \sqrt{(2,62 + 0,05)^2 + (9,8 + 0,5)^2} = 10,64 \text{ m}\Omega$$

Al comparar Z_K con Z_{cc} se comprueba que la red de MT influye muy poco en la limitación de la corriente de cortocircuito por lo que generalmente no se incluye siendo el error cometido en ese caso muy pequeño.

CAMPUS D'ALCOI

Finalmente se obtiene la Intensidad máxima de cortocircuito en el cuadro de BT mediante la siguiente expresión:

$$I''_{Kmax} = \frac{UNS}{\sqrt{3} \times Z_K} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 10,64} = 21,7 \text{ kA}$$

Calculo de la intensidad de cortocircuito mínima

Se produce cuando el cortocircuito tiene lugar en el punto de la red más alejado del cuadro de BT, es decir en el extremo final de la misma. En este caso hay que tener en cuenta la impedancia de la red y su longitud máxima, por lo que se calculara para la red de mayor longitud de las proyectadas.

De acuerdo con el plano RSBT-01, la longitud máxima es de 216 m. Las características de los conductores utilizados en las redes de BT son:

- Fase sección 240 mm²: R= 0,125 Ω/km a 20°C, X= 0,070 Ω/km
- Neutro sección 150 mm²: R= 0,206 Ω/km a 20°C, X= 0,075 Ω/km

Los fabricantes de estos conductores ofrecen el valor de resistencia en corriente continua a la temperatura ambiente de T=20 °C, por lo que su valor a la temperatura de régimen permanente en el caso que la alcance será el siguiente:

$$R_{\theta} = R_{20} \times [1 + \alpha' \times (\theta - T)]$$

Fijando en este caso θ como temperatura conocida a partir de la temperatura máxima admisible por el aislamiento: $\theta = 90$ °C, y sabiendo que el coeficiente de variación resistividad vale 0,00403 para el aluminio, se calcula el valor de la resistencia a la temperatura de funcionamiento prevista:

$$R_{\theta} = 0,125 \times [1 + 0,00403 \times (90 - 20)] = 0,16 \text{ } \Omega/\text{km}$$

La resistencia de las líneas por fase para la longitud máxima L= 200 m = 0,2 km es:

$$R_{L_{\text{fase}}} = R \times L = 0,16 \times 0,216 = 0,034 \text{ } \Omega = 34 \text{ m}\Omega$$

Se considera el dato facilitado por el fabricante, aunque no especifica para que disposición geométrica es el mismo, X = 0,070 Ω/km. La reactancia por fase de las líneas para la longitud L= 200 m = 0,2 km es:

$$X_{L_{\text{fase}}} = X \times L = 0,070 \times 0,216 = 0,015 \text{ } \Omega = 15 \text{ m}\Omega$$

Conociendo R, X de la red de BT, podemos obtener la impedancia total Z_K que interviene en el cortocircuito mediante la siguiente expresión:

$$Z_K = \sqrt{(R_{CC} + R_{L_{\text{fase}}})^2 + (X_{CC} + X_{L_{\text{fase}}})^2}$$

$$ZK = \sqrt{(2,62 + 34)^2 + (9,8 + 15)^2} = 44,23 \text{ m}\Omega$$

Finalmente se obtiene la Intensidad de cortocircuito trifásico mínima mediante la siguiente expresión:

$$I''K_{mim} = \frac{UNS}{\sqrt{3} \times ZK} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 44,23} = 5,22 \text{ kA}$$

-Intensidad máxima admisible en los conductores de la red de BT

Dependerá del tiempo de duración del cortocircuito, hasta que funda el fusible de protección en el origen de la línea o el fusible de la CGP en caso que el cortocircuito se produzca en el interior de la instalación receptora. Además dependerá de las características intrínsecas del conductor, aislamiento, y cubierta.

En la Norma UNE 21.192 sobre cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático, se indica la expresión siguiente para obtener la intensidad máxima de cortocircuito admisible de un cable subterráneo:

$$I_{cc} = \varepsilon \times \frac{K \times S}{\sqrt{t}} \times \sqrt{\ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)} \times 10^{-3} \text{ (kA)}$$

siendo:

- ε = factor de corrección no adiabático, que vale 1 para los conductores y 1,2 para las pantallas.
- S = sección del conductor (240 o 150 mm²) según cortocircuito a calcular, entre fases, o fase-neutro.
- t = duración del cortocircuito en segundos, que dependerá de la fusión del fusible según la intensidad circulante, que será de 5 segundos.
- θ_i = temperatura inicial, 90 °C.
- θ_f = temperatura final, 250 °C.
- K y β = coeficientes cuyos valores dependen del material conductor, según la siguiente tabla proporcionada por la Norma UNE 21.192:

Materia I	K	β
Al	14 8	228
Cu	22 6	234

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles tanto en conductor de fase como en el neutro serán las siguientes:

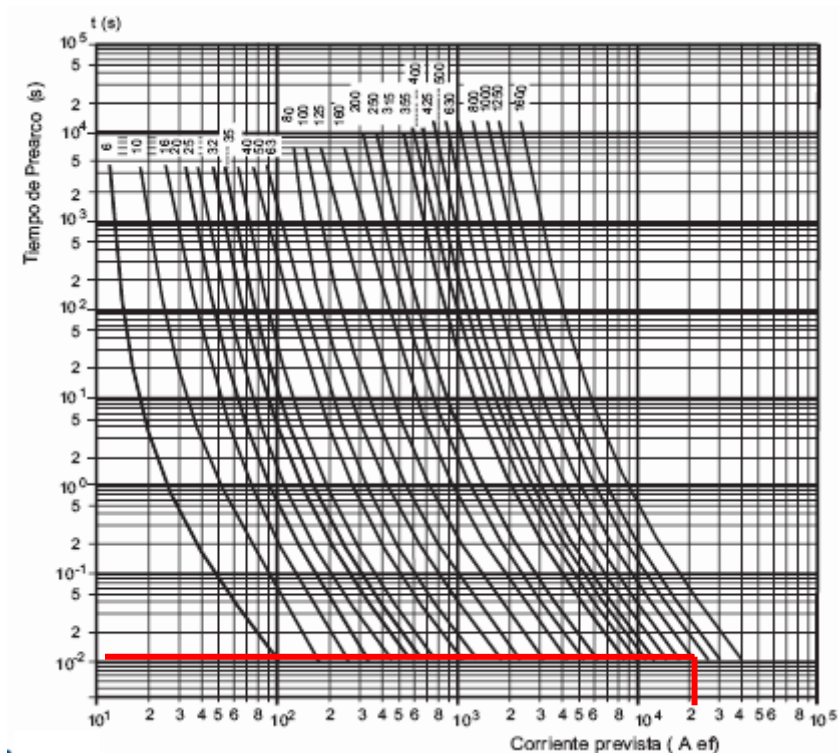
$$I_{cc} = 1 \times \frac{148 \times 240}{\sqrt{5}} \times \sqrt{\ln\left(\frac{250 + 228}{90 + 228}\right)} \times 10^{-3} = 10,14 \text{ kA}$$

- en el neutro

$$I_{cc} = 1 \times \frac{148 \times 150}{\sqrt{5}} \times \sqrt{\ln\left(\frac{250 + 228}{90 + 228}\right)} \times 10^{-3} = 6,34 \text{ kA}$$

Ambos resultados son inferiores a las corrientes de cortocircuito que se pueden producir, que de acuerdo con las intensidades máximas de cortocircuito calculadas en el lado de BT en bornes trafo del CT, resultaba ser de 21,7 kA, valor en caso cortocircuito trifásico permanente. Por lo que a priori no cumplen ninguno de los dos cables fase y neutro.

Se comprobará el tiempo de fusión con la intensidad máxima. Para ello se toman las curvas de fusión tipo gG y calibre 200 A, obteniendo el siguiente resultado:



Curvas fusión fusibles tipo gG

Para 21,7 kA, tiempo de pre arco $t_f = 0,01$ s. Para tiempos de pre arco menores a 0,1 segundos se considera también el tiempo de arco (t_a) que puede

CAMPUS D'ALCOI

ser del orden de varios ciclos, adoptándose 5 ciclos como caso desfavorable, por lo que el tiempo de funcionamiento del fusible t_{fun} será:

$$t_{fun} = t_f + t_a \text{ (s)}$$
$$t_{fun} = 0,01 + 0,1 = 0,11 \text{ s}$$

Con estos tiempos de funcionamiento, las intensidades admisibles serán:

- en la fase.

$$I_{cc} = 1 \times \frac{148 \times 240}{\sqrt{0,11}} \times \sqrt{\ln \left(\frac{250 + 228}{90 + 228} \right)} \times 10^{-3} = 68,3 \text{ kA}$$

- en el neutro

$$I_{cc} = 1 \times \frac{148 \times 150}{\sqrt{0,11}} \times \sqrt{\ln \left(\frac{250 + 228}{90 + 228} \right)} \times 10^{-3} = 42,7 \text{ kA}$$

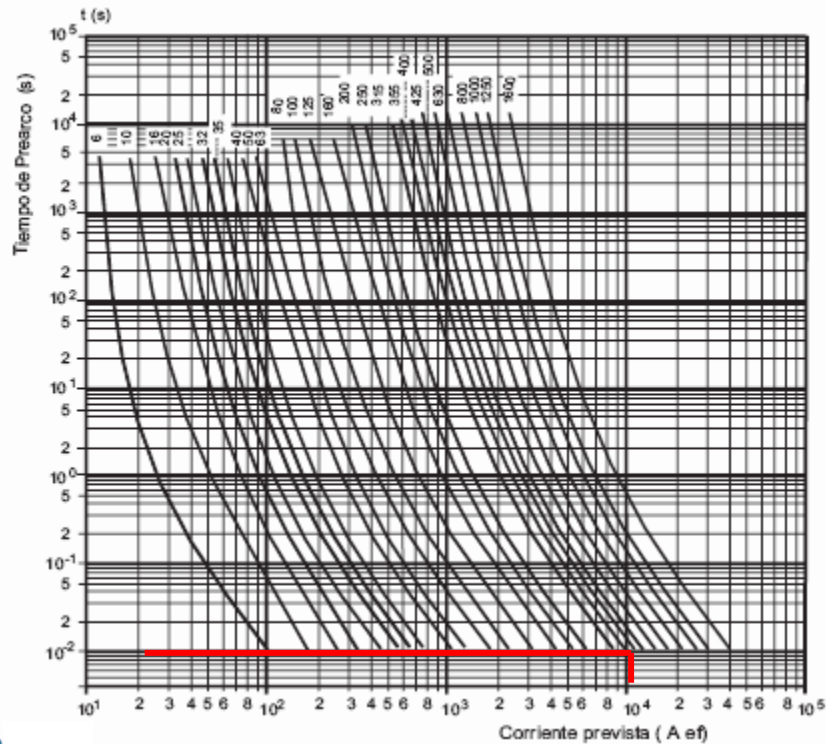
Valores que si son superiores a las máximas intensidades de cortocircuito posible tanto para la fase como para el neutro, justificando que los conductores soportan la intensidad de cortocircuito máxima con ayuda de la actuación de los fusibles BT en el cuadro BT de cada CT, en el tiempo indicado.

3.2.4.2. Protección de la red BT frente a la Intensidad mínima de cortocircuito

El caso más desfavorable en que debe actuar el fusible es por cortocircuito en el punto más alejado del CT.

En los apartados anteriores se ha calculado la intensidad más desfavorable en la línea BT de mayor longitud, obteniendo 5.220 A.

En las curvas de fusión, se comprueba que con este valor, todos los fusibles a emplear funden antes de 5 segundos, y como esa intensidad es menor a la admisible por el conductor de fase o neutro más restrictiva (6,34 kA para el neutro), se justifica que los conductores estarán protegidos frente a esta circunstancia.

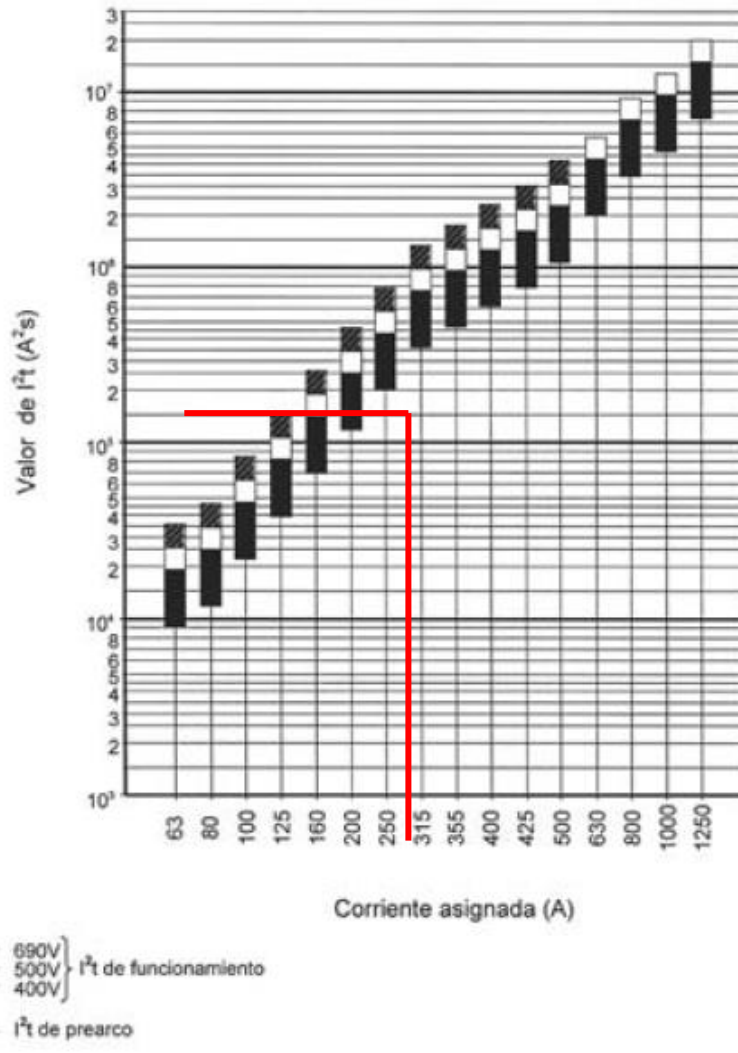


CURVAS DE FUSIÓN FUSIBLE GG PARA CÁLCULO TIEMPO FUSIÓN

No obstante las tablas de distancias protegidas por cada fusible que figuran en el Proyecto Tipo que tiene aprobado la Compañía Distribuidora en la Comunidad Valenciana, son más restrictivas, puesto que deben de recoger todos los casos posibles que sean más desfavorables.

-Protección de la red BT frente a la Intensidad máxima de cortocircuito

Por otra parte se obtiene el valor de I^2t a partir de la correspondiente gráfica para el tipo fusible gG y tomando el valor nominal de 200 A:



CURVAS VALOR I^2t FUSIBLES TIPO GG

Obteniendo el valor: $I^2t = 300.000 = 3 \times 10^5 A^2s$ para el fusible.

CAMPUS D'ALCOI

3.3. Cálculo de la red LSMT

En el siguiente apartado, calcularemos la intensidad de corriente que transportará nuestra LSMT, así como la caída de tensión de la misma CdT. En ambas podremos observar como nuestra instalación está muy sobredimensionada para el consumo que se prevé utilizar. Por ello, no tendremos ningún inconveniente a la hora de utilizar la línea que hemos diseñado.

3.3.1. Intensidad a transportar por la línea.

Como hemos calculado previamente el valor de la potencia (P), tendremos en la siguiente operación el valor de la intensidad (I):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_L \times \cos\gamma} = \frac{209160}{\sqrt{3} \times 20000 \times 0.9} = 6.51A$$

En el punto 2.6. de nuestro trabajo, tendremos los valores de I_{max} admisible por dichos conductor y demás especificaciones técnicas.

3.3.2. Caída de tensión del conductor.

Para el cálculo de la CdT, emplearemos la siguiente ecuación:

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

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 6.51 \times 0.245 \times (0.21176 \times 0.9 + 0.0395 \times 0.4358) = 0.59 V$$

Los valores obtenidos entran dentro de los límites máximos permitidos, ya que, el límite es del 5% (1000V) y nuestro valor calculado es bastante inferior al límite establecido por la compañía.

L= Longitud del cable.

Rcosφ= Resistencia del conductor que proviene de la subestación, este dato nos lo facilita la compañía suministradora.

Xsenφ = Impedancia inductiva, valor proporcionado por la compañía suministradora.

Ambos valores los hemos obtenido de la NI 56.43.01



PLIEGO DE CONDICIONES

CAMPUS D'ALCOI

CAPÍTULO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. Generalidades

Los Pliegos de Condiciones Técnicas que se desarrollan en el proyecto tienen por objeto la regulación de la ejecución de las obras e instalaciones de la instalación de un centro de transformación para la alimentación del edificio objeto de nuestro proyecto.

En función del artículo 66 del Reglamento General de Contratos del Estado, se establecen los contenidos de los Pliegos de Condiciones Técnicas Generales de aplicación, y además los del Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el Contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce por escrito y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas, en la propuesta que formule y que sirve de base para la adjudicación.

4.2. Pliego de condiciones técnicas generales

Las empresas ofertantes de los trabajos a realizar en las instalaciones de media y baja tensión del local en cuestión, deberán atenerse a las condiciones, tanto de características administrativas como técnicas que se reflejan en el artículo siguiente:

Art. 1. La empresa contratista deberá poseer el documento de calificación empresarial de “Empresa Instaladora y Mantenedora de Alta Tensión”, concedido por el Ministerio de Industria y Energía.

Art. 2. El cuerpo normativo que constituye el contenido del presente Pliego de condiciones Técnicas Generales, es el formado por toda la legislación de obligado cumplimiento que será de aplicación:

El Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura vigente.

El Pliego de Condiciones de la Edificación, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Ingenieros y Arquitectos, y adoptado en las obras de la Dirección General de Arquitectura vigente.

Art.3 Si entre la normativa de aplicación existiese contradicción, será la Dirección Facultativa quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el Libro de Órdenes.

Art.4 Será responsabilidad del Contratista, cualquier decisión tomada en todos los supuestos anteriores, si ésta no está firmada en el libro de Órdenes por la Dirección Facultativa, y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que deriven de las medidas, que debe tomar la Dirección Facultativa



CAMPUS D'ALCOI

para corregir la situación creada.

Art.5 Cualquier condición técnica comentada en el presente pliego se entenderá como mínima y será debidamente concretada en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Art.6 El Contratista antes de proceder a la ejecución de los trabajos presentará a la Dirección Facultativa toda la información técnica, referente a planos del edificio, detalles constructivos muestras de los materiales, catálogos actualizados con las características técnicas y de detalle, de los equipos de producción en serie o no, a instalar, siendo de su responsabilidad cualquier decisión tomada, sin la autorización previa de la Dirección Facultativa, que será reflejada en el Libro de Órdenes.

Art.7 El Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa, los impresos normalizados, con justificante de liquidación, modelo TC1 y TC2 de cotización de la Seguridad Social, en el que figuren datos de alta todos los operarios que trabajen en la obra, el retraso u omisión, será objeto de sanción, de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

Art.8 El Contratista deberá cumplir con lo dispuesto en las Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ordenanzas Laborales y acuerdos de Convenios Colectivos del Sector.

4.2. Pliego de condiciones técnicas particulares

4.2.1. Generalidades

Art.1 Los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares se establecen para la regulación de los trabajos de suministro y colocación de las unidades de obra afectadas a la instalación.

Art.2 Si entre el Pliego de Condiciones Generales y el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que, por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Órdenes.

Art.3 Si entre el Pliego de Condiciones Generales y el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares existiese contradicción será la Dirección Facultativa, quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el libro de Órdenes.

4.2.2. Definición de las obras

Art.1 Las obras e instalaciones del proyecto, quedan definidas en los documentos: Memoria, Cálculos justificativos, Pliegos de condiciones, Cuadro de Precios, Estado de Mediciones, Presupuesto y Planos, referidos a tales obras.

Art.2 Las interpretaciones técnicas del proyecto y sus anexos, corresponden únicamente a la Dirección Facultativa, a la que el Contratista debe obedecer en

CAMPUS D'ALCOI

todo momento. Cuando se juzgue conveniente las interpretaciones se comunicarán por escrito al Contratista, quedando éste obligado a su vez a devolver, los originales, o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba por escrito, tanto de los encargados de la vigilancia delegados, como de la Dirección Facultativa.

4.2.3. Compatibilidad y prelación de documentos

Art.1 En el caso de contradicciones o incompatibilidad entre los documentos del presente proyecto, se tendrá en cuenta lo siguiente.

Art.2 El Contratista tendrá la obligación de recalcular el proyecto, y en el caso de existir discrepancias, comunicarlos a la Dirección Facultativa antes de comenzar los trabajos, igualmente deberá confeccionar cuantos documentos, planos de detalle y montaje sean necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, a juicio y bajo la tutela de la Dirección Facultativa.

Art.3 Los documentos correspondientes a PLIEGOS DE CONDICIONES, CUADRO DE PRECIOS Y PRESUPUESTO, tienen prelación sobre los demás documentos del proyecto en lo que se refiere a los materiales a emplear y su ejecución.

Art.4 El documento PLANOS tiene prelación sobre los demás documentos del proyecto en lo que se refiere a dimensionamiento en caso de incompatibilidad entre los mismos.

Art.5 El documento CUADRO DE PRECIOS y ESTADO DE MEDICIONES, tienen prelación sobre Cualquier otro documento, en lo que se refiere a precios de las unidades de obra, así como el criterio de medición de las mismas.

Art.6 Debido a la presentación esquemática en algunos de los documentos del proyecto, el Contratista debe estudiar, cuidadosamente, los elementos no básicos pero si necesarios y fundamentales, que no se detallan en dichos planos, y que en la buena práctica de la INGENIERÍA, son necesarios para la realización correcta de las obras e instalaciones, los cuales se dan por incluidos en los precios de las unidades de obra; todos los elementos especificados y no dibujados, o dibujados y no especificados, se darán por incluidos en los precios de las unidades de proyecto, como si hubieran sido especificados y dibujados.

4.2.4. Normas generales en la ejecución de las obras

Salvo que en el resto de los documentos contractuales (Contrato, Pliego de Cláusulas Administrativas, etc...) se establezca expresamente lo contrario:

Art.1 El Contratista deberá gestionar a su costa todas las condiciones técnicas y administrativas necesarias para la ejecución de las obras y entrega de la misma a la Propiedad en condiciones de legalidad y uso inmediato. Especialmente deberá hacerse cargo de:

CAMPUS D'ALCOI

- Licencia de Obras
- Coste del plan de control de calidad y de la confección de los Informes del resultado de las pruebas de puesta en marcha.
- Confección del Plan de seguridad y salud.
- Proyecto de actividad del complejo.
- Importe de confección de los Proyectos de legalización y coste de redacción de los certificados de fin de obra para la delegación de Industria reflejando el estado definitivo de las instalaciones.
- Contrato de mantenimiento del centro de transformación hasta pasado el primer año desde la recepción de la instalación.
- Pago de las tasas en Industria.

Art.2 Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de ejecución de muestras tanto a petición de la Dirección Facultativa como por iniciativa del Contratista, los de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de energía y los gastos originados por la liquidación, así como los de la retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

Art.3 El Contratista realizará a su costa y entregará una copia en color de tamaño veinticuatro por dieciocho centímetros (24 * 18 cm) de una colección de como mínimo doce (12) fotografías, de la obra ejecutada cada mes, o reportaje audiovisual de duración > a 20 minutos.

Los negativos serán también facilitados por el Contratista a la Dirección Facultativa.

Art.4 El Contratista presentará un Plan de Control de Calidad que se ajuste a los criterios de realización de ensayos y análisis fijados por los Pliegos de Condiciones Técnicas del Proyecto para la aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

Una vez aprobado se elegirá el laboratorio o laboratorios (nacionales o extranjeros) que sea capaz de asumirlo, con la única condición de ser admitido por la Dirección Facultativa.

REPLANTEOS

Art.5 Como actividad previa a cualquier otra de la obra, para la Dirección de la misma, se procederá en presencia del Contratista y Dirección Facultativa a efectuar la comprobación del replanteo hecho previamente a la iniciación de las obras extendiéndose acta del resultado que será firmada por las partes interesadas.

Art.6 Cuando de dicha comprobación se desprenda la viabilidad del Proyecto a juicio del Director de las obras y sin reserva por el Contratista, se dará comienzo a las mismas, empezándose a contar a partir del día siguiente a la

CAMPUS D'ALCOI

firma del acta de comprobación del replanteo, el plazo de ejecución de las obras.

Art.7 Durante el curso de las obras se ejecutarán todo los replanteos parciales que se estimen precisos. El suministro, gasto del material y de personal que ocasionen los replanteos corresponden siempre al Contratista que está obligado a proceder en estas operaciones, obedeciendo las instrucciones de la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán continuar los trabajos.

PROGRAMA DE TRABAJO

Art.8 El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa en el plazo máximo de una semana, a contar desde la firma del Contrato, un programa de trabajo método GANDTT en el que se especifiquen los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras compatibles con los meses fijados y plazo total de ejecución por parte del Contratista.

Art.9 Aprobado el programa según método GANDTT por la Dirección Facultativa, deberá el contratista desarrollar su contenido en un plan de trabajo exhaustivo con red de precedencias, tipo PERT. Para ello dispondrá de un mes a partir de la aprobación del método GANDTT.

Art.10 Este plan, una vez aprobado por la Administración se incorporará al Pliego de Condiciones de Proyecto y adquirirá por tanto, carácter contractual y en consecuencia se constituirá en referencia básica para la aplicación de las bonificaciones o penalizaciones en el caso de que éstas estén previstas en el resto de la documentación contractual.

Art.11 Adjunto al Plan de Trabajo el Contratista deberá aportar el equipo de trabajo que deberá hacerse cargo de la obra haciendo constar nombre y apellidos y DNI como mínimo de:

- Jefe de Obra
- Jefe de Ejecución de Instalaciones
- Encargado de Obra El Jefe de Ejecución de Instalaciones será un Ingeniero Industrial o Ingeniero Técnico Industrial de probada experiencia según currículum. La titulación será necesaria pero no suficiente, pudiendo ser rechazada la propuesta del Contratista si la Dirección Facultativa lo estima oportuno.

Art.12 El equipo presentado deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa y la Contrata no podrá cambiarlo ni adscribirlo parcialmente a obra diferente sin el consentimiento expreso de la Dirección Facultativa, que en su caso lo hará constar el Libro de Órdenes de Dirección de la Obra; las incidencias surgidas, y en general todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización de las obras, se harán constar en el Libro de Órdenes de la Dirección de Obra.

Art.13 A tal efecto, a la formalización del Contrato se diligenciará dicho libro, el cual se entregará a la contrata en la fecha de comienzo de las obras para su

CAMPUS D'ALCOI

conservación en la oficina de obra, donde estará a disposición de la Dirección Facultativa.

Art.14 El Director de la Obra y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las obras, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación del Proyecto, así como de las órdenes que necesiten dar al Contratista respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

Art.15 También estará dicho libro, con carácter extraordinario, a disposición de cualquier autoridad que debidamente designada para ello tuviera que ejecutar algún trámite e inspección en relación con la obra.

Art.16 Las anotaciones en el Libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias, darán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del Contrato. Sin embargo, cuando el Contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que apoyen su postura aportando las pruebas que estime pertinentes. El efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este libro no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Órdenes.

CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Art.17 Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los Planos y Pliegos de Condiciones o que, por uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario, deberán ser ejecutados a su costa como si hubieran sido completa y correctamente especificados en Planos y Pliego de Condiciones.

Art.18 En los anexos a este Pliego se desarrollan las condiciones específicas de recepción de materiales y unidades de obra y las pruebas necesarias para la recepción de la obra en su conjunto.

OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Art.19 Cuando por cualquier causa, alguna de las unidades de obra, bien debido a los materiales que la componen, bien debido a la ejecución de la misma, no cumplierse las condiciones establecidas en los Pliegos de Condiciones del presente Proyecto, el Director de las obras determinará si se rechaza o se acepta la unidad de obra defectuosa.

Art.20 Cuando la unidad de obra defectuosa sea objeto de rechazo por la Dirección, los gastos de demolición y reconstrucción de la misma serán de cuenta del Contratista.



Art.21 Si la Direcció estima que la unitat de obra defectuosa es, sin embargo, admisible, el Contratista queda obligado a aceptar una rebaja del precio de dicha unidad, consistente en un veinticinco por ciento (25%), de descuento sobre el precio resultante de la licitación, salvo que se manifieste porcentaje distinto de descuento en los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares adicionales del proyecto.

OBRAS URGENTES

Art.22 El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales, cuando la Dirección de las Obras lo disponga la ejecución de apeos, apuntalamiento, derribos, recalzos o cualquier otra obra urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será asignado al ejecutarse la unidad de obra completa correspondiente.

MODIFICACIONES DEL PROYECTO

Art.23 El Contratista, a petición de la Propiedad, está obligado a la ejecución de modificaciones que produzcan bien aumento o bien reducción, y aún supresión de las unidades de obra comprendidas en el Proyecto, o bien introducción de unidades no comprendidas en la contrata, no teniendo el Contratista derecho alguno a reclamar ninguna indemnización sin perjuicio de lo que se establece en los Art. 157 y 161 del Reglamento General de Contratación del Estado.

Art.24 Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en el cuadro de precios, de la fecha de licitación, los precios de las unidades se confeccionarán con las alzas o bajas realizadas, objeto del contrato, tomando como referencia las bases estadísticas del IVE en la fecha de licitación.

Art.25 La aplicación de las condiciones establecidas en el presente párrafo y anterior, vacía de contenido la parte del Art. 150 del Reglamento General de Contratación del Estado que permite al Contratista quedar exonerado de ejecutar nuevas unidades de obra a los precios aprobados por la Administración, sin perjuicio de los límites establecidos en el artículo nº 157 del RCE.

DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

Art.26 El Contratista está obligado a la actualización global del documento de Proyecto según se desarrolle la obra a fin de entregar a la propiedad en la fecha de la recepción provisional de las obras un ejemplar reproducible y siete (7) copias debidamente encuadradas del documento de Proyecto actualizado, una (1) copia visada de cada uno de los expedientes de legalización de las instalaciones, certificados de pruebas, ajustes de los equipos, homologaciones, listado de materiales fundamentales, con registro de procedencia de fabricación, almacenistas distribuidores, con sede central y delegado en la Comunidad Valenciana, catálogos técnicos de detalle, puesta en marcha, cuadrantes de mantenimiento

CAMPUS D'ALCOI

preventivo, vidas medias de los equipos, índices de averías, listado de repuestos y manuales de formación al personal, conducción y mantenimiento.

Art.27 Estos documentos deberán contar con la aprobación y la conformidad de la Dirección Facultativa para entrega a la propiedad.

4.3. Pliego de condiciones técnicas particulares de las LSMT y CT

4.3.1. Obra civil

El edificio, local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto, cumplirá las Condiciones Generales prescritas en la MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

4.3.2. Aparamenta de alta tensión

Las celdas a emplear serán de la serie SF6 de Ormazabal, o similar, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción. Las cabinas prefabricadas SF6 están concebidas para instalaciones interiores. Su grado de protección según la Norma 20-324-89 será IP 3X7 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. La explotación se facilitará al reagruparse accionamientos manuales en el frontal de la celda a una altura ergonómica. La posición del seccionador o de los seccionadores de puesta a tierra ser visible a través de las mirillas correspondientes.

* Características constructivas de las celdas serie SF6.

La gama SF6 responde en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mandos.
- e) Compartimento de control.

Se describen a continuación los siguientes puntos.

a) Compartimento de aparellaje. Está limitado por la envolvente del interruptor y seccionador de puesta a tierra, que forma una pantalla entre los compartimentos de juego de barras y conexión de cables.

La envolvente estará llena de SF6 y sellada de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y ya no requiere ninguna

CAMPUS D'ALCOI

manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación que es de 30 años.

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estaría limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

El interruptor-seccionador tendrá tres posiciones (abierto cerrado y puesto a tierra). Las maniobras de cierre y apertura del interruptor y cierre del seccionador de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, posee un poder de cierre en cortocircuito según especifican las normas.

El interruptor realiza las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras. Se compone de tres barras aisladas de cobre de 400 A conexas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

c) Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termo retráctiles para cables de papel impregnado.

La escasa profundidad de la cabina facilita la conexión de la fase del fondo. Las conexiones se realizan con una única herramienta.

d) Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se pueden montar los accesorios clásicos:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento es accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento está equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento es accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

* Características eléctricas de las celdas SF6.

- Tensión asignada 24 kV.
- Nivel de aislamiento asignado:

A frecuencia industrial 50 Hz, 1 min 50 kV ef.

Impulso tipo rayo 125 kV cr.

- Intensidad nominal 400 A.
- Intensidad admisible de corta duración 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad admisible 31,2 kA cr.

CAMPUS D'ALCOI

* Interruptores-seccionadores. En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responden a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 31,2 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.

* Cortacircuitos-fusibles. Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo Fusarc. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

* Puesta a tierra. La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x 5 mm. conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector.

4.3.3. Transformadores

-Circuito Magnético:

Formado por láminas de chapa magnética de grano orientado, pérdidas específicas reducidas y recubiertas por un aislamiento inorgánico en ambas caras.

El corte de las chapas se realiza en maquina especialmente diseñadas, consiguiendo, de esta forma: gran precisión dimensional, ausencia de rebabas y evitar la desorientación del grano en las zonas próximas al corte.

El núcleo y la culata tienen la misma sección, cruciforme en varios escalones, casi circular. La culata es de una pieza y sus uniones con el núcleo a 45° y solapadas; de esta forma, se aprovechan al máximo las buenas características direccionales de la chapa, se reduce la corriente de excitación y, por lo tanto, la potencia reactiva absorbida en vacío.

Los núcleos se sujetan por medio de zunchos de fibra de vidrio con resina y las culatas por bridas de perfil metálico, que sirven también como soporte de los arrollamientos y de las ruedas.

El conjunto se protege contra la corrosión por una capa de imprimación.

-Arrollamiento de Alta Tensión

Este arrollamiento está introducido dentro de un baño de aceite mineral, según características de la memoria.

-Arrollamiento de Baja Tensión

El conductor empleado es cobre electrolítico en forma de bandas o de pletinas aisladas con NOMEX.

A partir de 400 kVA se utiliza la técnica del bobinado en bandas que consiste en enrollar, sobre un modelo cilíndrico, una banda de cobre junto con otra de un aislamiento flexible.

La aplicación de esta técnica, junto con el empleo de aislamientos preimpregnados, permite

obtener unos arrollamientos compactos, resistentes a la humedad, fácil disipación del calor y muy buen comportamiento a los esfuerzos dinámicos que se producen en un cortocircuito.

-Montaje de los Arrollamientos en el Núcleo.

CAMPUS D'ALCOI

Los arrollamientos se colocan entre las bridas metálicas que sujetan el núcleo sobre soportes aislantes e intercalando unos elementos elásticos, pretensados, capaces de absorber las dilataciones y contracciones del conjunto debidas a las variaciones de temperatura.

-Características Técnicas

Características Generales

Los transformadores que aquí se describen tienen las siguientes características generales:

- Trifásicos
- Frecuencia 50 Hz.
- Aislamiento en baño de aceite.
- Servicio continuo.
- Instalación interior y exterior.
- Según normas:

UNE 20-101 y 20178

CEI/IEC 76-1 a 76-5 e IEC 726 (1982).

CENELEC HD 538-1-S1

CALENTAMIENTO

Los valores máximos garantizados para el calentamiento en los arrollamientos son los siguientes:

Medio, medido por resistencia 100 K

Del punto más caliente (CEI/IEC 905) 125 K

Los transformadores cumplen con la norma (CEI/IEC 905) "Guía de carga para transformadores de potencia tipo en baño de aceite". En las curvas de la página siguiente se indican las sobrecargas admisibles con 20 °C de temperatura ambiente en tres supuestos de la carga precedente.

ENSAYOS

En todos los transformadores se realizan los ensayos de rutina que se detallan a continuación:

- Tensión aplicada a frecuencia industrial.
- Tensión inducida a frecuencia elevada.
- Relación de transformación en todas las tomas.
- Resistencia de los arrollamientos.
- Pérdidas en vacío y corriente en vacío.
- Pérdidas debidas a la carga y tensión de c.c.
- Medida de descargas parciales.

Además, en todos los transformadores de nuevo diseño, se realizan los ensayos de tipo siguientes:

- Impulso tipo rayo.
- Calentamiento
- Nivel de ruido

Estos ensayos también se realizan bajo demanda del cliente.



CAMPUS D'ALCOI

-ACCESORIOS

Accesorios Normales

Los transformadores se suministran normalmente con los siguientes accesorios:

- Ruedas orientables en dos direcciones.
- Anillas de elevación
- Enganches para arrastre.
- Terminales de tierra.
- Placa de características.
- Bornes para cambio de tomas en lado A.T. por puentes atornillados.
- Dispositivo de control de temperatura, sin indicación.

Accesorios Opcionales

Bajo pedido pueden suministrarse:

- Ventiladores para refrigeración forzada.

-Control de Temperatura En los transformadores la temperatura se controla a través de un termómetro, que tendrá la sonda introducida dentro del depósito de aceite.



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



5.1. OBJETIVO Y APLICACIÓN

Atendiendo al Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, particularmente a lo expuesto en sus artículos 4º y 6º, se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud de las obras correspondientes al trabajo de “Electrificación de un edificio residencial incluyendo MT, BT y CT”, a realizar en la ciudad de València.

5.1.1. Normativa aplicable

5.1.1.1. Normas oficiales

Entre las disposiciones legales de aplicación para la realización de los trabajos, teniendo también en cuenta las instalaciones donde se realizan, se destaca:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, de instalaciones de energía eléctrica.
- Decreto 842/2002 de 2 de agosto, que aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión junto con las instrucciones técnicas complementarias.
- 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 39/1997, 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 dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.

CAMPUS D'ALCOI

- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004 por el que se modifica el RD1215/1997 sobre equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 216/1999, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

Se cumplirá cualquier otra disposición actualmente en vigor o que se promulgue, sobre la materia, durante la vigencia de este documento.

5.1.1.2. Normas Iberdrola

Para los Trabajos promovidos por Iberdrola se observará lo indicado en las Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que afecten a las actividades desarrolladas, materiales, equipos o instalaciones previamente suministrados, y cuya relación se adjuntará a la petición de oferta, además de los establecidos a continuación.

Para los trabajos de adecuación de la red de Iberdrola (promovidos por un tercero) en los que así se establezca serán de aplicación, al menos los establecidos a continuación.

Con carácter obligatorio para todo tipo de trabajos:

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- MO 07.P2.02 "Plan de coordinación de actividades empresariales en materia de prevención de riesgos laborales de Iberdrola Distribución, S.A.U."
- MO 07.P2.15 "Modelo de Gestión de la Prevención".

Para los trabajos a realizar en instalaciones de Alta Tensión o en su proximidad según los que sean de aplicación:

- MO 07.P2.03 "Procedimiento de Descargos para la ejecución de trabajos sin tensión en instalaciones de alta tensión".
- MO 07.P2.04 "Procedimiento para la puesta en régimen especial de explotación de instalaciones de alta tensión".
- MO 07.P2.12 "Señalización y bloqueo de elementos de maniobra y delimitación de zonas de Trabajo en instalaciones de AT de líneas y CT's".

Como pautas de actuación en los trabajos en altura y posible presencia de gas:

- MO 07.P2.09 "Ascenso, descenso, permanencia y desplazamientos horizontales en apoyos de líneas eléctricas".



CAMPUS D'ALCOI

- MO 07.P2.10 “Cooperación preventiva de actividades con Empresas de Gas”.

5.2. DESARROLLO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.2.1. Características generales de la obra

5.2.1.1. Descripción de la obra y situación

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud de las obras correspondientes al trabajo de “Electrificación de un edificio residencial incluyendo MT, BT y CT”, a realizar en la ciudad de València. 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.

5.2.1.2. Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

5.2.1.3. Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

5.2.2. Identificación de riesgos

Se enumeran a continuación los riesgos y se indican algunas situaciones en las que pueden estar presentes en las instalaciones de Iberdrola o en la ejecución de obras de electrificación independientemente de su titularidad.

Se toman como base, y se amplían, los contemplados en la Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la Industria Eléctrica, de AMYS:

1. Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón. Puede darse también por desniveles propios del terreno, conducciones, cables, bancadas o tapas sobresalientes del suelo, piedras o restos de materiales varios, barro y charcos, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas por trabajos en curso, hoyos, etc.

CAMPUS D'ALCOI

2. Caída de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc. Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de este riesgos lo constituyen los huecos sin protección ni señalización existentes en pisos y zonas de trabajo, así como los terraplenes, bancales o desniveles en el propio terreno de la instalación, las zanjas o excavaciones de trabajos en curso y los huecos, dejados sin proteger o señalar, de acceso a las canalizaciones subterráneas, galerías de cables, etc. A estos habrá que añadir los propios de la caída desde un elemento, como pueden ser los apoyos de distintos tipos o una estructura de soporte de un equipo de la instalación, al que se haya subido un operario para alcanzar la zona de trabajo.
3. Caída de objetos: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento. Pudiera darse este riesgo como consecuencia de trabajos en lo alto de los apoyos o de una estructura realizados por personal ajeno al considerado aquí.
4. Desprendimientos, desplomes y derrumbes: Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo. Asociado a este riesgo deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, la posible caída o desplome de una apoyo consecuencia de su mal estado de conservación o empotramiento y cuando se varían las tensiones ejercidas sobre el mismo por las instalaciones que soporta o porque se le requieran esfuerzos adicionales mediante atirantamientos o fiadores, estructuras o andamios, y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas. También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.
5. Choques y golpes: Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso o salientes de parte de la instalación a las zonas de paso, elementos ocultos por la hierba, angulares, tuberías, vigas o conductos a baja altura, etc. También se deberán incluir los propios del material, herramientas o equipos que se manejen en el trabajo.
6. Maquinaria automotriz y vehículos, dentro de la zona o instalación: Posibilidad de que se produzca un accidente al utilizar maquinaria o vehículos, o por atropellos de estos elementos en el lugar de trabajo.

CAMPUS D'ALCOI

7. Cortes o heridas en manos o pies: Pueden producirse por restos de materiales vitrificados o metálicos existentes en el suelo, procedentes de averías, reparaciones o de la construcción y también por las rebabas de los perfiles metálicos de las estructuras.
8. Proyecciones de partículas o fragmentos: Este riesgo puede presentarse como consecuencia del viento con posibilidad de afectar a los ojos, al descargar equipos con fluidos a presión y en caso de avería de elementos de la instalación, con una frecuencia muy baja, existe la posibilidad de proyección de fragmentos de materiales.
9. Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo de aquella persona que toque dos elementos situados a distinta tensión, teniendo en cuenta que uno de los dos lo puede constituir el apoyo sobre el suelo o cualquier otra superficie en la que se toque y que no sea aislante o no esté conectada equipotencialmente. Este riesgo puede manifestarse cuando se manejan herramientas conectadas a la energía eléctrica y cuando se rebasan las distancias de seguridad a partes en tensión no aisladas o apantalladas, sea con alguna parte del cuerpo o con un elemento metálico o conductor que se esté manejando. En algunos casos la retirada por razones de trabajo de las protecciones de la instalación pueden permitir el contacto en equipos normalmente protegidos. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión
10. Arco eléctrico: La conexión de dos partes de la instalación a distinta tensión mediante un elemento de pequeña resistencia produce una nube incandescente capaz de producir quemaduras tan graves como grande sea la potencia de la instalación y tanto mayores cuanto más próxima esté la persona. El aire puede convertirse en conductor una vez iniciado el arco por la aproximación de cualquier elemento conductor y hacer que el arco se extienda a otras fases distintas a la inicial, haciendo el arco mayor y de mayor duración. En este tipo de instalaciones la potencia en un punto puede ser de varios millones de vatios. Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico. En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión
11. Sobreesfuerzos (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. En el trabajo sobre

CAMPUS D'ALCOI

estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.

12. Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.
13. Riesgo de incendio: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo. No es un riesgo elevado por cuanto su frecuencia es muy baja. El más característico puede darse como consecuencia de la avería de un equipo con material aislante inflamable.
14. Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera respirable del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.
15. Agresión de animales: El riesgo en este caso lo constituyen la posibilidad de nidos de avispas en alguna oquedad de la instalación y los que puedan estar ocultos en el terreno, según la climatología de la zona, o bien las complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc., provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.
16. Ruido: No con la posibilidad de producir pérdida auditiva, con excepción del disparo de los interruptores neumáticos antiguos que pueden dar niveles superiores a los 120 dB (A). Consideramos el riesgo que pueda presentar para personal no habituado, el procedente de las maniobras habituales de la instalación y los sonidos de sirenas de aviso, que pueden producir reacciones imprevistas en caso de no estar informados.
17. Ventilación: Posibilidad de que se produzcan lesiones como consecuencia de la permanencia en locales o salas con ventilación insuficiente o excesiva por necesidad de la actividad. Este riesgo se evalúa mediante medición y comparación con los valores de referencia.
18. Iluminación: Posible riesgo por falta de o insuficiente iluminación, reflejos, deslumbramientos, etc.

5.2.3. Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos

Los trabajos se realizarán de acuerdo con las indicaciones recogidas en los procedimientos MO mencionados en el apartado "Normas Iberdrola", según los criterios en él indicados y complementados en las Prescripciones de Seguridad para trabajos en instalaciones eléctricas y para trabajos mecánicos,

CAMPUS D'ALCOI

documentos elaborados por la Asociación de Medicina y Seguridad (AMYS) para la Industria Eléctrica en el seno de UNESA.

En los mismos se concretan riesgos, instrucciones y medidas de prevención y protección concretas para las distintas instalaciones.

El personal del Constructor y/o Empresa Instaladora deberá tener la adecuada formación y adiestramiento en los aspectos técnicos necesarios para la ejecución de los trabajos y de Prevención de Riesgos Laborales y Primeros Auxilios. De forma especial en cumplimiento del Real Decreto 614/2001, teniendo en cuenta lo indicado en la Ley 54/2003 en lo referido al Recurso Preventivo que deberá contar con la formación de nivel básico en prevención, 60 horas cuando realice trabajos con riesgos especiales y en el MO 07.P2.02, cuando sean obras promovidas por Iberdrola o ejecutadas en sus instalaciones.

El trabajador designado Recurso Preventivo deberá estar presente durante todo el tiempo que duren los trabajos en los que haya riesgos especiales, considerando como tales el riesgo de proximidad de alta tensión, el de caída de altura o cuando se realicen trabajos en tensión en baja tensión.

En todos los casos se mantendrán las distancias de seguridad referidas en el Real Decreto 614/2001 respecto de las instalaciones en tensión, adoptando las medidas necesarias de señalización, delimitación y apantallamiento cuando sea necesario y realizando el trabajo o preparándolo un trabajador con la debida formación técnica y de prevención.

El Constructor y/o Empresa Instaladora o la empresa que realice los trabajos deberá indicar en su Plan la formación académica o experiencia mínimas que debe tener el trabajador para considerarle Trabajador Autorizado o Trabajador Cualificado. De la misma forma debe tener en cuenta lo indicado en el RD 614/2001 sobre la formación en primeros auxilios, debiendo al menos haber dos trabajadores con esta formación en aquellos lugares en los que sea difícil la comunicación para solicitar ayuda.

También deberá contemplar en el Plan la actuación en caso de emergencia o accidente, resaltando en el mismo la dotación de medios, en especial de comunicación, con que contará el personal en obra, instrucciones, direcciones y teléfonos a los que llamar para garantizar la asistencia necesaria. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser conocida por su personal.

Previo al inicio de los trabajos, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando claramente a todos los operarios sobre las maniobras a realizar, el alcance de los trabajos, y los posibles riesgos existentes y medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

En los Anexos se incluyen, junto con algunas 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 y en los documentos relacionados en el apartado "Normas Iberdrola" Por ser la presencia eléctrica

CAMPUS D'ALCOI

un factor muy importante en la ejecución de los trabajos habituales dentro del ámbito de las obras de electrificación, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar
- Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente.
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de Iberdrola, deben seguirse los MO correspondientes.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro, siguiendo el Permiso de Trabajo del MO 07.P2.03.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001
- 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

Por lo que, en las referencias que hagamos en apartado con respecto a "Riesgos Eléctricos", se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614 y la empresa debe estar autorizada por el Comité Técnico de Trabajos en Tensión de Iberdrola.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo deben considerarse también las medidas de prevención - coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

5.2.4. Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases más comunes en los trabajos a desarrollar

Constituyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos y se recogen a continuación, sin incluir las que deban tomarse para el trabajo específico.



CAMPUS D'ALCOI

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- 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.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.
- El personal debe tener la información de los riesgos y la formación necesaria para detectarlos y controlarlos.
- Reconocer la instalación antes del comienzo de los trabajos, identificando, señalizando y protegiendo los puntos de riesgo. Cuando sea necesario se hará de forma conjunta con el personal de Iberdrola.
- Especificar y delimitar las zonas en las que no se puedan emplear algunos elementos de trabajo por la proximidad que pudieran alcanzar a la instalación en tensión.
- Acotar la zona de trabajo de forma que se prohíba la entrada a todo el personal ajeno y velar por que todo el personal respete la limitación de acceso a zonas de trabajo ajenas.
- Establecer zonas de paso y acceso a la zona de trabajo y especificar claramente las zonas de trabajo y las zonas donde no deben acceder.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la zona de trabajo, así como puntos singulares en el interior de la misma
- Informar a todos los participantes en el trabajo de las características de la instalación, los sistemas de aviso y señalización y de las zonas en las que pueden estar y dónde tienen prohibida.
- Acordar las condiciones atmosféricas en las que deba suspenderse el trabajo para no aumentar el nivel de riesgo asumido por el personal.
- Controlar que la carga, dimensiones y recorridos de los vehículos no sobrepasen los límites establecidos y en todo momento se mantenga la distancia de seguridad a las partes en tensión de la instalación.
- Los elementos de trabajo alargados y de material conductor se transportarán siempre en posición horizontal, a una altura inferior a la del operario.
- No se emplearan escaleras ni alargadores de mangos de herramientas que no sean de material aislante.
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de la otros trabajos
- Atirantar o arriostrar los apoyos y verificar su estado de conservación y empotramiento antes de acceder al mismo o variar las tensiones mecánicas soportadas.

CAMPUS D'ALCOI

- Los trabajos en altura deben ser realizados por personal formado y equipado con los equipos de protección necesarios.

En relación a los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones, penetraciones, etc.)

5.2.4.1. Medidas de protección

- Ropa de trabajo: adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del Constructor y/o Empresa Instaladora.
- 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 Constructor y/o Empresa Instaladora deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.
- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE

EN:

- Calzado de seguridad
 - Casco de seguridad
 - Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
 - Guantes de protección mecánica
 - Pantalla contra proyecciones
 - Gafas o pantalla de seguridad
 - Cinturón de seguridad
 - Discriminador de baja tensión
 - Equipo contra caídas desde alturas
 - Chaleco de alta visibilidad
- Protecciones colectivas: Señalización: cintas, banderolas, etc. Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones. Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.), tanto en el ascenso y descenso como

CAMPUS D'ALCOI

durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección.

- Equipo de primeros auxilios: Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario, oficina o vehículos de la Empresa Constructor y/o Empresa Instaladora, a cargo de una persona capacitada. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc.
- Equipo de protección contra incendios: Extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y Normativa vigente.

5.2.4.2. Medidas y equipos de emergencia

Se contará con elementos de comunicación vía radio o teléfono móvil con los servicios de urgencia y con el Centro de Control de Iberdrola para trabajos de adecuación de su red, promovidos por ésta, o con incidencia sobre sus instalaciones.

Se tendrá en el lugar de trabajo un listado de los teléfonos para casos de emergencia entre los que deberán figurar los de la asistencia médica urgente contratada y los del Centro de Control permanente de Iberdrola (cuando se actúe en su ámbito).

Precauciones por proximidad de elementos en tensión

En cualquier caso se debe mantener la distancia de seguridad indicada en el Real Decreto 614/2001 a elementos que puedan estar en tensión

Consideraciones generales

En el caso de producirse una situación de emergencia se deben seguir los principios básicos de Proteger, Alertar y Socorrer.

1. Proteger: Se debe valorar la situación, garantizándose en primer lugar la seguridad de los trabajadores que no se ven implicados en el accidente o situación de emergencia y en segundo lugar se garantizará la seguridad de la persona accidentada o de los trabajadores implicados en la situación de emergencia (por ejemplo, ante una atmósfera tóxica, no se atenderá al intoxicado sin antes proteger las vías respiratorias de los

CAMPUS D'ALCOI

que van a auxiliarle). Como medida de protección y siempre que sea posible, se detendrá el proceso que causa la emergencia, para evitar que haya más personas afectadas y poder luego atender de inmediato a quien lo requiera (por ejemplo, cortar el suministro eléctrico en caso de electrocución, las llaves del gas en caso de escape, etc.).

2. Alertar: Pedir ayuda a los servicios de emergencia, respondiendo a todas las preguntas que hagan antes de cortar la comunicación. Las llamadas de atención médica inmediata se enviarán directamente, lo antes posible, al teléfono 112. Cualquier otra llamada de emergencia se canalizará hacia los Centros de Control de Distribución de la zona.
3. Socorrer: En caso de caída de altura o accidente eléctrico, se supondrá siempre que pueden existir lesiones graves, en consecuencia se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de los equipos de emergencia. Se acotará y señalizará la zona. En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en ambulancia, evitando el uso de transportes particulares.

Normas complementarias relativas a la intervención sobre instalaciones que puedan estar en tensión.

- Utilizar guantes aislantes
- Mantener entre el aparato extintor y los puntos de la instalación en tensión una separación mínima de:
 - Instalaciones de B.T = 0,5 metros
 - Instalaciones de A.T comprendidas entre 15 y 66 kV incluidos = 2 metros
 - Instalaciones de A.T de más de 66 kV = 4 metros

Para instalaciones de más de 66 kV, no es aconsejable la utilización de extintores, salvo que exista la seguridad de que la parte de la instalación siniestrada está sin tensión.

Accidentes producidos por la electricidad

- Comunicar de inmediato la incidencia a una tercera persona que pueda ayudar. Comunicar con el Centro de Control de Distribución en caso necesario.
- Antes de intentar cualquier maniobra de reanimación del accidentado, es necesario comprobar que no está en contacto con un conductor en tensión. En caso contrario debe efectuarse previamente el desprendimiento de la víctima, operación delicada y posiblemente peligrosa, especialmente si hay humedad.



CAMPUS D'ALCOI

Desprendimiento de la víctima

- Cortar inmediatamente la corriente si el aparato de corte se encuentra en la proximidad del lugar del accidente.
- En su defecto, poner los conductores en corto-circuito, a fin de obtener los mismos resultados, colocándose fuera del alcance de los efectos de la corriente o del cortocircuito.
- En el caso de que no se pudiera realizar el corte de la corriente, el personal que efectúa el desprendimiento deberá:
 - Aislarse a la vez de la tensión y de la tierra.
 - Protegerse con guantes, utilizando pértigas o ganchos y banquetas o alfombras aislantes, adecuados a la tensión de que se trate.
 - Separar inmediatamente al accidentado del o de los conductores, teniendo la precaución de no ponerse en contacto directo o por intermedio de objetos metálicos con un conductor con tensión.

Accidentes eléctricos ocurridos en altura

- Debe preverse en todo momento la caída de la víctima, antes de cortar la corriente.
- En caso de accidentes en los que la víctima queda colgada en un poste por su cinturón o arnés de seguridad, las posibilidades de reanimación aumentarán si la persona que presta los auxilios puede, sin ponerse en contacto con el conductor o, mejor aún, habiendo cortado la corriente, practicar una docena de insuflaciones boca-boca antes de iniciar el descenso, y otra vez a mitad de éste.
- Si esto no fuera posible, se procederá a bajarlo por los medios más rápidos (cuerdas, descensor, escaleras, etc.). No se perderá tiempo en mantener el cuerpo de la víctima en posición determinada mientras se realiza el descenso.

CAMPUS D'ALCOI

Conducta a seguir tras el desprendimiento de la víctima

- Una vez la víctima en el suelo, si está inanimada, se procede con toda urgencia a la respiración artificial.
- Si, después de practicar una docena de insuflaciones por el método boca-boca, se observan signos de parada circulatoria (palidez, ausencia del pulso en el cuello y muñeca, dilatación de las pupilas y persistencia de la pérdida de consciencia), debe procederse a practicar simultáneamente el masaje cardíaco externo.
- No debe perderse tiempo en mover al accidentado, salvo si es para retirarlo de una atmósfera viciada.
- Si en el momento de ocurrir el accidente hay varias personas presentes, una de ellas debe avisar al médico, pero en ningún caso se debe mover a la víctima ni dejar de practicarle la reanimación.
- Hay que evitar que el accidentado se enfríe, abrigándole con mantas, pero sin interrumpir en ningún momento la reanimación.
- Cuando la víctima se ha reanimado, hay que permanecer a su lado para practicarle nuevamente la respiración artificial, si la respiración natural cediese.
- No debe olvidarse que un accidentado de este tipo presenta a veces movimientos convulsivos al recobrar el reconocimiento, que puede determinar una nueva pérdida del mismo.

Cables en el suelo

- Líneas de alta tensión:
 - Evitar daños a terceros, aislando y controlando la zona.
 - Atención a las tensiones de paso y a las transferidas.
 - Avisar a la Empresa Eléctrica.
- Líneas caída sin tocar el suelo:
 - Actuar como en el caso anterior.

Despejar elementos de instalaciones

Instalaciones de baja tensión:

- Controlar la zona en previsión de posibles daños a terceros.
- Avisar a la Empresa Eléctrica cuando tenga afección en sus instalaciones.

CAMPUS D'ALCOI

- En su caso, proceder a retirarlos, utilizando el equipo de protección personal. Prestar la máxima atención a la posible formación de cortocircuitos por aproximación o contacto entre conductores o por contacto simultáneo de una parte conductora del elemento a despejar, sobre dos partes a diferente potencial.

Instalaciones de alta tensión

- Controlar la zona en previsión de posibles daños a terceros.
- Avisar a la Empresa Eléctrica.
- Esperar a que acuda personal de la Empresa Eléctrica para efectuar el despeje de la instalación de Alta Tensión.

Accidente laboral o enfermedad de personas que requiera la asistencia médica inmediata.

- Las llamadas de atención médica inmediata se enviarán directamente, lo antes posible, al teléfono 112, posteriormente, se comunicará telefónicamente o mediante emisora con el Centro de Control de Distribución de la zona, cuando se produzca un accidente o incidente en centros de IBERDROLA.
- En caso de accidente eléctrico, quitar tensión o alejar al accidentado de la Zona afectada, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad propias.
- Calmar al herido.
- Sacar al afectado de la zona de peligro, teniendo en cuenta las posibles lesiones medulares.
- Examinar síntomas que presente el afectado:
 - Falta de respiración
 - Falta de pulso cardiaco
 - Fracturas
 - Hemorragias
 - Prestar primeros auxilios

Evacuación del personal por distintas circunstancias.

En aquellos trabajos que se realicen en centros o instalaciones en los que hubiera dependencias o zonas que pudieran ser afectadas por una situación de emergencia, las normas a tener en cuenta han de ser las que se citan a continuación:

- Al incorporarse al Centro debe solicitar del responsable del Centro de Trabajo y/o Instalación la información de la actuación ante posibles

CAMPUS D'ALCOI

casos de emergencia. Infórmese de las consignas que haya instaladas en el Centro y asegúrese de conocer su situación y la de los medios de prevención y protección disponibles en su zona de trabajo.

- El responsable del Centro de Trabajo y/o Instalación dará a conocer, además de las consignas generales, aquellas que, particularmente y en relación con las actividades que se vayan a desarrollar, pudieran derivarse.

A título de información se indican las pautas generales que se deben recordar en caso de emergencia:

- Atienda las consignas dadas, bien por megafonía o las que de forma personal le hagan llegar los responsables del Centro y/o Instalación.
- Desconecte todos aquellos equipos que se hubieran activado en razón de los trabajos a efectuar y asegúrese de que quedan en posición segura.
- Cierre las válvulas de los equipos de presión que se estuvieran utilizando.
- Si se produce un conato de incendio en su proximidad, consecuencia o no de las actividades que desarrolle, debe ponerlo inmediatamente en conocimiento del responsables del Centro y/o Instalación y actuar con los medios de extinción disponibles.
- En caso de tener que evacuar la zona deje los equipos con los que o sobre los que estuviera actuando en situación segura.
- Informe al personal afectado del inicio de la evacuación y colabore en que esta sea segura y rápida.
- Siga las consignas dadas y haga caso de las señales indicativas de las salidas de emergencia, ubicación de los equipos de protección contra incendios y/o equipos de protección respiratoria que haya.
- Realice la evacuación sin carreras ni apresuramientos.
- Recuento las personas de su equipo una vez haya llegado a la zona de seguridad e informe de cualquier falta o anomalía.

5.2.5. Riesgos y medidas de prevención y protección en cada fase del trabajo

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la construcción, pruebas, desmontaje y puesta en servicio de instalaciones, y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos.

Se incluye un resumen de riesgos, medidas de prevención y medios de protección para evitarlos o minimizarlos, en algunas de las fases típicas de algunos trabajos a desarrollar en este tipo de instalaciones. Se incluyen porque, aunque no se estén realizando este tipo de trabajos, pueden servir de pauta para la evaluación de riesgos y la disposición de medidas de prevención y protección en un determinado trabajo y lugar cuando en su proximidad se esté realizando alguna tarea similar a las allí apuntadas.

CAMPUS D'ALCOI

5.2.5.1. Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Pruebas y puesta en servicio	<p>Golpes Heridas Caídas de objetos Atrapamientos Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras. Arco eléctrico en AT y BT. Presencia de animales, colonias, etc.</p>	<p>Cumplimiento MO 07.P2.02 al 05 Mantenimiento equipos y utilización de EPI's Adecuación de las cargas Control de maniobras Vigilancia continuada. Dotación de medios para aplicar las 5 Reglas de Oro Formación y autorización de acuerdo con el Real Decreto 614/2001. Mantenimiento de distancias de seguridad a partes en tensión no protegidas Prevención antes de aperturas de armarios, etc.</p>

5.2.5.2. Líneas Subterráneas

El trabajo en este tipo de instalaciones debe comenzar por una delimitación de la zona de trabajo evitando riesgos a los trabajadores que lo realizan y al público, tanto peatones como vehículos.

En este tipo de instalaciones puede haber concentraciones de gases inflamables procedentes de diversas fuentes, entre ellas por la proximidad de instalaciones de gas natural. Cualquier variación de las condiciones existentes en este caso puede dar lugar a una explosión o deflagración. En otros casos el tamaño de la arqueta permite que el trabajador se sitúe dentro pudiendo respirar las emanaciones que pueda haber con el consiguiente riesgo de intoxicación o asfixia. El personal debe estar informado de estos riesgos y tener medios de detección, prevención y protección e instrucciones de actuación. Se debe conocer y cumplir el MO 07.P2.10.

Se debe tener también en cuenta el riesgo de sobreesfuerzo en la apertura de las arquetas. Para evitarlos se debe contar con medios apropiados que limiten el esfuerzo a realizar por el trabajador, facilitando el levantamiento y traslado.

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos:

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<p>Golpes Heridas</p>	<p>Mantenimiento equipos Utilización de EPI's</p>

CAMPUS D'ALCOI

	<p>Caídas de objetos Atrapamientos Presencia de animales. Mordeduras, picaduras, sustos</p>	<p>Adecuación de las cargas Control de maniobras No situarse bajo la carga Vigilancia continuada Revisión del entorno</p>
<p>2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares</p>	<p>Caídas al mismo nivel Caídas a diferente nivel Caídas de objetos Golpes y heridas Oculares, cuerpos extraños Atrapamientos Exposición al gas natural</p> <p>Desprendimientos Riesgos a terceros</p> <p>Sobreesfuerzos</p> <p>Contacto Eléctrico en AT o en BT</p>	<p>Orden y limpieza Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</p> <p>Identificación de canalizaciones Control de maniobras y vigilancia continuada Cumplimiento del MO 07.P2.10</p> <p>Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones Utilizar fajas de protección lumbar Vigilancia continuada de la zona donde se está excavando</p>
<p>3. Izado y acondicionado del cable en apoyo LA</p> <p>Desmontaje cable en apoyo de Línea Aérea</p>	<p>Caídas desde altura Golpes y heridas Atrapamientos Caídas de objetos</p> <p>Desplome o rotura del apoyo o estructura</p>	<p>Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente Control de maniobras y vigilancia continuada Análisis previo de las condiciones de tiro y equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos</p>
<p>4. Tendido, empalme y terminales de conductores</p> <p>Desmontaje de conductores, empalmes y terminales</p>	<p>Caídas desde altura Golpes y heridas Atrapamientos Caídas de objetos Quemaduras Vuelco de maquinaria</p> <p>Sobreesfuerzos</p> <p>Riesgos a terceros</p> <p>Ataque de animales</p>	<p>Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según. Normativa vigente Control de maniobras y vigilancia continuada Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción. Utilizar fajas de protección lumbar Vigilancia continuada y señalización de riesgos Revisión del entorno</p>

CAMPUS D'ALCOI

5.2.5.3. Centros de transformación

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos	<p>Golpes y heridas Caídas de objetos o de la carga Atrapamientos</p> <p>Presencia o ataques de animales.</p>	<p>Mantenimiento equipos Utilización de EPI's Adecuación de las cargas No situarse bajo la carga Control de maniobras Vigilancia continuada Revisión del entorno</p>
<p>2. Izado y montaje del transformador</p> <p>Izado y desmontaje del transformador</p>	<p>Desprendimiento de cargas Golpes y heridas Atrapamientos Caídas de objetos</p>	<p>Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente Revisión de elementos de elevación y transporte No situarse bajo la carga Control de maniobras y vigilancia continuada Delimitación de la zona de trabajo y/o proximidad</p>
3. Tendido de conductores interconexión AT/BT	<p>Golpes y heridas</p> <p>Sobreesfuerzos</p> <p>Presencia o ataque de animales</p>	<p>Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente Utilizar fajas de protección lumbar Revisión del entorno</p>
4. Transporte, conexión y desconexión de grupos generadores auxiliares	<p>Caídas al mismo nivel Caídas a diferente nivel Caídas de objetos</p> <p>Riesgos a terceros</p> <p>Riesgo de incendio</p>	<p>Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente Control de maniobras y vigilancia continuada Vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores Empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas</p>

CAMPUS D'ALCOI

	<p>Riesgo eléctrico</p> <p>Riesgo de accidente de tráfico</p> <p>Presencia o ataque de animales</p>	<p>oíl. Vehículos autorizados para ello.</p> <p>Para el llenado el Grupo Electrógeno estará en situación de parada.</p> <p>Dotación de equipos para extinción de incendios</p> <p>Seguir instrucciones del fabricante</p> <p>Estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios</p> <p>Las indicadas en el Anexo 1.1</p> <p>Revisión del entorno</p>
5. Pruebas y puesta en servicio	Los recogidos en 5.2.5.1	Las indicadas en 5.2.5.1

5.2.6. Evaluación de los riesgos en las instalaciones de distribución

En los cuadros siguientes se recogen los riesgos y su evaluación para cada uno de los tipos de instalaciones de Distribución. Conviene indicar que en esta evaluación se considera que la instalación está en condiciones normales.

Las condiciones atmosféricas pueden influir sobre el nivel de riesgo, en particular sobre el riesgo eléctrico y el de caídas. En las situaciones más extremas de tormenta con aparato eléctrico y niebla espesa, puede ser necesaria la paralización de algún tipo de trabajo que se esté desarrollando o no iniciarlo.

En todos los casos habrá que añadir a los riesgos indicados aquí, como propios de la instalación, los específicos de las actividades desarrolladas por la Contrata o empresa que realice los trabajos.

5.2.6.1. Cables subterráneos

Riesgos	Frecuencia presentación	Consecuencias	Evaluación
Caídas de personas al mismo nivel	MEDIA	MEDIA	MODERADO
Caídas de personas a distinto nivel	MEDIA	ALTA	IMPORTANTE
Caídas de objetos	MEDIA	MEDIA	MODERADO
Desprendimientos, desplome y derrumbe	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Choques y golpes	MEDIA	MEDIA	MODERADO
Maquinaria automotriz y vehículos (dentro del centro de trabajo)	BAJA	BAJA	TRIVIAL

CAMPUS D'ALCOI

Atrapamientos	BAJA	MEDIA	TOLERABLE
Cortes	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Proyecciones	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Contactos térmicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Contactos químicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Contactos eléctricos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Arco eléctrico	MEDIA	MEDIA	MODERADO
Sobreesfuerzo	ALTA	MEDIA	IMPORTANTE
Explosiones	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Incendios	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Confinamiento	MEDIA	BAJA	TRIVIAL
Tráfico (fuera del centro de trabajo)	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Agresión de animales	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Sobrecarga térmica	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Ruido	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Vibraciones	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Radiaciones ionizantes	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Radiaciones no ionizantes	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Ventilación	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Iluminación	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Agentes químicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Agentes biológicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Carga física	BAJA	BAJA	TRIVIAL

5.2.6.2. Centro de transformación de otros usos.

Riesgos	Frecuencia presentación	Consecuencias	Evaluación
Caídas de personas al mismo nivel	MEDIA	BAJA	TOLERABLE
Caídas de personas a distinto nivel	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Caídas de objetos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Desprendimientos, desplome y derrumbe	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Choques y golpes	MEDIA	BAJA	TOLERABLE
Maquinaria automotriz y vehículos (dentro del centro de trabajo)	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Atrapamientos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Cortes	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Proyecciones	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Contactos térmicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Contactos químicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Contactos eléctricos	MEDIA	MEDIA	MODERADO
Arco eléctrico	MEDIA	MEDIA	MODERADO

CAMPUS D'ALCOI

Sobreesfuerzo	MEDIA	MEDIA	MODERADO
Explosiones	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Incendios	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Confinamiento	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Tráfico (fuera del centro de trabajo)	MEDIA	MEDIA	MODERADO
Agresión de animales	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Sobrecarga térmica	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Ruido	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Vibraciones	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Radiaciones ionizantes	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Radiaciones no ionizantes	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Ventilación	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Iluminación	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Agentes químicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Agentes biológicos	BAJA	BAJA	TRIVIAL
Carga física	BAJA	BAJA	TRIVIAL

5.2.7. Conclusión

El autor del presente trabajo que suscribe el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, considera que el mismo describe con suficiente claridad los riesgos previstos y las medidas de seguridad a implantar para la ejecución de la instalación proyectada, habiéndose tenido presente, en su realización, la normativa vigente.



PRESUPUESTO

UNIDAD DE PROYECTO

Obra civil

Acondicionamiento del local. Edificio de transformación

CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL €
1	3.518,00	3.518,00

Canalización en acera de línea para BT, consistente en zanja con una profundidad de 0,8 m, y ancho de 0,3m, incluso excavación y posterior relleno y compactación, banda de señalización, testigo cerámico y protección, con reposición de pavimento, incluso mano de obra, según NI

245	48,65	11919,25
-----	-------	----------

Arqueta con base de 1x1m, con marco y tapa normalizados en base a la NI.50.20.02, colocada sobre cama de arena de río de 10 cm de espesor y p.p. de medios auxiliares.

1	98,59	98,59
---	-------	-------

Hornacina prefabricada de hormigón, de dimensiones exteriores 1,2 x 0,67 x 0,175m, Modelo PLT2 con esquema 10 Tipo Buc, según NI 76.50.01 con bases dotadas de dispositivo exterior de arco, sobre peana de hormigón H-150 y dos tubos D160mm de PVC para entrada y salida de la línea subterránea

2	595,78	1191,56
---	--------	---------

Línea formada por 4 conductores unipolares con asilamiento RV 0,6/1kV de polietileno reticulado, cubierta de PVC y conductor de aluminio de 3x240+1x150 mm² de sección, alojado en el interior de zanja al efecto, accesorios, tornillería, banda de señalización, pequeño material, etc, según NI

15	22,92	343,8
----	-------	-------

Conexión terminales monometálicos 3x240/150

2	46,59	93,18
---	-------	-------

Conexión por empresa homologada por IBERDROLA incluso marcado de CGP mediante etiquetas homologadas por la compañía suministradora, según sus normas de identificación y P:P de marcado de salida de líneas en los cuadros

1	637,11	637,11
---	--------	--------

Medición de la resistencia de aislamiento (megado) de la línea, medición por línea y tramos entre CGP, y elaboración de informe de medidas.

1	207,00	207
---	--------	-----

Equipo de Media Tensión

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

1	10.500,00	10.500,00
---	-----------	-----------

Cables MT 12/20 kV. Puentes MT Transformador

1	1.175,00	1.175,00
---	----------	----------

Transformador

Transformador aceite 24 kV

1	13.175,00	13.175,00
---	-----------	-----------

Equipo de Baja Tensión

CGT0. Cuadro BT-B2 Transformador 1

1	2.975,00	2.975,00
---	----------	----------

Puentes transformador-cuadro. Puentes BT-B2 Transformador 1

1	1.050,00	1.050,00
---	----------	----------

Red de tierras

Picas alineadas. Tierras Exteriores de Protección del Trafo

1	1.455,00	1.455,00
---	----------	----------

Picas alineadas. Tierras Exteriores de Servicio Trafo

1	1.455,00	1.455,00
---	----------	----------

Instalación interior tierras. Tierras Interiores Protección Trafo

1	925,00	925,00
---	--------	--------

Instalación interior tierras. Tierras Interiores Servicio Trafo

1	925,00	925,00
---	--------	--------

Cable unipolar HEPRZ1, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm² de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 12/20 kV. Según UNE-HD 620-9E.

245	22,54	5.527,20
-----	-------	----------

Varios

Protección física trafo. Defensa del trafo

1	233,00	233,00
---	--------	--------

Equipo de iluminación. Iluminación CT

1	600,00	600,00
---	--------	--------

ekkorUCT- Unidad Compacta de Telemando

1	8.500,00	8.500,00
---	----------	----------

Equipo de seguridad y maniobra

1	325,00	325,00
---	--------	--------

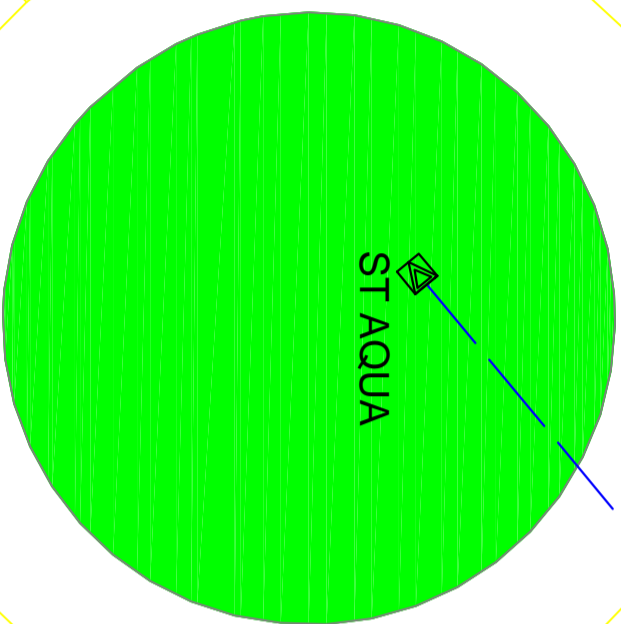
TOTAL 66.828,69 €



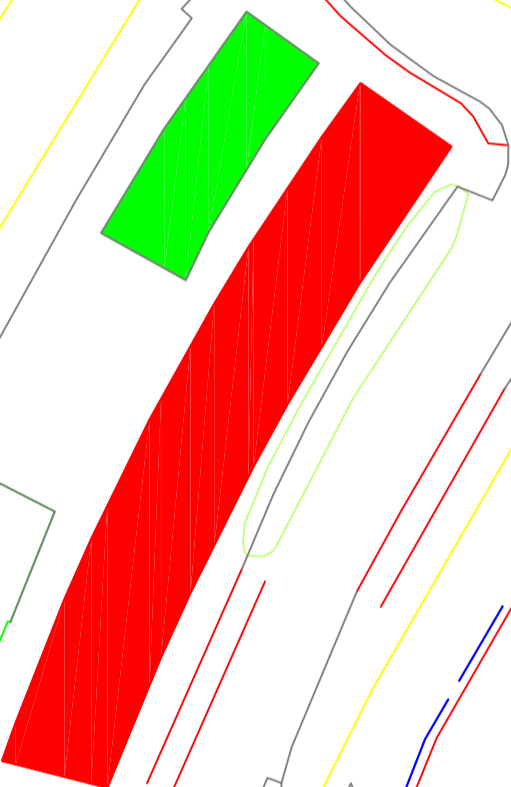
PLANOS

LV-Valencia

Centre Comercial Aquà



ST AQUA



CT AMADEO ROCA

CT VICENTE RAGA

— LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION 1 (245.67 M)
— LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION 2 (225.98 M)

PROYECTO	RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSION	
TITULAR	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	
PROMOTOR:	UPV	
EMPLAZAMIENTO	C/ LUÍS GARCÍA BERLANGA - AMADEO ROCA - VICENTE RAGA	
ESCALA	1:100	
PLANO Nº	01	EMPLAZAMIENTO



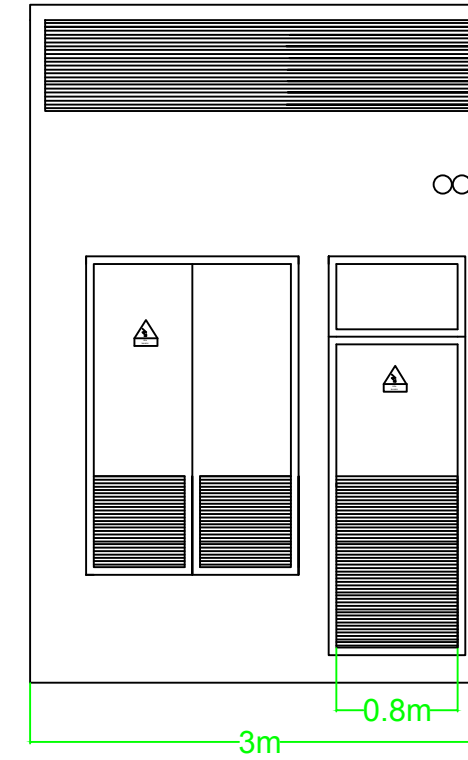
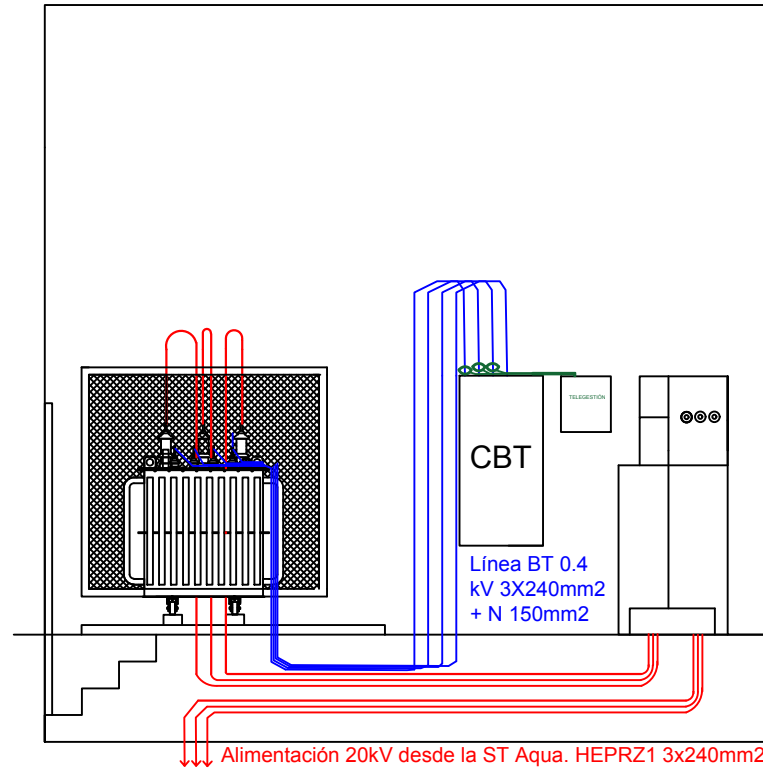
Medir la distancia ✕

Distancia total: 245,67 m (806,01 pies)

Haz clic en el mapa para ampliar la ruta

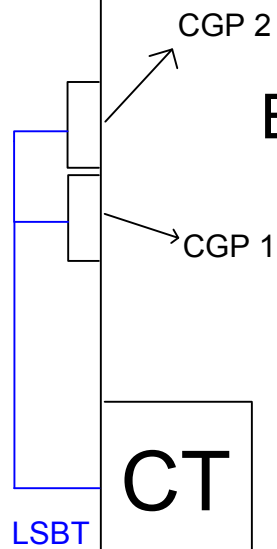
20m

PLANTA BAJA DEL EDIFICIO

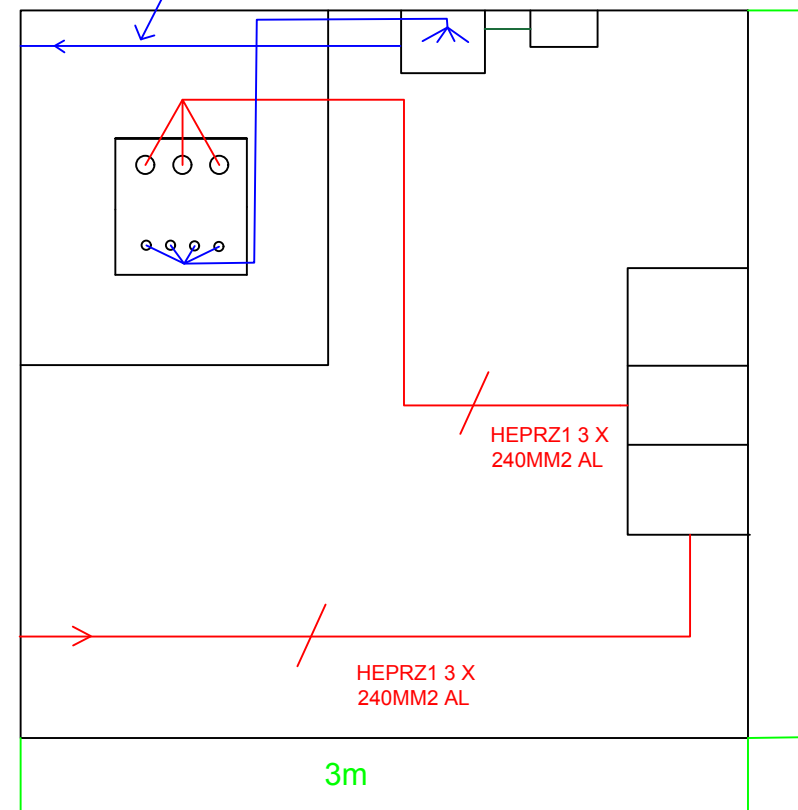


37.5m

CGP'S- 2 ESQUEMAS 10



SALIDA BT A CGP 3X240mm² + 1 x 150mm²



3m

PROYECTO	PLANTA DEL CT, LSMT Y LSBT	
TITULAR	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PROMOTOR: UPV	
EMPLAZAMIENTO	C/ LUÍS GARCÍA BERLANGA - AMADEO ROCA - VICENTE RAGA	
ESCALA	DETALLE INSTALACIÓN	
1:100/1:1000		
PLANO Nº		
02		