



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Eléctrica

DISEÑO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN BALNEARIO

Autor:

Morato Arribas, Mario

Tutor:

**Rodríguez Matilla, María del Pilar
Dpto. de Ingeniería Eléctrica**

Valladolid, Septiembre 2020

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado consiste en un proyecto técnico que tiene por objeto analizar, diseñar y calcular la instalación eléctrica de un edificio cuya actividad económica depende directamente del Turismo, este edificio contará con instalaciones de balneario, restaurante, 16 habitaciones todas ellas con baño y un salón amplio de uso común.

Nuestro balneario contará con un Centro de Transformación propio, con un transformador de 250 kVA.

El Centro de Transformación será en edificio prefabricado e irá equipado con celdas modulares compartimentadas y aislamiento en SF6.

La instalación eléctrica se estudiará y diseñará desde el punto de suministro de la compañía hasta los receptores finales, garantizando el cumplimiento de reglamentación y normativa vigente.

Palabras clave

Proyecto, Balneario, Instalación eléctrica, Media/Baja Tensión, Centro de transformación

Abstract

This Final Degree Project consists of a technical project that aims to analyze, design and calculate the electrical installation of a building whose economic activity depends directly on Tourism. This building will have spa facilities, a restaurant, 16 rooms, all with bathrooms and a spacious common use room.

Our spa will have its own Transformation Center, with a 250 kVA transformer.

The Transformation Center will be in a prefabricated building and will be equipped with compartmentalized modular cells and SF6 insulation.

The electrical installation will be studied and designed from the company's supply point to the final receivers, ensuring compliance with current regulations and standards.

Keywords

Project, Spa, Electrical installation, Medium/ Low Voltage, Transformation Center

Índice General

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	11
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	15
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	19
1.1 ANTECEDENTES.....	19
1.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	19
1.3 OBJETO DEL PROYECTO.....	19
1.4 JUSTIFICACIÓN LOCAL PÚBLICA CONCURRENCIA.....	19
1.5 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	20
1.6 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	21
1.7. ACOMETIDA.....	23
1.8 CARACTERISTICAS CENTRO DE TRANSFORMACION.....	23
1.8.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN.....	24
1.6.2 TRANSFORMADOR.....	25
1.8.3 CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR CON EL CUADRO DE BT.....	25
1.8.4 SEGURIDAD.....	26
1.8.5. VENTILACIÓN.....	28
1.8.6 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.....	28
1.8.7 OBRA CIVIL.....	29
1.9 CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN DE ENLACE INTERIOR.....	31
1.9.1 INSTALACIÓN DE ENLACE.....	31
1.9.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	31
1.9.3 INSTALACIÓN INTERIOR.....	32
1.9.4 CONDUCTORES.....	32
1.9.5 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	33
1.9.6 SUBDIVISION DE LAS INSTALACIONES.....	33
1.9.7 EQUILIBRADO DE CARGAS.....	33
1.9.8 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	34
1.9.9 CONEXIONES.....	34
1.9.10 SISTEMAS DE INSTALACIÓN.....	34
1.9.11. RECEPTORES.....	41

1.9.12 PROTECCIONES.....	42
1.9.13. PUESTA A TIERRA	44
1.9.14 GRUPO ELECTRÓGENO.	49
1.10. PLACAS PARA ACS	50
2. CÁLCULO JUSTIFICATIVO	55
2.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.	59
2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.	59
2.3 CORTOCIRCUITOS.	59
2.3.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE AT.	59
2.3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BT.	60
2.4 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE.	60
2.4.1 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE EN EL PRIMARIO.	60
2.4.2 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE EN EL SECUNDARIO.....	60
2.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA	61
2.5.2 INTENSIDAD DE DEFECTO.....	62
2.5.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	63
2.5.4 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	63
2.5.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.....	63
2.5.6 TIERRA DE SERVICIO:	65
2.6 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN BT.	66
2.7 DEMANDA DE POTENCIAS.....	72
2.8 CALCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA	80
3. PLIEGO DE CONDICIONES	83
3.1 CONDICIONES GENERALES.....	89
3.1.1 OBJETO.....	89
3.1.2. CAMPO DE APLICACION.	89
3.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.	89
3.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.	89
3.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	90
3.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.	90
3.1.4. DISPOSICION FINAL.....	91

3.2 CONDICIONES FACULTATIVAS	91
3.2.1. TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA	91
3.2.2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR	91
3.2.3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO	92
3.2.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	92
3.2.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA ...	92
3.2.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE	93
3.2.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO	93
3.2.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	93
3.2.9. FALTAS DE PERSONAL	94
3.2.10. CAMINOS Y ACCESOS	94
3.2.11. REPLANTEO	94
3.2.12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	94
3.2.13. ORDEN DE LOS TRABAJOS	95
3.2.14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS	95
3.2.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR	95
3.2.16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR	95
3.2.17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.....	95
3.2.18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	96
3.2.19. OBRAS OCULTAS	96
3.2.20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	96
3.2.21. VICIOS OCULTOS	96
3.2.22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.....	97
3.2.23. MATERIALES NO UTILIZABLES	97
3.2.24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS	97
3.2.25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	97
3.2.26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	97
3.2.27. PLAZO DE GARANTÍA.....	97
3.2.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.....	98

3.2.29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA	98
3.2.30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	98
3.2.31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA	98
3.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	99
3.3.1 DATOS DE LA OBRA.....	99
3.3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.....	99
3.3.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.....	99
3.3.4. RECEPCION DEL MATERIAL.....	100
3.3.5. ORGANIZACION.....	100
3.3.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.....	100
3.3.7. ENSAYOS.....	100
3.3.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.....	101
3.3.9. MEDIOS AUXILIARES.....	101
3.3.10. EJECUCION DE LAS OBRAS.....	101
3.3.11. SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.....	101
3.3.12. PLAZO DE EJECUCION.....	102
3.3.13. RECEPCION PROVISIONAL.....	102
3.3.14. PERIODOS DE GARANTIA.....	102
3.3.15. RECEPCION DEFINITIVA.....	103
3.3.16. PAGO DE OBRAS.....	103
3.3.17. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.....	103
3.4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	104
3.4.1. CONDICIONES GENERALES.....	104
3.4.2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.....	104
3.4.2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES....	105
3.4.2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.....	111
3.4.2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.....	112
3.4.2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.....	112
3.4.2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.....	112
3.4.2.6. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.....	113

3.4.2.7. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.	113
3.4.2.8. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.	113
3.4.3. CONDUCTORES.....	114
3.4.3.1. MATERIALES.	114
3.2.3.2. DIMENSIONADO.....	114
3.4.3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.	115
3.4.3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA..	115
3.4.4. CAJAS DE EMPALME.....	116
3.4.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.	117
3.4.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.....	117
3.4.6.1. CUADROS ELECTRICOS.....	117
3.4.6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.....	118
3.4.6.3. GUARDAMOTORES.	119
3.4.6.4. FUSIBLES.	119
3.4.6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.	120
3.4.6.6. SECCIONADORES.	121
3.4.6.7. EMBARRADOS.	121
3.4.6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.....	121
3.4.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.	122
3.4.8. RECEPTORES A MOTOR.	123
3.4.9. PUESTAS A TIERRA.	125
3.4.9.1. UNIONES A TIERRA.....	126
3.4.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.	128
3.4.11. CONTROL.	128
3.4.12. SEGURIDAD.	129
3.4.13. LIMPIEZA.....	129
3.4.14. MANTENIMIENTO.	129
3.4.15. CRITERIOS DE MEDICION.	130
3.5 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE INTERIOR PREFABRICADOS.	130
3.5.1. OBJETO.....	130
3.5.2 OBRA CIVIL.....	130
3.5.2.1 EMPLAZAMIENTO.	130

3.5.2.2 EXCAVACION.	131
3.5.2.3 CIMIENTOS.....	131
3.5.2.4 FORJADOS.....	131
3.5.2.5 MUROS O TABIQUES EXTERIORES.	132
3.5.2.6 TABIQUES INTERIORES.	132
3.5.2.7 ACABADOS.	132
3.5.2.8 EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.....	133
3.5.2.9 VENTILACION.	133
3.5.2.10 PUERTAS.....	134
3.5.3 INSTALACION ELECTRICA.....	134
3.5.3.1 APARAMENTA A.T.	134
3.5.3.2 TRANSFORMADORES.	135
3.5.3.3 EQUIPOS DE MEDIDA.	136
3.5.3.4 ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.....	136
3.5.3.5 ALUMBRADO.....	137
3.5.3.6 PUESTAS A TIERRA.....	137
3.5.4 NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.....	138
3.5.5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.	138
3.5.6 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.	139
3.5.6.1 PREVENCIONES GENERALES.	139
3.5.6.2 PUESTA EN SERVICIO.....	140
3.5.6.3 SEPARACION DE SERVICIO.	140
3.5.6.4 MANTENIMIENTO.....	140
3.5.7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.....	140
3.5.8 LIBRO DE ÓRDENES.....	141
3.5.9 RECEPCION DE LA OBRA.....	141
4. PRESUPUESTO	143
5. ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD.....	151
5.1. OBJETO	154
5.2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.....	154
5.3. - ALCANCE.....	155
5.4. METODOLOGÍA	155
5.5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS	155
5.5.1. RIESGOS PARA MT. Y BT.	155

5.5.2. RIESGOS PARA B.T.....	158
5.5.3. RIESGOS PARA M.T.....	160
5.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	166
5.7 MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA	166
5.8. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA	166
6. CONCLUSIONES.....	167
7. BIBLIOGRAFIA.....	171
8. PLANOS	175
9. ANEXO RESULTADOS INSTALACION DE BT	

Índice de ilustraciones y tablas

Ilustración 1 detalle de las partes de puesta a tierra	45
Ilustración 2 Conmutación grupo electrógeno.....	49
Ilustración 3 Esquema ACS	50
Ilustración 4 alumbrado de emergencia y recorrido de evacuación	80
Ilustración 5 Leyenda colores lx.....	81
Ilustración 6 Recorrido evacuacion barra	81
Ilustración 7 Recorrido evacuación comedor	81
Ilustración 8 Recorrido evacuación salón	82
Tabla1.-Espacios del edificio	23
Tabla2.-Seccion de conductores de fase y protección.....	33
Tabla3.-Resistencia de asislamiento.....	34
Tabla 4 secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.....	46
Tabla 5 Sección de los conductores de protección para un conductor de fase dato.	47
Tabla 6 Demanda orientativa de ACS.....	51
Tabla 7 Temperatura media mensual de agua de la red.....	52
Tabla 8 Temperatura mensual media del agua en Sepúlveda.....	53
Tabla 9 Tension de paso en el exterior y de paso en el acceso	64
Tabla 10 Tensión e intensidad de defecto.....	65
Tabla 11 Elementos resistividad terreno	72
Tabla 12 Demanda potencia instalad	74

Tabla 13. Características tubos en canalizaciones jifas en superficie.	106
Tabla 14 Características tubos en canalizaciones empotradas.....	106
Tabla 15 Características tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas	107
Tabla 16 Características tubos en canalizaciones o con tubos al aire.	108
Tabla 17 Características tubos en canalizaciones enterradas.....	109
Tabla 18 Resistencia de aislamiento	116
Tabla 19 Característica potencia de motor y relación.....	123
Tabla 20 Sección de conductores de tierra cuando estén enterrados.....	126

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El Trabajo Fin de Grado (TFG) que he desarrollado tiene por título “*Diseño e instalación eléctrica de un balneario*”. El TFG consiste en un proyecto técnico en el que se analiza, diseña y calcula la instalación eléctrica de un edificio cuya actividad económica depende del turismo principalmente.

El proyecto consistirá en analizar las cargas eléctricas que intervienen en la actividad de nuestra empresa, diseñar la instalación para que se distribuya la energía eléctrica de la forma más sencilla, segura y eficiente posible y calcular todos los aspectos necesarios para definir correctamente a la instalación.

Se construirá un Centro de Transformación (CdT), de tipo “abonado”.

La instalación eléctrica comenzará en la acometida en Alta Tensión a 15 kV, sigue al CdT, el cual contará con un transformador de 250 kVA que reducirá la tensión a 400 V para finalmente distribuir la energía eléctrica mediante el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) y sus distintos subcuadros. En el CdT se producirá la unión de la instalación de alta tensión y la instalación de baja tensión a través del transformador.

En el desarrollo del proyecto se han generado los siguientes documentos que se detallan a continuación:

- Memoria Descriptiva.
- Cálculos Justificativos.
- Pliego de Condiciones.
- Presupuesto.
- Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Planos
- Anexo resultados instalación de BT.

Los **objetivos** que pretendo conseguir al acabar son:

- Aplicar correctamente los distintos reglamentos y normativas que se ven involucrados, principalmente: Reglamento de Alta Tensión (*RAT*) y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (*REBT*).
- Realizar esquemas unifilares correctamente.
- Diseñar y calcular un Centro de Transformación completo.
- Diseñar y calcular una instalación de Baja Tensión completa.
- Aprender a seleccionar materiales de los catálogos de los fabricantes para la instalación.
- Aprender a redactar un proyecto eléctrico con todos los documentos necesarios.
- Elaborar planos con esquemas unifilares.
- Aprender a diseñar el alumbrado de emergencia en locales de pública concurrencia.

1. Memoria descriptiva

Índice

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	19
1.1 ANTECEDENTES	19
1.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	19
1.3 OBJETO DEL PROYECTO	19
1.4 JUSTIFICACIÓN LOCAL PÚBLICA CONCURRENCIA	19
1.5 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN	20
1.6 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	21
1.7. ACOMETIDA	23
1.8 CARACTERISTICAS CENTRO DE TRANSFORMACION	23
1.8.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN.....	24
1.6.2 TRANSFORMADOR.....	25
1.8.3 CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR CON EL CUADRO DE BT	25
1.8.4 SEGURIDAD	26
1.8.5. VENTILACIÓN.....	28
1.8.6 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.	28
1.8.7 OBRA CIVIL.	29
1.9 CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN DE ENLACE INTERIOR	31
1.9.1 INSTALACIÓN DE ENLACE	31
1.9.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	31
1.9.3 INSTALACIÓN INTERIOR	32
1.9.4 CONDUCTORES	32
1.9.5 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	33
1.9.6 SUBDIVISION DE LAS INSTALACIONES.....	33
1.9.7 EQUILIBRADO DE CARGAS.	33
1.9.8 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	34
1.9.9 CONEXIONES.....	34
1.9.10 SISTEMAS DE INSTALACIÓN.	34
1.9.11. RECEPTORES	41
1.9.12 PROTECCIONES.....	42
1.9.13. PUESTA A TIERRA	44

1.9.14 GRUPO ELECTRÓGENO.....	49
1.10 PLACAS PARA ACS.....	50

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 ANTECEDENTES

La empresa “Aguas termales S.A” con CIF 03442581H dedicada al bienestar de las personas, cuenta con diversos balnearios por toda España. Debido al crecimiento de la demanda y dado que busca entornos turísticos, ha decidido abrir un balneario en la villa de las siete puertas, Sepúlveda, con el fin de atraer a la población de las grandes ciudades dada su ubicación. El agua para el balneario será procedente de la fuente de la salud, cuenta con unas aguas de declaración mineronatural medicinal desde 1989. La pileta de agua del manantial mantiene su temperatura, cercana a los 20° durante todo el año. Debido a que la parcela se encuentra en una de las entradas al pueblo que más turismo trae, contará con un restaurante y habitaciones donde poder alojarse.

1.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El edificio se situará según indica el plano nº 0 del anexo

Polígono: 5, Parcela: 58, Azafranales

Municipio: Sepúlveda

Provincia: Segovia

Código postal: 40300

1.3 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en definir, calcular y justificar la instalación eléctrica en baja tensión de un balneario desde el centro de transformación de abonado destinado a suministrar energía eléctrica en baja tensión hasta cada uno de los circuitos receptores, cumpliendo el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

1.4 JUSTIFICACIÓN LOCAL PÚBLICA CONCURRENCIA

El edificio se considerará de pública concurrencia y tendrá alumbrado de emergencia tal y como recoge el apartado 1 de la instrucción Técnica Complementaria. ITC-BT-28 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. REBT:

“Locales de reunión, trabajo y usos sanitarios:

Cualquiera que sea su ocupación: ...bares, cafeterías, restaurantes o similares...estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos...”

Como se cumplen dos de las exigencias para ser considerado local de pública concurrencia, nuestra instalación será tratada como tal y se instalará alumbrado de emergencia en todos los recintos de la misma, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación se asegurará hasta las salidas.

1.5 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

- ❖ **Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, LAT** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC.
Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, con sus modificaciones el 7 de mayo de 2.010.
- ❖ **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión, RAT** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC.
Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- ❖ **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC.
Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto y sus actualizaciones 2.010, 2.014, 2.015 y 2.016.
- ❖ Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- ❖ Recomendaciones UNESA.
- ❖ Normalización Nacional. Normas UNE.
- ❖ Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- ❖ Ahorro de Energía, DB-HE con modificaciones por la Orden de FOM/588/2017, de 15 de junio y sus comentarios de 29 de junio de 2018.
- ❖ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- ❖ Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre y actualización 2010.)
- ❖ Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte. Julio 2009.
- ❖ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ❖ Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ❖ Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ❖ Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

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

1.6 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La volumetría del edificio, reproduce una construcción acorde con las características de la arquitectura tradicional de la comarca de Segovia.

La distribución interior del edificio sigue el esquema tradicional de unas instalaciones hoteleras:

Una **planta baja**, se va a ubicar la recepción con un amplio salón, el comedor, la barra, la cocina y los aseos.

Una **planta primera y segunda**, se distribuyen ocho habitaciones en cada una de ellas, con sus correspondientes baños, cuarto de limpieza y cuarto de instalaciones.

La **planta semisótano**, contará con unas atractivas instalaciones de balneario, sala de masajes, dos vestuarios, una cámara frigorífica, un almacén de alimentos y bebida, cuarto de calderas y la **planta semisótano segundo** estará destinada a la sala de máquinas para las instalaciones del balneario.

El edificio contará con una escalera y un ascensor que evite cualquier problema para personas de movilidad reducida permitiendo la accesibilidad universal.

La superficie construida del edificio, es de 920 m², que se distribuye en 230 m² para la planta baja; 230 m² para la planta sótano y obviamente, los 230 m² para las planta primera y segunda.

Finalmente se elabora la siguiente tabla resumen con todos los espacios, indicando su planta y superficie útil, a través de los planos de distribución del presente proyecto.

Espacios del Edificio			
Planta		Estancia	Superficie útil (m ²)
-1		Sala Maquinas	60
-1		Almacén comida y bebida	13.43
		Cámara frigorífica	8.31
		Sala masajes	12.59
		Vestuario mujeres	7.85
		Vestuario Hombres	7.34
		Balneario	69.05
		vestíbulo	7.29
	Cuarto	1.57	

Capítulo 1: Memoria

		Pasillo	19.17
		Sala Calderas	15.33
		Deposito aire acondicionado	7.01
0		Recepción	6.05
		Salón	74.16
		Vestíbulo	3.97
		Aseos	6.78
		Barra	26.99
		Comedor	56.59
		Cocina	12.30
1		Habitación 1	14.60
		Baño 1	3.94
		Habitación 2	12.45
		Baño 2	5.74
		Habitación 3	12.45
		Baño 3	5.74
		Habitación 4	14.60
		Baño 4	3.94
		Habitación 5	13.89
		Baño 5	4.09
		Habitación 6	16.05
		Baño 6	4.05
		Habitación 7	16.63
		Baño 7	4.05
		Habitación 8	13.89
		Baño 8	4.09
		Cuarto limpieza	8.84
		Cuarto instalaciones	2.25
		Pasillo 1	6.44
		Pasillo 2	6.44
		Vestíbulo	6.59
2		Habitación 9	14.60
		Baño 9	3.94
		Habitación 10	12.45
		Baño 10	5.74
		Habitación 11	12.45
		Baño 11	5.74
		Habitación 12	14.60
		Baño 12	3.94
		Habitación 13	13.89

	Baño 13	4.09
	Habitación 14	16.05
	Baño 14	4.05
	Habitación 15	16.63
	Baño 15	4.05
	Habitación 16	13.89
	Baño 16	4.09
	Cuarto limpieza	8.84
	Cuarto instalaciones	2.25
	Pasillo 1	6.44
	Pasillo 2	6.44
	Vestíbulo	6.59

Tabla1.-Espacios del edificio

1.7. ACOMETIDA

El alojamiento se alimentará eléctricamente desde la red de distribución a través de un centro de transformación.

La acometida se realiza en media tensión y alimentará un centro de transformación de abonado con un transformador, es gestionada por la empresa que realiza el suministro eléctrico en la zona, UNION FENOSA DISTRIBUCION.

Además, se tendrá en cuenta las separaciones mínimas indicadas en la ITC-BT-07 en los cruces y paralelismos con otras canalizaciones de agua, gas, líneas de telecomunicaciones y con otros conductores de energía eléctrica.

1.8 CARACTERISTICAS CENTRO DE TRANSFORMACION

El Centro de Transformación tiene como misión suministrar energía eléctrica al edificio que concierne al presente proyecto, para lo cual se instalará un transformador de 250 kVA.

La acometida al CdT, se realizara a una tensión de 15 kV y se transformará a 400 V para alimentar a las cargas. La medición de energía se realizará en Alta Tensión y la frecuencia de la red de distribución es de 50 Hz.

El centro de transformación del presente proyecto será prefabricado, empleando celdas prefabricadas bajo envoltente metálica. Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF6).

La tipología del CdT es de “abonado” por lo cual será necesario realizar particiones interiores para delimitar la zona de “compañía” y la de “abonado”.

La partición se realizará mediante un enrejado metálico con un grado de protección IP1x, y se situará entre la celda de protección del transformador y la de medida.

Los elementos constitutivos del Centro de Transformación serán los siguientes:

Edificio prefabricado de hormigón.
Celdas de Media Tensión.
Transformador de MT / BT.
Cuadros modulares de BT.
Interconexión celda-trafo.
Interconexión trafo-cuadro BT.
Instalación de Puesta a Tierra.
Instalaciones secundarias.
Señalización y material de seguridad.
Esquemas eléctricos.
Planos generales.

El sistema de ventilación utilizado es natural y se realiza a través de rejillas formadas por láminas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro. Cada rejilla se complementa con una malla mosquitera.

Las dimensiones del Centro de Transformación deberán permitir:

- El movimiento o colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.
- La ejecución de las maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según se recoge en las instrucciones MIE-RAT-14 ó MIE-RAT-15 según se trate de maniobra de interior o exterior respectivamente.

1.8.1 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN.

En el interior del centro de transformación se instalarán dos celdas de línea, celda medida, celda seccionamiento y una celdas de protección transformador. El tipo de celdas serán de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF6).

La celda de entrada serán de aislamiento integral y corte en SF6, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

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

Para realizar maniobras en MT. el Centro de Transformación dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

1.6.2 TRANSFORMADOR.

El transformador se ubicará en el extremo derecho del CdT en la zona de “compañía” y estará protegido del resto de la zona por un enrejado metálico con un grado de protección IP1x que irá desde el suelo hasta el techo, siendo imposible el acceso al transformador. Estará separado del enrejado del transformador 1 m.

Se dispondrá de una puerta de acceso desde la zona de “compañía” al transformador del mismo tipo de enrejado que el mencionado. También tendrá una puerta para poder meter y sacar el transformador de ancho suficiente. Las llaves de las cerraduras de las citadas puertas formarán parte de la seguridad del CdT, ya que serán parte de los enclavamientos necesarios para poder abrir o cerrar los interruptores,

El transformador tendrá una potencia aparente de 250 kVA.

El transformador será trifásico y tendrá una relación de transformación 15.000 / 400 V y será una transformación triangulo-estrella (ΔY). El índice horario lo determinará la compañía distribuidora anteriormente mencionada, y si no dispusiese ninguna orden se elegirá una conexión impar para facilitar el acople en paralelo si es ampliado el CdT en un futuro. Se distribuyen a la salida 3 fases y neutro, con un esquema de distribución de neutro TT.

En el lado de Alta Tensión se conectará mediante cables, procedentes de la celda de protección del transformador, y el lado de Baja Tensión se conectará mediante una canaleta eléctrica prefabricada hasta las celdas de Baja Tensión que se describirá en el siguiente apartado.

En cuanto a la potencia, se han elegido de 250 kVA, es mayor de lo que necesitamos, pero se prevee para una posible ampliación del edificio.

1.8.3 CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR CON EL CUADRO DE BT

La conexión entre el transformador y las celdas de Baja Tensión se realizará mediante una canaleta eléctrica prefabricada.

El recorrido que describirá será el de una “U” invertida, pues subirá hacia el techo del CdT, gira 90° y discurrirá paralelo al techo atravesando los enrejados del transformador y la separación de “compañía” y “abonado” hasta la tercera celda de Baja Tensión, donde vuelve hacer un giro de 90° para bajar hacia la envolvente de la celda y atravesarla, para finalmente en su interior realizar la conexión en el Interruptor General Automático, IGA del CGBT.

La conexión del transformador y el cuadro de B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura, se sujetará al techo mediante soportes dejando una separación

entre la canaleta y el techo la de 15 cm para facilitar inspecciones y/o reparaciones si fuese preciso realizarlas.

1.8.4 SEGURIDAD

Este apartado se tratará las seguridad del CdT, destacando por un lado el alumbrado de emergencia y los enclavamientos que tendrán las celdas y el CBGT para poder realizar determinadas maniobras con el fin de evitar accidentes y/o situaciones que pongan en riesgo a personas y/o equipos.

Además, toda persona que quiera realizar una maniobra en el CdT deberá tener la formación necesaria así como seguir siempre las “5 reglas de oro de la electricidad” que son:

- Todas las posibles fuentes de tensión se abrirán con corte visible e imposibilitando su cierre intempestivo.
- Realizar un enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte y señalar en el mando de estos la prohibición de maniobrar.
- Comprobar la usencia de tensión en cada conductor de la instalación dónde se vaya a trabajar.
- Puesta a tierra en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar o balizar la zona de trabajo mediante las señales de seguridad adecuadas

En el CdT se deberá contar con una colección de seguridad:

- Pértiga de rescate BS-45
- Banqueta aislante de al menos 27 cm de altura y en las patas protecciones anti-arcos
- Esterilla aislante
- Guantes de Aislamiento de 1 kV de clase 0 con su estuche antihumedad.
- Guantes de Aislamiento de 17 kV de clase 2 con su estuche antihumedad.
- Casco ajustable con barboquejo y pantalla protectora
- Cizalla para cortes de emergencia a conductores aisladas 1 kV
- Botiquín de primeros auxilios
- Cartel con las “5 reglas de oro”
- Cartel con teléfonos de emergencia e instrucciones de seguridad

En otra colección claramente diferenciada se encontrarán los útiles y herramientas de trabajo para no interferir o confundirlas con los útiles o herramientas de seguridad. La colección de útiles y herramientas al menos tendrá:

- Pértiga de descarga y/o puesta a tierra
- Cable de descarga a tierra con herraje de presa en las puntas
- Pértiga telescópica con útiles de apoyo
- Tester de detección de tensión hasta 20 kV
- 2 manivelas de extracción del carro de los Interruptores Automáticos
- Carro para poder depositar un interruptor automático extraído
- Al menos 4 carteles de balizamiento con la frase en mayúsculas “NO CONECTAR” plastificados y que sean fáciles de situar en un interruptor
- Al menos 2 candados para realizar enclavamientos
- Espacio libre para poner otros útiles/herramientas si son necesarias

Toda puerta de acceso tanto de hombre como de equipo deberá tener a una altura visible y de forma clara una chapa en negro y fondo amarillo un triángulo y un rayo, y escrito en mayúsculas “PELIGRO ALTA TENSIÓN”.

Alumbrado de Emergencia

En caso que el alumbrado ordinario falle por falta de tensión en la red, se activará el de emergencia.

El alumbrado es el suficiente para poder abandonar el CdT de forma segura desde cualquier punto y también proporciona suficiente iluminación para poder realizar maniobras en las celdas, en el CGBT o en los subcuadros emplazados el CdT si fuese necesario. Tendrá una autonomía mínima de 2 horas, con nivel luminoso no inferior a 5 lux.

Enclavamientos

Debido a que en el CdT existirá Alta Tensión y que en la parte de Baja Tensión la intensidad será elevada, es necesario imponer medidas de seguridad en las celdas y el CGBT para evitar poner en riesgo a personas y/o equipos a la hora de hacer maniobras o por cualquier circunstancia que se pudiera dar. Estas medidas serán enclavamientos eléctricos y enclavamientos mecánicos que consisten en los siguientes:

- **Interruptores de Alta Tensión y de Baja Tensión entre el transformador:**
Tanto el interruptor automático del lado de AT del transformador como el de BT dispararán si cualquiera de ellos dispara o es abierto mediante maniobra. En el interruptor que abra primero se encenderá una luz piloto indicándolo. Tanto para abrir como para cerrar cualquiera de los interruptores, será necesario que esté introducida en el la celda del interruptor de AT la llave de “SC” y girada, o de lo contrario no será posible realizar maniobra alguna.

- **Abrir el seccionador:**
Primero deberá existir ausencia de corriente por el embarrado de Alta tensión, por lo cual será necesario que se abran los interruptores automáticos o del lado de Alta Tensión o del lado de Baja Tensión. Esto se consigue mediante un enclavamiento eléctrico y uno mecánico, pues al estar abierto cualquiera de los interruptores liberará la celda del interruptor de Alta tensión la llave “SC” citada anteriormente, la cual permitirá manipular el seccionador. Si no es introducida la llave y girada no será posible maniobrar el seccionador. La llave “SC” quedará enclavada hasta que no sea cerrado de nuevo el seccionador.

- **Cerrar el seccionador**
Para poder cerrar el seccionador se necesitará introducir la llave “SC” y que esté girada, la llave “T” y que este girada, además, las puertas de acceso de hombre y de equipo del recinto del transformador contarán con un enclavamiento eléctrico que consiste en que si no hace contacto el cerrojo con su hueco en todas las puertas a la vez, no permitirá cerrar el seccionador; Por lo que será necesario cerrar y poner el cerrojo a las puertas del recinto del

transformador. La llave que permite poner o quitar el cerrojo a las puertas es la llave “T”.

Una vez que se cierre el seccionador se podrá liberar la llave “SC”

- Poner a tierra el seccionador

Primero se deberá abrir el seccionador, para poder ponerlo en esa posición, se deberá realizar la maniobra de abertura anteriormente descrita. Si no se hace primero la apertura del seccionador, no se podrá poner a tierra.

Para poder poner a tierra se necesitara que esté introducida la llave “SC” y que esté girada; y la llave “T” y que esté girada. Una vez que se ponga a tierra el seccionador se podrá liberar la llave “T”.

- Acceso al recinto del transformador

Las puertas de acceso de hombre y de equipo al recinto del transformador tendrán la misma llave y será la llave “T”. Para poder liberar esta llave será necesario poner a tierra el seccionador, maniobra descrita anteriormente.

1.8.5. VENTILACIÓN.

Para la evacuación del calor generado en el interior del Centro de Transformación deberá posibilitarse una circulación de aire.

Cuando se prevean transmisiones de calor en ambos sentidos de las paredes y/o techos que puedan perjudicar a los locales colindantes o al propio CT, deberán aislarse térmicamente estos cerramientos.

La ventilación será natural. Para la renovación del aire en el interior del Centro de Transformación se establecerán huecos de ventilación que permitan la admisión de aire frío del exterior, situándose éstos en la parte inferior próxima a transformadores. La evacuación del aire caliente (en virtud de su menor densidad) se efectuará mediante salidas situadas en la parte superior del Centro de Transformación.

1.8.6 INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.

Tierra de protección.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro si son accesibles desde el exterior. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente

Tierra de servicio.

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

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

1.8.7 OBRA CIVIL.

El Centro estará ubicado en un local prefabricado. En él se ha instalado toda la aparamenta y equipos eléctricos.

Para el diseño de este centro de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.
- La ejecución de maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.

El CT deberá cumplir las siguientes condiciones:

- No contendrá canalizaciones ajenas al CT, tales como agua, aire, gas, teléfonos, etc.
- Será construido enteramente con materiales no combustibles.
- Los elementos delimitadores del CT (muros, tabiques, cubiertas, etc), así como los estructurales en él contenidos (vigas, pilares, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727.
- Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.
- Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.
- Bajo la solera se dispondrán los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión

CIMENTACION.

Si el centro de transformación se ubica a nivel del terreno, la cimentación se realizará mediante zapatas aisladas y flexibles arriostrados en dos direcciones. El terreno será compacto, con una tensión admisible de 1,5 kg/cm² como mínimo para una profundidad de 1,50 m. No obstante la

Dirección Facultativa ha de realizar un estudio geotécnico para obtener el mayor grado de certeza del comportamiento resistente del terreno.

Las cargas a considerar serán las más desfavorables de las obtenidas en la base de los pilares de planta baja, más el peso propio de la zapata de hormigón.

Al objeto de evitar la transmisión de humedades por capilaridad el hormigón de los elementos de cimentación, contención de tierras y soleras, llevará en su masa un aditivo hidrofugante que tenga concedido el Documento de Idoneidad Técnica.

Los materiales de la cimentación serán compatibles entre sí y con el terreno.

SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES.

El acabado de la solera se hará con una capa de mortero de cemento de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión. Estará elevada 0,2 m sobre el nivel exterior cuando éste sea inundable. Tendrá una ligera pendiente hacia un punto adecuado de recogida de líquido.

Al realizar el suelo y, en general la obra civil, se deberá tener en cuenta el empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, mallas de tierra, etc.

En el piso, a una profundidad máxima de 0,20 m, se instalará un enrejado de hierros redondos de 4 mm de diámetro como mínimo, fondo malla no mayor de 0,30x0,30 m, con nudos soldados. Dicha malla se unirá eléctricamente a la línea de tierra de las masas.

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

Los muros o tabiques exteriores se construirán de forma que sus características mecánicas estén de acuerdo con el resto del edificio. Para el dimensionado de los espesores se tendrán en cuenta las Condiciones Acústicas, en especial cuando se trate de separaciones con otros locales (todo ello conforme a las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de las Comunidades Autónomas).

Los muros exteriores tendrán una resistencia mínima de 10.000 ohmios. La medición de esta resistencia se realizará aplicando una tensión de 500 V entre dos placas de 200 cm² cada una, según se indique en la recomendación UNESA 1303A.

Ningún herraje o elemento metálico atravesará la pared.

Los tabiques interiores, en función de su uso, deberán presentar la suficiente resistencia mecánica. Sus cantos libres, cuando tengan que servir de apoyo a la aparamenta, quedarán rematados con perfiles en U y presentarán la debida solidez para absorber los esfuerzos y vibraciones. Se preverá la

sujeción en los mismos de los herrajes, bastidores, paso de canalizaciones, etc.

CUBIERTA.

El forjado superior o cubierta se dimensionará de acuerdo a las cargas permanentes y sobrecargas que sobre él puedan actuar (CTE). En cualquier caso, el valor mínimo de sobrecarga a considerar será el indicado en la Norma UNE-EN 62271.

ACABADOS.

El acabado de la albañilería tendrá en los paramentos interiores un raseo con mortero de cemento y arena, lavado de dosificación 1:4, con aditivo hidrófugo en masa, talochado, estando prohibido el acabado con yeso, cartón - yeso o materiales de características similares.

Las superficies de las paredes deberán ser lisas y sin rugosidades. El suelo se pintará con pintura EPOXI que evite resbalones, antichispa ante la caída de herramientas al suelo y con una resistente al fuego suficiente según tabla 2.2 del CTE DB-SI.

1.9 CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN DE ENLACE INTERIOR

1.9.1 INSTALACIÓN DE ENLACE

La instalación de Baja Tensión comienza desde la salida del transformador hasta los receptores finales conectados a la instalación, desde el secundario del transformador se alimenta el cuadro general de baja tensión (CGBT). Discurrirá siempre por lugares de uso común y quedará de propiedad del usuario quien se responsabilizará de su conservación y mantenimiento. Se distribuyen 3 fases y neutro en todas las salidas, con un esquema de distribución de neutro TT.

1.9.2 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.

Para la correcta protección ante posibles contactos indirectos y sobreintensidades será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución deben establecerse en función de las conexiones a tierra de la red de distribución y de las masas de la instalación receptora. Se usa un código para la identificación de los diferentes esquemas:

- Primera letra: identificará el tipo de alimentación con respecto a tierra. Puede ser:
 - T - conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
 - I - Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.
- Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:

T - Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

En este proyecto se instalarán como esquemas de distribución TT.

1.9.3 INSTALACIÓN INTERIOR

Toda la instalación se ha diseñado para que se ejecute según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC y la norma UNE HD 60364-5-52:2014 sobre sistemas de canalización.

Desde el secundario de los transformadores se alimenta el cuadro general de baja tensión (CGBT). Al ser un único usuario no existe la Línea General de Alimentación. El sistema es trifásico con neutro y tierra, a una tensión de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro

A continuación se describen detalladamente los siguientes elementos:

1.9.4 CONDUCTORES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio de aislamiento EPR o XLPE, no propagadores de llama y libre de halógenos, cumplen el reglamento de productos para la construcción, RPC, respecto al fuego

La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla2.-Sección de conductores de fase y protección

1.9.5 IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

- Fases: Negro, marrón y gris
- Neutro: Azul
- Protección (tierra): Amarillo-Verde

1.9.6 SUBDIVISION DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

1.9.7 EQUILIBRADO DE CARGAS.

Para que la carga de los conductores que forman parte de una instalación se mantenga el mayor equilibrio, se procurará que quede repartida entre sus fases o conductores polares.

1.9.8 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500 V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 1,00

Tabla3.-Resistencia de aislamiento

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

1.9.9 CONEXIONES

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

1.9.10 SISTEMAS DE INSTALACIÓN.

PRESCRIPCIONES GENERALES

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Conductores aislados bajo tubos protectores

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a norma.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las

paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

Conductores aislados bajo canales protectoras

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

Conductores aislados bajo molduras

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables.

En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

1.9.11. RECEPTORES

En este apartado se tratan los distintos tipos de receptores de energía eléctrica que tiene la instalación.

1.9.11.1 Luminarias

Aunque de la instalación de iluminación solo se ha realizado la previsión de potencia y su distribución en los cuadros, se prescriben las siguientes medidas:

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598-1:2015.

- El tipo de lámpara que se instalará será de tipo LED.
- Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Para aumentar el uso eficiente de la energía en la instalación, esta contará con captadores de presencia en lugares de paso, es decir pasillos, distribuidores, vestíbulos y aseos. En recintos de mayor superficie como pueden ser el salón, comedor, cafetería etc... se dispondrán de captadores de luminosidad que gobiernen las luminarias de tal forma que se equilibre la luz natural con la artificial para garantizar el flujo luminoso adecuado para la actividad que se esté desarrollando en ese recinto. No obstante se instalarán interruptores cuando sea preciso.

El reparto de las estancias se ha realizado de tal manera que en las estancias grandes, 1/3 de la estancia este en un magnetotérmico, 1/3 en otro y el otro tercio en otro, pero ahijados en diferenciales distintos. Esta forma de reparto se hace para que en caso que se produzca una interrupción del servicio por el disparo algún diferencial o magnetotérmico, 2/3 de la sala siga iluminada.

1.9.11.2 Luminarias de Emergencia

Las luminarias se instalan de forma conjunta con la iluminación habitual, por lo que comparten el mismo PIA, además tendrán un PIA para la línea de la emergencia. La luminaria se empotrará en los falsos techos y en pared sobre puertas, si no es posible se instala fijada al forjado (por ejemplo en escaleras).

En las luminarias su lámpara es de LED y contará con auto-test que permitirá saber si están operativas (el LED piloto se ilumina en color verde), o no (LED piloto se ilumina de color rojo). Cumplen con la normativa UNE-EN 60598-2-22:2015 y grado de protección IP 42 IK 04 a modo de ejemplo se muestra en apartado 2.8 de cálculos justificativos.

1.9.11.3 Receptores a motor y motores

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los motores están protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE-HD 60364-5-52:2014

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia del motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

1.9.12 PROTECCIONES

Para evitar poner en riesgo a personas y/o equipos en caso de un mal funcionamiento de la instalación o de un funcionamiento anómalo de esta, se dota a la instalación con protecciones contra:

- Sobreintensidades, tanto en servicio como por cortocircuito.
- Sobretensiones, tanto permanentes como transitorias.
- Contactos indirectos, tanto por contacto directo de partes “vivas” como por defecto de aislamiento.

A continuación se detallan todas ellas:

1.9.12.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Se instalan interruptores magnetotérmicos que siguen una curva C de disparo según UNE-EN 60898-1:2004. El interruptor actúa ante una sobrecarga, tanto en servicio por sobrepasar la intensidad de su calibre, como ante un cortocircuito.

El calibre de estos interruptores ha sido calculado en a lo largo del apartado “Cálculos Justificativos” del presente proyecto.

1.9.12.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Ante una descarga atmosférica, maniobras, arranque o parada de motores, etc... se puede producir un aumento de al menos el 110% del valor eficaz de la tensión. Para evitar los efectos perjudiciales que puede suponer una sobretensión se instalan en la cabecera del CGBT y de cada cuadro un interruptor automático contra sobretensiones tanto permanentes como transitorias.

1.9.12.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Se produce un contacto directo cuando una persona entra en contacto con una parte de la instalación, materiales o equipos eléctricos que en funcionamiento normal está bajo tensión (parte activa).

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;

- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

1.9.12.4 PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Dónde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

1.9.13. PUESTA A TIERRA

Según la Instrucción Técnica Complementaria, ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT.

“La instalación de puesta a tierra tiene como objeto limitar las tensiones, que con respecto a tierra pueden presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados”

Por estas razones se diseña la puesta a tierra de la instalación de Baja Tensión siguiendo la ITC, anteriormente mencionada y la ITC-BT-26 del REBT. Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Las instalaciones de puesta a tierra se componen de las siguientes partes:

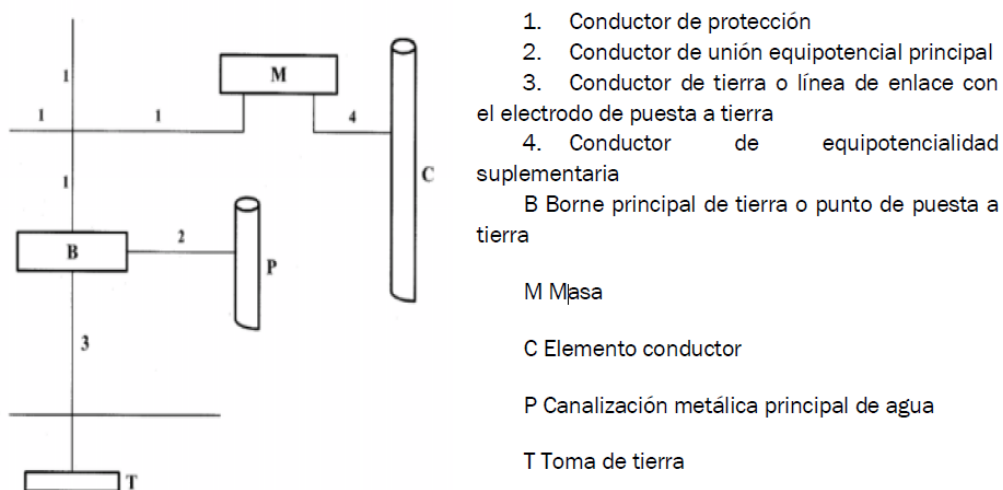


Ilustración 1 detalle de las partes de puesta a tierra

1.9.13.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;

- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.		

Tabla 4 secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 5 Sección de los conductores de protección para un conductor de fase dado.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

1.9.13.2. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

1.9.13.3. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

1.9.13.4. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

1.9.13.5. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la

corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

1.9.13.6. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA.

La instalación de toma tierra debe ser comprobada por el director de obra o un Instalador Autorizado que verificarán su buen estado para poder darla de alta.

Anualmente personal cualificado realizará comprobaciones en la instalación de tierra cuando el terreno este más seco, de forma que la resistividad sea la más desfavorable. Se medirá la resistencia de tierra y se repararán urgentemente los posibles fallos encontrados.

Si la instalación se encuentra en un terreno no favorable para la conservación de la puesta a tierra, cada cinco años se pondrá al descubierto para ser sometidos a examen.

1.9.14 GRUPO ELECTRÓGENO.

El grupo electrógeno de nuestra instalación estará conectado a la línea principal mediante un embarrado partido como se muestra en la ilustración 2. El grupo electrógeno de la marca ABB y potencia de 135KVA dará suministro a las plantas de habitaciones aproximadamente 1/3 de los alumbrados y fuerza de zonas comunes del edificio.

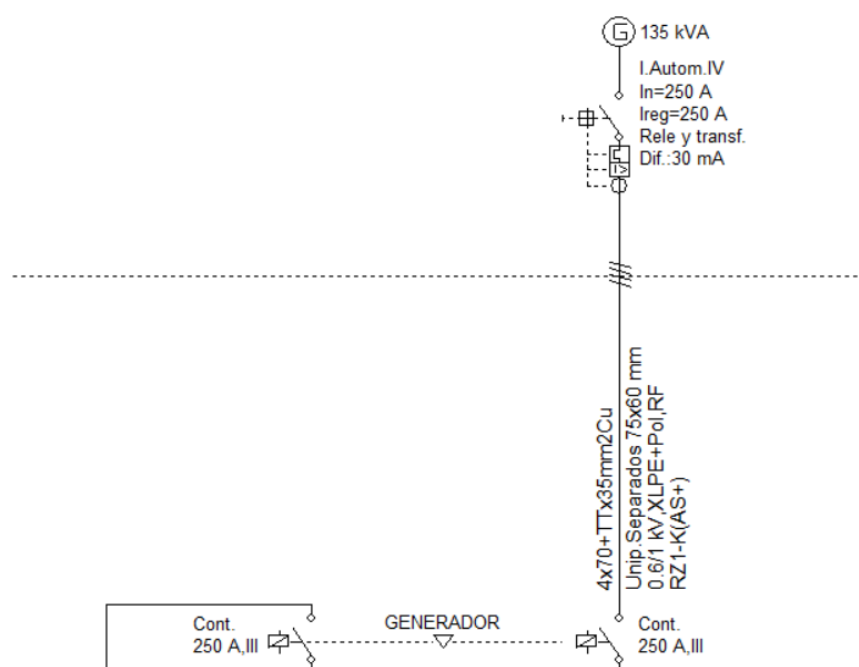


Ilustración 2 Conmutación grupo electrógeno

1.10. PLACAS PARA ACS

La energía solar es la energía que emana el núcleo del sol, en estos momentos está siendo fuertemente optimizada la tecnología para extraer esta energía proveniente del sol y convertirla en energía de uso humano, como el agua caliente. España es uno de los países de Europa con mayor cantidad de horas de sol, a lo que se unen los compromisos europeos en instalación de energías renovables así como la conveniencia estratégica de disminuir la gran dependencia energética exterior y aumentar la autonomía energética.

El funcionamiento de una instalación solar térmica consiste en aprovechar la energía del Sol mediante un conjunto de captadores, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y, por último, almacenar dicha energía en un sistema de acumulación, que abastece el consumo cuando sea necesario.

Para el cálculo de la demanda de referencia de ACS para edificios de uso distinto al residencial privado se consideran como aceptables los valores de la tabla c-Anejo F que recoge valores orientativos de la demanda de ACS para usos distintos del residencial privado, a la temperatura de referencia de 60°C, que serán incrementados de acuerdo con las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. La demanda de referencia de ACS para casos no incluidos en la tabla c-Anejo F se obtendrá a partir de necesidades de ACS contrastadas por la experiencia o recogidas por fuentes de reconocida solvencia.

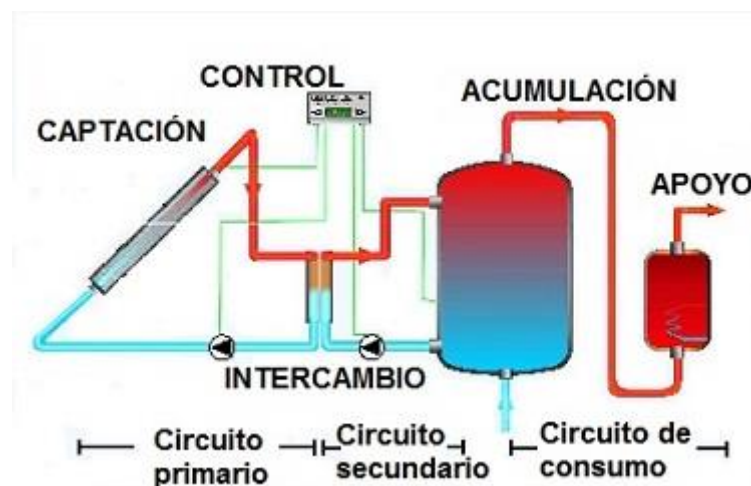


Ilustración 3 Esquema ACS

Tabla c-Anejo F Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado Criterio de demanda	Litros/día-persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Alberque	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21
Restaurantes	8
Cafeterías	1

Tabla 6 Demanda orientativa de ACS

Considerando un hotel de 5 estrellas, tenemos un consumo de 69 l/día*persona, como tenemos 16 habitaciones dobles, tenemos un consumo de 2208 l/día.

En el restaurante tenemos un consumo de 8 l/día*persona, como la capacidad es de 40 personas, el consumo total es de 320l/día.

Para el balneario se establecen tres turnos de 15 personas, haciendo un gasto de agua de 21/día *persona, 315l/día.

El total de agua gastado por día se estipula en 2843 litros.

Temperatura media mensual del agua de red

1 La tabla a-Anejo G contiene la temperatura diaria media mensual (°C) del agua fría de red para las capitales de provincia, para su uso en el cálculo del consumo de ACS:

Tabla a-Anejo G. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C) Capital de provincia	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
A Coruña	26	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	686	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	8	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	16	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	1131	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	186	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	12	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	6	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	929	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	459	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	14	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	27	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11

Ceuta	40	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	628	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	106	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
Cuenca	999	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Girona	70	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
Granada	683	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	685	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	30	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	488	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	568	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran Canaria	13	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	838	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	182	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	385	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
Lugo	454	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	655	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	11	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Melilla	15	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	39	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	139	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	232	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	734	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	15	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	490	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	27	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
Salamanca	800	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
San Sebastián	12	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
Santa Cruz de Tenerife	5	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16
Santander	11	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
Segovia	1002	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
Sevilla	11	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
Soria	1063	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Tarragona	69	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
Teruel	912	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
Toledo	629	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
Valencia	13	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Valladolid	698	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7
Vitoria-Gasteiz	540	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
Zamora	649	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Zaragoza	199	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

Tabla 7 Temperatura media mensual de agua de la red

Para localidades distintas a las recogidas en la tabla a-Anejo G se podrá obtener la temperatura del agua fría de red (TAFY) mediante la siguiente expresión:

$$T_{AFY} = T_{AFCP} - B * A_Z$$

Donde:

- T_{AFCP} es la temperatura media mensual de agua fría de la capital de provincia, obtenida de la tabla a-Anejo G;
- B es un coeficiente de valor 0,0066 para los meses de octubre a marzo y 0,0033 para los meses de abril a septiembre;
- A_Z es la diferencia entre la altitud de la localidad y la de su capital de provincia ($A_Z = \text{Altitudlocalidad} - \text{Altitudcapital}$).

Siendo la Altitud en Segovia de 1002 y en Sepúlveda de 1009, la diferencia Az es de 7.

A continuación se muestra una tabla con la temperatura mensual de la red.

EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
5,9538	6,9538	7,9538	9,9769	11,9769	14,9769	17,9769	17,9769	14,9769	11,9538	7,9538	5,9538

Tabla 8 Temperatura mensual media del agua en Sepúlveda

Para calcular energía necesaria para pasar de la temperatura a la que viene el agua por la tubería a la deseada de 60°C utilizaremos la siguiente expresión:

$$Q = m * C_e * (T_2 - T_1)$$

Donde:

- m es la masa del agua
- C_e es el calor específico del agua
- T_2 es la temperatura final
- T_1 es la temperatura de inicio

Como nuestro consumo mensual lo tenemos en litros, calculamos la masa con la siguiente expresión:

$$m = d * V$$

Donde.

- m es la masa
- V es el volumen en litros

$$m = 1000 \frac{Kg}{m^3} * 2,843m^3 = 2843Kg$$

Este estudio se ha realizado para el mes de Enero/Diciembre que son os meses en los que la temperatura media mensual del agua es más fría, también hay que tener en cuenta que serán los meses en los que menos radiación solar tengamos en el tejado.

La energía necesaria para el mes de Enero:

$$Q = 2843Kg * 4180 \frac{J}{Kg*k} * (60 + 273 - 5,9538+273) = 642270988.8J/día$$

Pasándolo a Watios.

$$642270988.8J/día * día/86400s = 7433.76 J/s = 7433.76W$$

Como cada placa VFK 135 VD nos da una potencia de intercambiador de calor de 1600W, llegamos a la conclusión que debemos poner 5 placas solares para apoyo.

2. Cálculo Justificativo

CONTENIDO

2.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.	59
2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.	59
2.3 CORTOCIRCUITOS.	59
2.3.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE AT.	59
2.3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BT.	60
2.4 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE.	60
2.4.1 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE EN EL PRIMARIO.	60
2.4.2 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE EN EL SECUNDARIO.....	60
2.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA	61
2.5.2 INTENSIDAD DE DEFECTO.....	62
2.5.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	63
2.5.4 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	63
2.5.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.....	63
2.5.6 TIERRA DE SERVICIO:	65
2.6 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN BT.	66
2.7 DEMANDA DE POTENCIAS.....	72
2.8 CALCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA	80

2.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN.

Calculamos la Intensidad del primario de un transformador trifásico que va a circular por el cable, para ello se escoge el caso más desfavorable que es suponer que el transformador trabaja a máxima potencia, es decir, 250 kVA. La intensidad nominal será:

$$I_p = \frac{S}{U_p * \sqrt{3}}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
- I_p = Intensidad primaria en A.

$$I_p = \frac{S}{U_p * \sqrt{3}} = \frac{250 \text{ KVA}}{15 \text{ KV} * \sqrt{3}} = 9.62 \text{ A}$$

2.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

Calculamos la corriente en el secundario de forma análoga al cálculo de la intensidad de media tensión.

$$I_s = \frac{S * 1000}{U_s * \sqrt{3}}$$

Donde:

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U_s = Tensión compuesta secundaria en V.
- I_s = Intensidad secundaria en A.

$$I_s = \frac{S * 1000}{U_s * \sqrt{3}} = \frac{250 * 1000}{400 \text{ V} * \sqrt{3}} = 360.84 \text{ A}$$

2.3 CORTOCIRCUITOS.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se tiene en cuenta una potencia de cortocircuito de 200MVA en la red de distribución, valor proporcionado por la empresa distribuidora.

2.3.1 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE AT.

Para calcular la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión recurriremos a la expresión.

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

Donde:

- S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
- U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
- I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

La compañía suministradora nos proporciona el valor de la potencia de cortocircuito, equivalente a 200 MVA para una tensión de 15 kV, por lo que:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{U_p * \sqrt{3}} = \frac{200}{15 * \sqrt{3}} = 7.69 \text{ KA}$$

2.3.2 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BT.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión seguiremos la expresión.

$$I_{ccs} = \frac{S_N}{U_s * Z_{cc} * \sqrt{3}}$$

Donde:

- S_N = Potencia nominal del transformador
- U_s = Tensión nominal en el lado de BT del transformador.
- I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito en BT
- Z_{cc} = Impedancia de cortocircuito del trafo respecto de U_s

Para la potencia nominal de 250 kVA, una tensión en el secundario de 400 V y una impedancia de cortocircuito del transformador del 4% tendremos:

$$I_{ccs} = \frac{S_N}{U_s * Z_{cc} * \sqrt{3}} = \frac{250}{400 * 0,04 * \sqrt{3}} = 9.02 \text{ KA}$$

Cuando diseñemos el circuito de Baja Tensión debemos tener la precaución de que el interruptor automático de Baja Tensión soporte las corrientes de cortocircuito.

2.4 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE.

El valor eficaz de la corriente de cresta suele determinarse, de forma aproximada, como 1.8 veces el valor de la corriente eficaz de cortocircuito, por lo que el valor máximo de la corriente de cresta será, en cada lado del transformador, el calculado a continuación.

2.4.1 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE EN EL PRIMARIO.

$$I_{s1} = 1.8 * \sqrt{2} * I_{ccp}$$
$$I_{s1} = 1.8 * \sqrt{2} * 7.69 = 19.57 \text{ KA}$$

2.4.2 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO DE CHOQUE EN EL SECUNDARIO.

$$I_{s2} = 1.8 * \sqrt{2} * I_{ccs}$$
$$I_{s1} = 1.8 * \sqrt{2} * 9.02 = 22.96 \text{ KA}$$

2.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

En este apartado se calcula la puesta a tierra del CdT, tanto la tierra de protección como la de servicio, siguiendo el método UNESA.

Datos iniciales

La resistividad del terreno se presupone de un valor desfavorable de $\rho = 300 \Omega\cdot\text{m}$, la resistencia la puesta a tierra del neutro se considera despreciable y la reactancia de la puesta a tierra del neutro tendrá un valor de $X_N = 15 \Omega$.

La tensión de aislamiento del CdT serán 8.000 V entre fase y tierra con un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos.

2.5.1 Tierra de protección

Primero se calcula la intensidad máxima de defecto que se puede dar mediante la expresión:

$$I_{d \max} = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$I_{d \max} = \frac{15000}{\sqrt{3} * \sqrt{(0 + 0)^2 + 15^2}} = 577.35 \text{ A}$$

Donde:

- U_n Tensión de servicio en V
- R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro en Ohm
- X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro en Ohm
- $I_{d \max \text{ calculada}}$ Intensidad máxima calculada en A

Seguidamente se realiza el diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra, basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo, resolviendo el siguiente sistema:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_N + R_T)^2 + X_n^2}}$$

$$V_{BT} \geq V_d = R_T * I_d$$

Donde:

- I_d es la intensidad máxima preliminar de defecto a tierra en A
- U es la tensión de línea de la red en V
- R_N es la resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red en Ω
- R_T es la resistencia de puesta a tierra de protección preliminar del CdT en Ω
- X_n es la reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red en Ω

- V_{BT} es la tensión de aislamiento fase y tierra del CdT en V.

Supondremos que la tensión de defecto coincide con la de aislamiento, por lo que si sustituimos los valores obtenemos el sistema:

$$I_d = \frac{15000}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_T)^2 + 15^2}}$$

$$8000 \geq V_d = R_T * I_d$$

$$R_T = 36.18 \Omega$$

$$I_d = 221.12 \text{ A}$$

Con el resultado obtenido de R_T se calcula el electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_T}{\rho} = \frac{36.18}{300} = 0.1206$$

Donde:

- R_T es la resistencia de puesta a tierra de protección preliminar del CdT en Ω
- ρ es la resistividad del terreno anteriormente definida en $\Omega \cdot m$

Consultando las tablas del Anexo 2 del método UNESA se elige un bucle de 7 metros de largo por 2,5 metros de ancho enterrado 0,5 metros sin picas, cuya designación es 70-25/5/00 y cuyos coeficientes son:

- $K_r = 0,108$
- $K_p = 0.0214$
- $K_c = 0.0645$

Se ejecutará con cobre desnudo con al menos 50 mm² de sección, uniendo las picas en anillo para formar el bucle.

Sustituyendo valores anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r * \rho = 0,108 * 300 = 32.4 \Omega$$

2.5.2 INTENSIDAD DE DEFECTO

La intensidad se calcula de la forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{15000}{\sqrt{3} * \sqrt{(0 + 32.4)^2 + 15^2}} = 242.56 \text{ A}$$

Donde:

- V_{BT} es la tensión de aislamiento del CdT entre fase y tierra en V
- R_T es la resistencia total del CdT en Ω

2.5.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0.30x0.30 m. Este mallazo se conectará, como mínimo, en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

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

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

$$U'_{p(acc)} = K_c * \rho * I_d$$
$$U'_{p(acc)} = 0,0645 * 300 * 242.56 = 4693.54 V$$

2.5.4 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

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

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

$$U'_p = K_p * \rho * I_d$$
$$U'_p = 0,0214 * 300 * 242.56 = 1557.24 V$$

2.5.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las fórmulas ITC-RAT 13 de Junio de 2014.

$$U_p = 10 * U_{ca} * \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

$$U_{p(acc)} = U_{ca} * \left[1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_{s1} + 3\rho_{s2}}{1000} \right]$$

$$\rho_{s2} = C_s * \rho_h$$

$$C_s = 1 - 0,106 * \left(\frac{1 - \frac{\rho_{s1}}{\rho_h}}{2h_s + 0,106} \right)$$

Donde:

- U_p =Tensión de paso admisible en el exterior.
- $U_{p(acc)}$ =Tensión en el acceso admisible.
- ρ =Resistividad del terreno, en 300 Ω m.
- ρ_h =Resistividad del hormigón, 3000 Ω m.
- U_{ca} =Tensión de contacto aplicada admisible, se obtiene de la tabla del *Apartado 1.1* de la *ITC-RAT-13* del reglamento de alta tensión *RAT*, leyendo un valor de 204 V en un tiempo de 0,5 s de despeje de falta.
- C_s =coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

$$U_p = 10 * 204 * \left[1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 300}{1000} \right] = 13872 \text{ V}$$

$$U_{p(acc)} = 10 * 204 * \left[1 + \frac{2 * 2000 + 3 * 300 + 3 * 3000}{1000} \right] = 30396 \text{ V}$$

$$C_s = 1 - 0,106 * \left(\frac{1 - \frac{300}{3000}}{2 * 0,2 + 0,106} \right) = 0,81$$

$$\rho_{s2} = 0,81 * 3000 = 2430 \text{ } \Omega\text{m}$$

Los resultados obtenidos:

	Valor calculado	condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 1557.24 \text{ V}$	\leq	$U_p = 13872 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_{p(acc)} = 4693.54 \text{ V}$	\leq	$U_{p(acc)} = 30396 \text{ V}$

Tabla 9 Tension de paso en el exterior y de paso en el acceso

	Valor calculado	condición	Valor admisible
Tensión	$U_d = 7858.94 V$	\leq	$U_{bt} = 8000 V$
Intensidad	$I_d = 242.56 A$	$>$	$I_a = 50 A$

Tabla 10 Tensión e intensidad de defecto

2.5.6 TIERRA DE SERVICIO:

El electrodo de la tierra de servicio se calcula como:

$$K_{rN} = \frac{R_B}{\rho}$$

Donde:

- R_B es la resistencia de neutro en Ω
- ρS es la resistividad del terreno anteriormente definida $\Omega \cdot m$

$$R_B = \frac{24V}{0.650A} = 37 \Omega$$

La resistencia del neutro, R_B , tiene un valor máximo de 37Ω según el método *UNESA* por lo que el electrodo de neutro tendrá un valor de:

$$K_{rN} = \frac{37}{300} = 0.12333$$

Consultando las tablas del Anexo 2 del método *UNESA* se elige una alineación de 4 picas de 2 metros de largo, separadas 3 metros entre ellas, enterradas a 0,5 metros de profundidad y unidas con cable desnudo de cobre de al menos 50 mm^2 de sección, cuya designación es 5/42 y cuyos coeficientes son:

- $K_r = 0.104$
- $K_p = 0.0184$

$$R_B = K_r * \rho = 0,104 \cdot 300 = 31.2 \Omega$$

Finalmente para evitar transferencias de tensiones entre la tierra de protección y la de servicio se calcula la distancia de separación entre ellas de la forma:

$$D \geq \frac{\rho * I_d}{2 * \pi * U}$$

Donde:

- ρS es la resistividad del terreno anteriormente definida $\Omega \cdot m$
- I_d es la corriente de defecto en A
- U es la tensión permitida por reglamento en V

El régimen de neutro será TT por lo que U tomará un valor de 1.000 V en este caso, la distancia de separación será de:

$$D \geq \frac{300 * 242.56}{2 * \pi * 1000} = 11.58 \text{ m}$$

Esta distancia sitúa a la tierra de servicio en el patio de acceso al edificio, siendo esta una ubicación idónea por si es necesario realizar alguna intervención en el futuro, ya que causará menos perturbación que si se ejecutase en el garaje. Por otra parte, en dicho patio, se dispone de más distancia para aumentar la separación calculada, en concreto 4 metros hasta el límite de la parcela.

2.6 INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN BT.

En este apartado se calculará el calibre de la paramenta y la sección de los conductores tanto del CGBT como de sus respectivos subcuadros basados en las diferentes demandas de potencias que conocemos y las características de nuestra instalación. Para ello se usará el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC.

A continuación se explica cómo se elegirán primero la sección de los conductores para posteriormente cómo elegir el calibre de la paramenta.

Partiendo de las potencias y conociendo las tensiones y factores de potencia las cargas, podemos hallar la corriente de cada tramo cuando sea corriente trifásica, con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi * \eta}$$

Y si la corriente fuese monofásica:

$$I = \frac{P_c}{U * \cos \varphi * \eta}$$

Donde:

- P_c Potencia de cálculo en vatios
- U tensión de servicio en voltios
- $\cos \varphi$ Factor de potencia
- η Solo lo tendremos en cuenta para líneas a motor

En función de la intensidad obtenida se escogerá una sección normalizada y se comprobará que la caída de tensión desde la salida del transformador al receptor final es admisible por dicha sección según la ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2 del REBT.

Para obtener las caídas de tensión (ΔU) de cada tramo utilizaremos la siguiente fórmula para el caso trifásico:

$$\Delta U = \frac{L \cdot P_c}{\sigma \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} + \frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot \eta \cdot \cos \varphi}$$

Y para el caso monofásico usaremos:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot P_c}{\sigma \cdot U \cdot n \cdot S \cdot \eta} + \frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot \eta \cdot \cos \varphi}$$

Dónde:

- L longitud de cálculo en metros
- σ Conductividad eléctrica
- n Número de conductores por fase
- S sección del conductor en mm²
- X_u Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m

Conociendo la corriente podemos elegir el conductor que vaya a soportar la carga adecuadamente, basándonos en la ITC-BT-19. También tendremos en cuenta la ITC-BT-44 para los consumos de alumbrado corrigiendo los factores de potencia y la ITC-BT-47 para los consumos con motores mayorando la corriente como se indica.

Una vez conocidas y corregidas las corrientes por cada conductor, podemos calcular las caídas de tensión de cada tramo, el criterio a seguir si superamos los límites (4.5% alumbrado y 6.5% para los demás usos) marcados por la ITC-BT-19 es aumentar la sección del conductor.

Para realizar comprobaciones térmicas nos apoyamos en las fórmulas que relacionan la conductividad y resistividad eléctricas con la temperatura del conductor en servicio, siempre que las condiciones de la instalación sean diferentes a las de las tablas de las ITC-BT-07.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\rho = \rho_{20} * [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + \left[(T_{max} - T_0) * \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 \right]$$

Donde:

- σ Conductividad eléctrica
- ρ Resistividad eléctrica
- ρ_{20} Resistividad eléctrica del conductor a 20°C $Cu = \frac{1 \text{ km}}{56 \text{ w}}$ $Al = \frac{1 \text{ km}}{35 \text{ w}}$
- α Coeficiente de temperatura $Cu = 0.00392$ $Al = 0.00403$
- T temperatura del conductor en °C
- T_0 Temperatura ambiente en °C Cables enterrados = 25°C Cables al aire = 40°C
- T_{max} Máxima temperatura admisible por el conductor en °C XLPE, EPR = 90°C y PVC = 70°C
- I es la intensidad prevista por el conductor en amperios

- I_{max} es la intensidad máxima admisible del conductor en amperios

Los dispositivos de protección deben cumplir estas condiciones para proteger adecuadamente los conductores frente a sobrecargas, siguiendo la GUIA-ITC-BT-22:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

Dónde:

- I_b Intensidad utilizada en el circuito teniendo en cuenta los coeficientes de utilización y de simultaneidad.
- I_n Intensidad nominal del dispositivo de protección y en caso de que se trate de un dispositivo de protección regulable, I_n es la corriente escogida.
- I_z Intensidad admisible del conductor en función del sistema de la instalación. La sección y el material de aislamiento del conductor con la constante k.
- I_2 Corriente que nos asegura el disparo de la protección. Se suele escoger:
 - A la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para interruptores automáticos, $1.45 I_n$ como máximo.
 - A la intensidad de fusión en tiempo convencional, para los fusibles ($1.6 I_n$)

Las fórmulas de cortocircuito para proteger un conductor o una canalización serán las siguientes siguiendo la GUIA-ITC-BT-22.

$$PdC \geq I_{cc \max}$$

$$(I^2 * t)_{IA} \leq (I^2 t)_{conductor} = K^2 S^2$$

$$I_m \geq I_{cc \min}$$

Dónde:

- PdC poder de corte, la intensidad máxima capaz de cortar por el aparato.
- $I_{cc \max}$ Corriente de cortocircuito máxima al comienzo del cable
- $I_{cc \min}$ Corriente de cortocircuito mínima al final del cable
- I_m Corriente que asegura el disparo electromagnético
- I valor eficaz de la corriente de cortocircuito efectiva en A
- S sección en mm²
- K constante que toma valores indicados en la norma UNE-HD 60364-4-43:2013

Cuando estemos dimensionando la instalación debemos tener en cuenta el poder de corte (PdC). Debe ser mayor o igual que la intensidad de cortocircuito máxima prevista.

Los tiempos de disparo deben ser menores a 5 segundos en todos los casos. La relación corriente tiempo debe ser inferior en los interruptores automáticos que en cables.

La última condición se usa en el diseño como medida adicional contra el riesgo de incendio.

Para compensar la energía reactiva y conseguir el factor de potencia deseado mediante una compensación trifásica en triángulo, nos basaremos en los cálculos que aparecen a continuación:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P(\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

$$C = \frac{Q_c * 1000}{3 * U^2 * \omega}$$

Dónde:

- $\cos \varphi$ Factor de potencia de la instalación
- P Potencia de la instalación en kW
- S Potencia aparente de la instalación en kVA
- Q Potencia reactiva de la instalación en kVAr
- Q_c Potencia reactiva a compensar en kVAr
- φ_1 Ángulo de desfase de la instalación sin compensar
- φ_2 Ángulo de desfase de la instalación después de compensar
- U Tensión compuesta en V
- $\omega = 2 \pi f$ Frecuencia angular, donde f es la frecuencia de red y vale 50 Hz.
- C es la capacidad de los condensadores en F

Una de las partes más importantes en el diseño de la instalación es el correcto cálculo de cortocircuitos, para ello nos basaremos en las siguientes formulas:

$$I_{pccI} = \frac{C_t U}{\sqrt{3} Z_t}$$

Dónde:

- I_{pccF} Intensidad permanente en cortocircuito en el inicio de la línea en kA
- C_t Coeficiente de tensión
- U Tensión trifásica en V
- Z_t Impedancia total en Ωm , aguas arriba del punto de cortocircuito (sin incluir la línea objeto de estudio)

$$I_{pccF} = \frac{C_t U_F}{2 Z_t}$$

Donde:

- I_{pccF} Intensidad permanente en cortocircuito en el inicio de la línea en kA

- C_t Coeficiente de tensión
- U Tensión trifásica en V
- Z_t Impedancia total en Ωm , incluyendo la propia línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea)

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Dónde:

- R_t Suma de resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito
- X_t Suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito

$$R = \frac{L1000C_R}{KS_n}$$

$$X = \frac{X_u L}{n}$$

Donde:

- R resistencia de la línea en Ωm
- X reactancia de la línea en Ωm
- L longitud de la línea en m
- C_R Coeficiente de resistividad
- σ Conductividad del metal
- S Sección de la línea en mm²
- X_u Reactancia de la línea en Ωm por metro
- n Número de conductores por fase

Una vez calculadas las corrientes permanentes en cortocircuito podemos calcular el tiempo máximo que soportan los conductores estas condiciones de la siguiente forma:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c * S^2}{I_{pccF}^2}$$

Dónde:

- t_{mcicc} Tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una corriente de cortocircuito en régimen permanente
- C_c Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento
- S Sección de la línea en mm²
- I_{pccF} Intensidad permanente en cortocircuito en fin de línea en A

Las siguientes formulas corresponden a los cálculos del embarrado, tienen una parte de cálculo electrodinámico y otra de comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito.

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 L^2}{60dW_y n}$$

Dónde:

- σ_{max} Tensión máxima en las pletinas en kg/cm²
- I_{pcc} es la intensidad permanente de c.c. en kA
- L es la separación entre los apoyos en cm
- d es la separación entre pletinas en cm
- n es el número de pletinas por fase
- W_y es el módulo resistente por pletina del eje y-y en cm²

La comprobación térmica se realiza mediante el siguiente cálculo:

$$I_{cccs} = \frac{K_c S}{1000 \sqrt{t_{cc}}}$$

Dónde:

- I_{cccs} Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. en kA
- K_c Constante del conductor Cu= 164 y Al=107
- t_{cc} Tiempo de duración del cortocircuito en segundos
- S Sección total de las pletinas en mm²

Los cálculos de las resistencias de puesta a tierra se efectúan siguiendo lo que especifica en la ITC-BT-18, de modo que tenemos varias situaciones:

- Placa enterrada $R_t = 0,8 \frac{\rho}{P}$
- Placa vertical $R_t = \frac{\rho}{P}$
- Conductor enterrado horizontalmente $R_t = 2 \frac{\rho}{P}$
- Asociación en paralelo de varios electrodos $R_t = \frac{1}{\left(\frac{L_c}{2\rho} + \frac{L_c}{\rho} + \frac{P}{0,8\rho}\right)}$

Dónde:

- R_t Resistencia de tierra en Ω
- ρ Resistividad del terreno en Ωm
- P Perímetro de la placa en m
- L Longitud del conductor en m
- L_c Longitud total del conductor en m
- L_p Longitud total de las picas en m

Como la resistividad del terreno es 300 Ωm .

El electrodo en la puesta a tierra de la instalación industrial, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 30 m
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
Picas de acero recubierto de Cobre	14 mm 1 pica de 2 m
Picas de acero galvanizado	25 mm

Tabla 11 Elementos resistividad terreno

2.7 DEMANDA DE POTENCIAS

En la siguiente tabla se muestra la potencia total instalada, donde se detalla la potencia para cada línea, haciéndonos una idea de la potencia instalada para alumbrado y fuerza.

Potencia total instalada:	
A COMEDOR 2	240 W
EMERGENCIA	20 W
A BARRA 2	50 W
EMERGENCIA	40 W
A BAÑOS	60 W
EMERGENCIA	20 W
A HALL, ESCALERA	55 W
EMERGENCIA	100 W
A SALON 2, APLI	220 W
EMERGENCIA	20 W
A COMEDOR 3	120 W
EMERGENCIA	20 W
A BARRA 3	30 W
EMERGENCIA	20 W
A EXTERIOR 1 , 2	340 W
A SALON 3	240 W
EMERGENCIA	20 W
FREIDORA	3000 W
T. COCINA	2500 W
LAVAVAJILLAS	2000 W
CAMPANA	750 W
CAMARA	750 W
T COMEDOR	1000 W
T BAÑOS	2000 W
FAN COIL BAR ,COM	2000 W
T SALON RECEP	2000 W

FAN COIL SALON	1500 W
AEROTERMIA 1	13000 W
AEROTERMIA 2	13000 W
S6 T VEHICULO ELEC	24000 W
S7 T. PISCINA	4000 W
S8T, BAÑO TURCO	4000 W
S9T. SAUNA	4000 W
A BAL1, INST	110 W
EMERGENCIA	40 W
A SALA MAQ	100 W
EMERGENCIA	20 W
A SALA CALDER, DEP	150 W
EMERGENCIA	20 W
PASILLO	80 W
EMERGENCIA	40 W
A BAL 3	75 W
EMERGENCIA	20 W
A SERVICIO M	60 W
EMERGENCIA	20 W
A SALA MASAJES	60 W
EMERGENCIA	20 W
A ALMACEN CAMARA	150 W
EMERGENCIA	40 W
T DUCH BITERMICA	1000 W
T. BAÑO H	2000 W
T BAÑO M	2000 W
T PASILLOS HALL	1000 W
T MASAJES	1000 W
T SALA MAQ	1000 W
T ALMACEN	2000 W
T CAMARA FRIGO	2000 W
FAN COIL SOT	2000 W
S14 PLANTA 1	25215 W
S15 PLANTA 2	25215 W
S16 T.ASCENSOR	6000 W
AEROTERMIA 3	13000 W
AEROTERMIA 4	13000 W
A BAL 2	125 W
EMERGENCIA	20 W
A HALL, ESCALERA	85 W
EMERGENCIA	100 W
SERVICIO H	60 W
EMERGENCIA	20 W
A COMEDOR 1	240 W
EMERGENCIA	20 W

A BARRA 1	300 W
EMERGENCIA	40 W
A COCINA	100 W
EMERGENCIA	40 W
A SALON 1 , RECEP	280 W
EMERGENCIA	60 W
CAFETERA	3000 W
LAVAVAJILLAS	3000 W
T. BARRA	2200 W
HIELO	2000 W
CAMARA	2000 W
TOTAL	192240 W

Tabla 12 Demanda potencia instalad

Se aplicara un coeficiente de utilización del 0,7

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 7940
- Potencia Instalada Fuerza (W): 184300
- Potencia Máxima Admisible (W): 124704

Cálculo de la LINEA GENERAL DE ALIMENTACION

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 192240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
134568 W.(Coef. de Simult.: 0.7)

$$I=134568/1,732 \times 400 \times 0.8=242.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x150+TTx95mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 299 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 160 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.97

$$e(\text{parcial})=8 \times 134568 / 46 \times 400 \times 150=0.39 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=0.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 250 A.

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 192240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
115344.01 W.(Coef. de Simult.: 0.6)

$$I=115344.01/1,732 \times 400 \times 0.8=208.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 241 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.28

$$e(\text{parcial})=10 \times 115344.01 / 45.37 \times 400 \times 95=0.67 \text{ V.}=0.17 \%$$

$$e(\text{total})=0.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 225 A.

Cálculo de la Línea: GENERADOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 21 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia activa: 96.12 kW.
- Potencia aparente generador: 135 kVA.

$$I= C_g \times S_g \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 135 \times 1000 / (1,732 \times 400)=243.58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig.

UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 289.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.4

$$e(\text{parcial})=21 \times 108000 / 45.64 \times 400 \times 70=1.77 \text{ V.}=0.44 \%$$

$$e(\text{total})=0.44\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 250 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA.

Contactador:

Contactador Tripolar In: 250 A.

Contactador Tripolar In: 250 A.

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 60
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 3
- Wx, lx, Wy, ly (cm³, cm⁴): 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045
- I. admisible del embarrado (A): 220

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 5.56^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1) = 1072.031 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 208.11 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 220 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 5.56 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 60 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 13.92 \text{ kA}$$

A continuación se mostrara la potencia total instalada de la planta 1, la de la planta 2 es igual y como modo de ejemplo se mostrara la potencia de una de las habitaciones ya que las demás son idénticas.

POT. INS SUBCUADRO PLANTA1 SALIDA S14	
HABITACION 1	2785 W
HABITACION 2	2785 W
HABITACION 3	2785 W
HABITACION 4	2785 W
HABITACION 5	2785 W
HABITACION 6	2785 W
HABITACION 7	2785 W
HABITACION 8	2785 W
A.PASILLO1 ,2,HALL	140 W
EMERGENCIA	100 W
A. ESCA,LIM,INS	75 W
EMERGENCIA	120 W
T.PASILLO 1 2 HALL	750 W
T,LIM, INST	750 W
FAN COIL	1000 W
TOTAL	25215W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1915
- Potencia Instalada Fuerza (W): 23300

POT. INST. HABITACION 1 SALIDA S14.1.1	
LUZ	165 W
EMERGENCIA	20 W
NEVERA	100 W
ENCHUFES	2000 W
FAN COIL	500 W
TOTAL	2785W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 185
- Potencia Instalada Fuerza (W): 2600

A continuación se muestra el cálculo de algunas de las líneas a modo de ejemplo.

Cálculo de la Línea: S5 FUERZA

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos α : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo:

7200 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$$I=7200/230 \times 0.8=39.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.75

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 7200 / 48.73 \times 230 \times 10=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: FREIDORA

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos α : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/230 \times 0.8=16.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.94

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 3000 / 49.55 \times 230 \times 4=3.29 \text{ V.}=1.43 \%$$

$$e(\text{total})=1.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: T, BAÑO TURCO

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos α : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.57

$$e(\text{parcial})=10 \times 4000 / 50.68 \times 400 \times 2.5=0.79 \text{ V.}=0.2 \%$$

$$e(\text{total})=0.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: A SALA CALDER, DEP

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos α : 1; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 150 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
150 W.

$$I=150/230 \times 1=0.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 150 / 51.51 \times 230 \times 1.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.8 CALCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA

En las luminarias su lámpara es de LED y contará con auto-test que permitirá saber si están operativas (el LED piloto se ilumina en color verde), o no (LED piloto se ilumina de color rojo). Cumplen con la normativa UNE-EN 60598-2-22:2015 y grado de protección IP 42 IK 04 a modo de ejemplo se muestra el resultado de la planta baja realizado con Daisalux, debiendo garantizar 1lux como mínimo a nivel del suelo y en los ejes de los pasos principales,

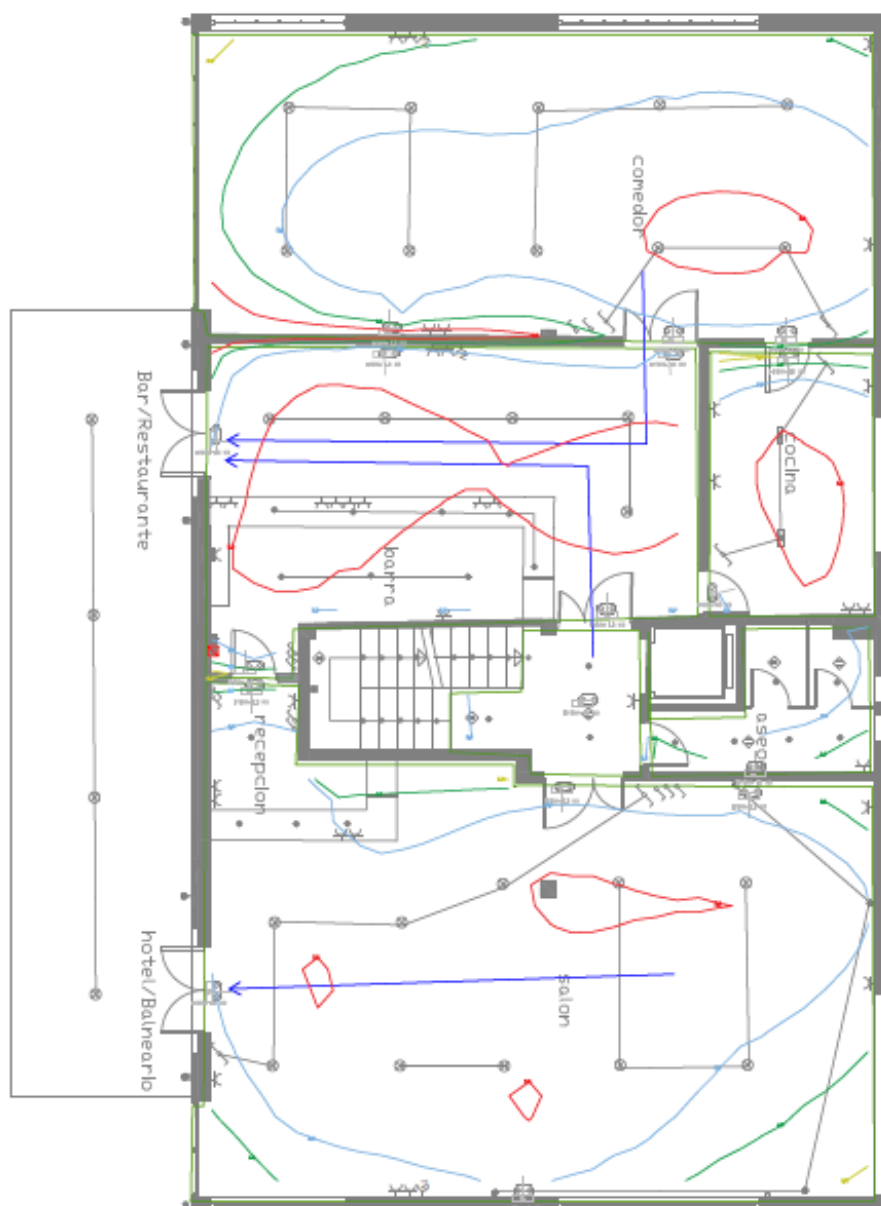


Ilustración 4 alumbrado de emergencia y recorrido de evacuación

Leyenda:

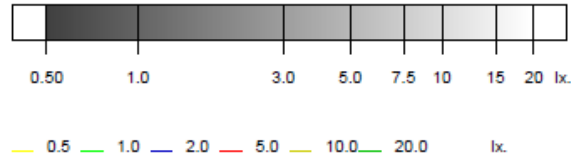
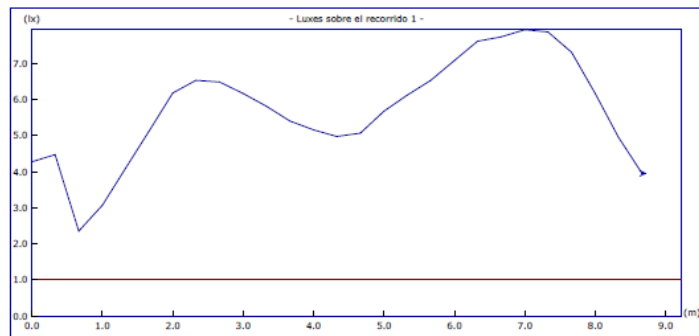


Ilustración 5 Leyenda colores lx

A continuación se muestran las gráficas correspondientes a los tres recorridos de evacuación.

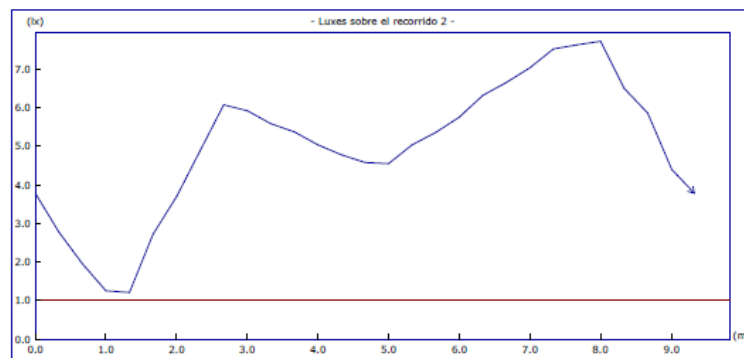
La grafica 1 muestra el recorrido de evacuación de la barra:



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	3.38 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.35 lx.
lx. máximos:	---	7.94 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Ilustración 6 Recorrido evacuacion barra

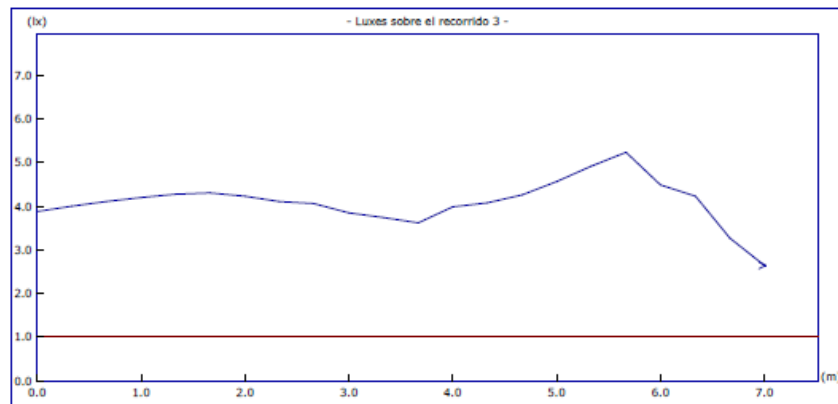
El recorrido de evacuación 2 corresponde con el comedor:



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	6.43 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.20 lx.
lx. máximos:	---	7.72 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Ilustración 7 Recorrido evacuación comedor

Y por último, el tercer recorrido de evacuación corresponde con el salón.



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	1.99 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.63 lx.
lx. máximos:	---	5.24 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

Ilustración 8 Recorrido evacuación salón

3. PLIEGO DE CONDICIONES

Índice

3.1 CONDICIONES GENERALES.....	89
3.1.1 OBJETO.....	89
3.1.2. CAMPO DE APLICACION.....	89
3.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.....	89
3.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.....	89
3.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	90
3.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.....	90
3.1.4. DISPOSICION FINAL.....	91
3.2 CONDICIONES FACULTATIVAS.....	91
3.2.1. Técnico director de obra.....	91
3.2.2. Constructor o instalador.....	91
3.2.3. Verificación de los documentos del proyecto.....	92
3.2.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	92
3.2.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.....	92
3.2.6. Trabajos no estipulados expresamente.....	93
3.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	93
3.2.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	93
3.2.9. Faltas de personal.....	94
3.2.10. Caminos y accesos.....	94
3.2.11. Replanteo.....	94
3.2.12. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	94
3.2.13. Orden de los trabajos.....	95
3.2.14. Facilidades para otros contratistas.....	95
3.2.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	95
3.2.16. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	95
3.2.17. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	95
3.2.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	96
3.2.19. Obras ocultas.....	96
3.2.20. Trabajos defectuosos.....	96
3.2.21. Vicios ocultos.....	96
3.2.22. De los materiales y los aparatos. su procedencia.....	97
3.2.23. Materiales no utilizables.....	97
3.2.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	97

3.2.25. Limpieza de las obras	97
3.2.26. Documentación final de la obra	97
3.2.27. Plazo de garantía.....	97
3.2.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente	98
3.2.29. De la recepción definitiva	98
3.2.30. Prórroga del plazo de garantía	98
3.2.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	98
3.3 organización DEL TRABAJO	99
3.3.1 DATOS DE LA OBRA.	99
3.3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.....	99
3.3.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.	99
3.3.4. RECEPCION DEL MATERIAL.....	100
3.3.5. ORGANIZACION.	100
3.3.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.....	100
3.3.7. ENSAYOS.	100
3.3.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.	101
3.3.9. MEDIOS AUXILIARES.....	101
3.3.10. EJECUCION DE LAS OBRAS.....	101
3.3.11. SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.	101
3.3.12. PLAZO DE EJECUCION.	102
3.3.13. RECEPCION PROVISIONAL.	102
3.3.14. PERIODOS DE GARANTIA.	102
3.3.15. RECEPCION DEFINITIVA.	103
3.3.16. PAGO DE OBRAS.....	103
3.3.17. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.....	103
3.4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN.....	104
3.4.1. CONDICIONES GENERALES.....	104
3.4.2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.	104
3.4.2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.	105
3.4.2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.....	111
3.4.2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.....	112
3.4.2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.....	112

3.4.2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.	112
3.4.2.6. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.	113
3.4.2.7. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.	113
3.4.2.8. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.	113
3.4.3. CONDUCTORES.	114
3.4.3.1. MATERIALES.	114
3.2.3.2. DIMENSIONADO.	114
3.4.3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.	115
3.4.3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.	115
3.4.4. CAJAS DE EMPALME.	116
3.4.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.	117
3.4.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.	117
3.4.6.1. CUADROS ELECTRICOS.	117
3.4.6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.	118
3.4.6.3. GUARDAMOTORES.	119
3.4.6.4. FUSIBLES.	119
3.4.6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.	120
3.4.6.6. SECCIONADORES.	121
3.4.6.7. EMBARRADOS.	121
3.4.6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.	121
3.4.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.	122
3.4.8. RECEPTORES A MOTOR.	123
3.4.9. PUESTAS A TIERRA.	125
3.4.9.1. UNIONES A TIERRA.	126
3.4.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.	128
3.4.11. CONTROL.	128
3.4.12. SEGURIDAD.	129
3.4.13. LIMPIEZA.	129
3.4.14. MANTENIMIENTO.	129
3.4.15. CRITERIOS DE MEDICION.	130

3.1 CONDICIONES GENERALES

3.1.1 OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el presente Proyecto.

3.1.2. CAMPO DE APLICACION.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de instalaciones de Baja tensión.

La red de BT tendrá una tensión nominal de 400 V de línea y 230 V de fase.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.1.3. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

3.1.3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se registrarán por lo especificado en:

- Artículo 15/88 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus ITC.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Norma Básica de Edificación y Código Técnico de la edificación.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

3.1.3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado septimo del apartado 3.1.3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Así mismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.1.3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.1.4. DISPOSICION FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

3.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

3.2.1. TÉCNICO DIRECTOR DE OBRA

Corresponde al Técnico Director:

Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

3.2.2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR

- Corresponde al Constructor o Instalador:
- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la

observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

3.2.3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

3.2.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

3.2.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los

reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

3.2.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

3.2.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando 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 o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

3.2.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones

de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

3.2.9. FALTAS DE PERSONAL

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

3.2.10. CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Así mismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

3.2.11. REPLANTEO

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

3.2.12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

3.2.13. ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

3.2.14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

3.2.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

3.2.16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

3.2.17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

3.2.18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

3.2.19. OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

3.2.20. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

3.2.21. VICIOS OCULTOS

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

3.2.22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada. Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

3.2.23. MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

3.2.24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

3.2.25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

3.2.26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

3.2.27. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las

averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

3.2.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y la definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

3.2.29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

3.2.30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3.2.31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.3.1 DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.3.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.3.4. RECEPCION DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.3.5. ORGANIZACION.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.3.6. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

3.3.7. ENSAYOS.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

3.3.8. LIMPIEZA Y SEGURIDAD EN LAS OBRAS.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

3.3.9. MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

3.3.10. EJECUCION DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

3.3.11. SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.3.12. PLAZO DE EJECUCION.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

3.3.13. RECEPCION PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

3.3.14. PERIODOS DE GARANTIA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.3.15. RECEPCION DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.3.16. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.3.17. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

3.4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN

3.4.1. CONDICIONES GENERALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

3.4.2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.4.2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE EN 60423:2008. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE HD 60364-5-52:2014.

Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción.

a) **Tubos en canalizaciones fijas en superficie.**

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media

Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 13. Características tubos en canalizaciones jifas en superficie.

b) Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

La siguiente tabla muestra sus características:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima Resistencia al impacto de instalación y servicio	2	5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 14 Características tubos en canalizaciones empotradas

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

La siguiente tabla muestra sus características:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 15 Características tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas

c) Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado

Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior mediana y exterior elevada y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 16 Características tubos en canalizaciones o con tubos al aire.

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

d) Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y

		compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 17 Características tubos en canalizaciones enterradas

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.
- Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

e) Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

3.4.2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

3.4.2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

3.4.2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

3.4.2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

3.4.2.6. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, "T", uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

3.4.2.7. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

3.4.2.8. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

3.4.3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.4.3.1. MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: al aire o en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2.3.2. DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones

del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.
- La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.
- Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.4.3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.4.3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MW)
MBTS o MBTP	250	≥ 0,25
≤ 500V	500	≥ 0,50
> 500 V	1000	≥ 1,00

Tabla 18 Resistencia de aislamiento

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

3.4.4. CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaz de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.4.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

3.4.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.

3.4.6.1. CUADROS ELECTRICOS.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaleta provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

3.4.6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de

ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

3.4.6.3. GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

3.4.6.4. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.4.6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE60529:2018/A1:2018. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que

pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a * I_a \leq U$$

Dónde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

3.4.6.6. SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

3.4.6.7. EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

3.4.6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

3.4.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

3.4.8. RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE HD 60364-5-52:2014.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones. En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

Potencia	Relación
De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,50 kW a 5 kW	3,0
De 5 kW a 15 kW	2
Más de 15 kW	1,5

Tabla 19 Característica potencia de motor y relación.

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje

vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE-EN 60529:2018. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.

- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.
- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- Potencia del motor.
- Velocidad de rotación.
- Intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- Intensidad de arranque.
- Tensión(es) de funcionamiento.
- Nombre del fabricante y modelo.

3.4.9. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.4.9.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos.
- pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas.
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE-EN 60228:2005.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Acero Galvanizado 16 mm ² Cu
No Protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

Tabla 20 Sección de conductores de tierra cuando estén enterrados.

La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente. Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 16 Sección conductores de protección.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

3.4.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Ω m.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

3.4.11. CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

3.4.12. SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

3.4.13. LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

3.4.14. MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

3.4.15. CRITERIOS DE MEDICION.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

3.5 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE INTERIOR PREFABRICADOS.

3.5.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

3.5.2 OBRA CIVIL.

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

3.5.2.1 EMPLAZAMIENTO.

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

3.5.2.2 EXCAVACION.

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

3.5.2.3 CIMIENTOS.

Se realizará de acuerdo con las características del centro. Si la obra se fabrica en ladrillo, tendrá normalmente una profundidad de 0,60 m. Esta podrá reducirse cuando el centro se construya sobre un terreno rocoso. Por el contrario, si la consistencia del terreno lo exige, se tomarán las medidas convenientes para que quede asegurada la estabilidad de la edificación.

3.5.2.4 FORJADOS.

Los suelos serán de hormigón armado y estarán provistos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

Para el cálculo del forjado del pavimento del CT, deberá considerarse una sobrecarga móvil de 3500 kg/m². Asimismo cuando el transformador deba desplazarse por forjados ajenos al CT, deberá indicarse igualmente una sobrecarga de 3500 kg y establecer un sistema de reparto de cargas.

En el caso de CT subterráneos, el valor mínimo de sobrecarga a considerar en el cálculo del forjado de la cubierta, será el indicado en el apartado 5.4.2 de la Norma UNE-EN 61330.

En caso de CT en edificio, en la capa de compresión del forjado del techo se colocará una superficie equipotencial formada por una armadura con retícula de luz máxima 15 cm, que abarque toda la superficie del CT.

Salvo en los casos que el centro disponga del pavimento adecuado, se formará una solera de hormigón con mallazo de reparto con retícula de luz máxima 15 cm, apoyada sobre las fundaciones y descansando sobre una base de grava. El hormigón estará dosificado a razón de 250 kg/m².

Si el acceso de la aparamenta eléctrica y materiales se efectúa a través de trampillas situadas debajo de un forjado, y la cota de éste respecto a dichas trampillas es inferior a 4 m, deberá disponerse de un gancho debidamente anclado en el forjado dimensionado para una carga puntual de 5000 kg, de forma que permita la utilización de un elemento mecánico de elevación.

Se preverán, en los lugares apropiados del centro, orificios para el paso del interior al exterior de la caseta de los cables destinados a la toma de tierra de masas y del

neutro B.T. de los transformadores, así como cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para tomas de tierra y canales para los cables M.T. y B.T.

En los lugares de paso, los canales estarán cubiertos por losas amovibles.

3.5.2.5 MUROS O TABIQUES EXTERIORES.

Los muros podrán ser de hormigón armado, prefabricado de hormigón (constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera) o fábrica de ladrillo.

Presentarán una resistencia mecánica adecuada a la instalación, pero como mínimo equivalente a la de los siguientes espesores, en función del material:

- Hormigón armado o elementos prefabricados 8 cm
- Fábrica de ladrillo macizo 22 cm
- Pilares angulares de hormigón armado y ladrillos huecos 15 cm

En los CT subterráneos, los muros irán impermeabilizados exteriormente con pintura bituminosa y provista de pantalla drenante.

3.5.2.6 TABIQUES INTERIORES.

Serán de ladrillo o de hormigón armado. Presentarán la suficiente resistencia en función de su uso, pero como mínimo, la equivalente a la de los espesores de las siguientes paredes:

- Tabique de ladrillo macizo sin marco metálico 15 cm
- Tabique de ladrillo macizo encerrado en marco metálico 5 cm
- Tabique de hormigón armado 5 cm

Los tabiques se construirán de forma que sus cantos queden terminados con perfiles U empotrados en los muros y en el suelo.

Al ejecutar los tabiques se tomarán las disposiciones convenientes para prever los emplazamientos de los herrajes y/o el paso de canalizaciones.

3.5.2.7 ACABADOS.

Paramentos interiores

Si la obra es de fábrica de ladrillo, estarán revestidos interiormente con mortero de cemento y arena lavada de dosificación 1:4 con aditivo hidrófugo en masa, fratasado.

Cuando la obra sea de hormigón armado, si es necesario, después del desencofrado se realizará un enlucido idéntico al anterior.

En los tabiques, los orificios para empotramiento se efectuarán antes de dar el enlucido.

El acabado final será pintado, prohibiéndose los enlucidos de yeso.

Paramentos exteriores

Cuando sean vistos, como norma general se realizarán de acuerdo con el resto del edificio.

Normalmente será un acabado liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente.

Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc. podrá ser aceptada y se fijará de común acuerdo entre el peticionario y la compañía suministradora, teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico y otras relaciones de explotación y mantenimiento del centro.

Pavimentos

Serán de mortero de cemento continuo, bruñido y ruleteado, con el fin de evitar la formación de polvo, y será resistente a la abrasión.

El mortero estará dosificado a razón de 600 kg/m². Se prohíbe el empleo de la arena de escorias.

El empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, etc, se efectuará antes de realizar el pavimento.

Elementos metálicos

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT y puedan estar sometidos a oxidación, deberán estar protegidos mediante un tratamiento adecuado como galvanizado en caliente, pintura oxidante, etc.

3.5.2.8 EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

3.5.2.9 VENTILACION.

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

3.5.2.10 PUERTAS.

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas; abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

3.5.3 INSTALACION ELECTRICA.

3.5.3.1 APARAMENTA A.T.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF_6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF_6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF_6 resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.
- 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 y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

Un ≤ 20kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 125 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV ≤ Un ≤ 30 kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre fases: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
 - A tierra y entre fases: 170 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

3.5.3.2 TRANSFORMADORES.

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, aislamiento seco, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en

caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.5.3.3 EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevará directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.5.3.4 ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos

serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

3.5.3.5 ALUMBRADO.

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

3.5.3.6 PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.

- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm².
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

3.5.4 NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

3.5.5 PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

3.5.6 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

3.5.6.1 PREVENCIÓNES GENERALES.

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

3.5.6.2 PUESTA EN SERVICIO.

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

3.5.6.3 SEPARACION DE SERVICIO.

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

3.5.6.4 MANTENIMIENTO.

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

3.5.7 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

3.5.8 LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

3.5.9 RECEPCION DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

4. Presupuesto

PRESUPUESTO

En el siguiente estudio económico se encuentran desglosadas las diferentes partidas de material con sus precios para la instalación diseñada.

Cuenta con 8 capítulos, los cuales son: Obra civil, Elementos eléctricos centro de transformación, Medición de Cables, Medición de tubos, Medición de Magnetotérmicos e Interruptores Automáticos, Medición Diferenciales, Cuadros Eléctricos y Mecanismos.

A continuación se muestra un resumen con el coste total de cada capítulo:

RESUMEN PRESUPUESTO	
CAPITULO	COSTE
CAPITULO I: OBRA CIVIL	17369,9
CAPITULO II: ELEMENTOS ELÉCTRICOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	60698,37
CAPITULO III: MEDICIÓN DE CABLES	8111,16
CAPITULO IV : MEDICION DE TUBOS	1332,96
CAPITULO V: MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS	12639,46
CAPITULO VI: MEDICION DE DIFERENCIALES	7624,80
CAPITULO VII: CUADROS ELECTRICOS	2605,05
CAPITULO VIII: MECANISMOS Serie SIMON 82	12634,1
PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL	123015,8
GASTOS GENERALES (13%)	15992.054
HONORARIOS INGENIERIA (3.5%)	4305.553
IVA (21%)	25833.318
PRESUPUESTO TOTAL(€)	169146.725

En los seis capítulos siguientes se muestra el coste de material por separado:

CAPITULO 1: Obra civil				
RESUMEN	Unid ad	Cantid ad	P.u(€)	P.total(€)
Compactado superficial de tierras antes de pavimentar la solera.	m^2	40,5	3,05	123,525
Hormigón R.C. 150 kg/cm2 para el pavimento de la solera de 20 cm.	m^3	8	51,65	413,2
Hormigón R.C. 175 kg/cm2 para el macizado de zanjas de cimentación	m^3	14	99	1386
Hormigón R.C. 200 kg/cm2 para muros y placas armadas	m^3	22,5	161,73	3638,925
Tabique de ladrillo hueco doble, tomado con mortero de cemento 1:6	m^2	150	14,25	2137,5
Enfoscado maestro de paredes con mortero cemento 1:3 y acabado fratasado	m^2	140	15,35	2149

Capítulo 4: Presupuesto

Enfoscado maestro de techos con mortero cemento					
1:3 y acabado fratasado	m^2	30	19,05	571,5	
Pintura al temple liso para techos y paredes	m^2	140	2,5	350	
Pintura minio plomo, dos capas imprimación en herrajes	m^2	30	4,89	146,7	
Pintura esmalte sintético en carpintería metálica	m^2	13	10,02	130,26	
Puerta de una hoja para acceso de personal cualificado a las celdas	Ud	2	204,55	409,1	
Puerta de una hojas para acceso a transformadores	Ud	1	214,15	214,15	
Rejilla de ventilación en puerta de una hoja	Ud	2	99,95	199,9	
Rejilla de ventilación	Ud	4	152,35	609,4	
Conjunto apoyo transformador que incluye vigas de apoyo y amortiguador de vibración	Ud	2	156,75	313,5	
Aislamiento acústico con manta de fibra de vidrio fijada sobre forjado	m^2	24	185,76	4458,24	
Pavimento de cemento continuo bruñido y ruleteado	m^2	20	5,95	119	
					SUMA: 17369,9

CAPITULO 2 :Elementos eléctricos centro de transformacion					
RESUMEN	Unidad	Cantidad	P.u(€)	P.total(€)	
Transformador de potencia de 250kVA aislado en seco	Ud	2	8865	17730	
Celda de línea de entrada al centro de transformación	Ud	2	4794,25	9588,5	
Celda seccionamiento	Ud	1	4645,63	4645,63	
Celda de protección con automático para protección contra sobrecorrientes	Ud	2	6823,17	13646,34	
Celda de medida con transformador de tensión y de intensidad.	Ud	1	3850,25	3850,25	
Celda de remonte de cables	Ud	1	1243,5	1243,5	
Picas de diámetro 14 mm	Ud	12	23,48	281,76	
Conductor desnudo de cobre de 50 mm ²	m	51	3,72	189,72	
Interconexión celdas de A.T. y transformadores	Ud	2	1589,36	3178,72	
Interconexión transformadores y cuadros de B.T.	Ud	2	685,85	1371,7	
Equipo de iluminación del interior del centro de transformación	Ud	1	172,25	172,25	
Equipo de seguridad y maniobra	Ud	1	4800	4800	
					SUMA: 60698,37

Capítulo 4: Presupuesto

CAPITULO 3: Medicion de cable						
Seccion(mm)	Metal	Design	Polaridad	Total(m)	P.u(€)	P.total(€)
1.5	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	2622	0,55	1442,1
1.5	Cu	TT	Unipolar	1311	0,55	721,05
2.5	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	2264	0,88	1992,32
2.5	Cu	TT	Unipolar	1087	0,88	956,56
4	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	110	1,51	166,1
4	Cu	TT	Unipolar	40	1,51	60,4
6	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	646	1,87	1208,02
6	Cu	TT	Unipolar	240	1,87	448,8
10	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	127,2	1,96	249,312
10	Cu	TT	Unipolar	30	1,96	58,8
16	Cu	H07V-K	Unipolar	1,2	2,09	2,508
16	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	1,2	2,09	2,508
25	Cu	TT	Unipolar	8	3,12	24,96
35	Cu	TT	Unipolar	10	4,48	44,8
50	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	32	6,53	208,96
50	Cu	TT	Unipolar	8	6,53	52,24
70	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	10	8,72	87,2
95	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	32	12,02	384,64
					SUMA:	8111,278

CAPITULO 4: MEDICION DE TUBOS			
Diámetro(mm)	Total metros	P.u (€)	P.total(€)
16	1311	0,25	327,75
20	1107	0,43	476,01
25	240	0,87	208,8
32	30	1,72	51,6
63	8	7,4	59,2
140	8	26,2	209,6
			SUMA: 1332,96

CAPITULO 5: MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.				
Descripción	Intens(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(€)
Mag/Bip.	10	87	32,47	2824,89
Mag/Bip.	16	75	32,99	2474,25
Mag/Tetr.	16	4	141,4	565,6
Mag/Bip.	20	2	34,06	68,12

Capítulo 4: Presupuesto

Mag/Tetr.	20	1	145,49	145,49
Mag/Bip.	25	38	35,56	1351,28
Mag/Tetr.	25	5	152,87	764,35
Mag/Bip.	40	4	78,6	314,4
Mag/Tetr.	40	4	186,57	746,28
Mag/Tetr.	63	2	378,52	757,04
I.Aut/Tetr.	125	2	501,8	1003,6
I.Aut/Tetr.	250	1	1624,16	1624,16
			SUMA:	12639,46

CAPITULO 6: MEDICION DE DIFERENCIALES.					
Descripción	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad	Pu(€)	Ptotal(€)
Diferen./Bipo.	25	30	6	45,96	275,76
Diferen./Tetr.	25	30	5	154,96	774,8
Relé y Transf.	25	30	16	154,96	2479,36
Diferen./Bipo.	40	30	6	96,42	578,52
Diferen./Tetr.	40	300	4	221,7	886,8
Diferen./Tetr.	40	500	2	424,54	849,08
Diferen./Tetr.	63	30	2	434,32	868,64
Relé y Transf.	125	300	1	911,84	911,84
				SUMA:	7624,80

CAPITULO 7: CUADROS			
Descripción	Cantidad	P.u (€)	P.total (€)
cuadro general	1	610,14	610,14
cuadro plantas	2	290,02	580,04
Cuadrohabitaciones	16	65,89	1054,24
cuadro semisotano	1	360,63	360,63
		SUMA:	2605,05

CAPITULO 8: MECANISMOS Serie SIMON 82			
Descripcion	Cantidad	P.u(€)	P.total(€)
Regulador modular led	12	65,9	790,8
Emergencia STYLO LED S-200L	31	18,85	584,35
Emergencia STYLO LED S-300L	30	24,3	729
sensor de presencia empotrar 360º	29	12,53	363,37
Aro basculant zamak 12V/50W GU10			
Blanco con lampara philips 6W regulable	116	11,6	1345,6

Capítulo 4: Presupuesto

foco Philips 59008/11/P0 Iluminación LED	14	28,6	400,4
fluorescente CoreLine Estanca	10	116,44	1164,4
Base enchufe shucko grafito	208	18,21	3787,68
Interruptor unipolar grafito	80	16,4	1312
Conmutador grafito	40	17,53	701,2
Conmutador cruce grafito	18	25,75	463,5
Toma TV	19	52,2	991,8
		SUMA:	12634,1

5. Estudio básico Seguridad y Salud

Índice

5.1. OBJETO.....	154
5.2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA	154
5.3. - ALCANCE.....	155
5.4. METODOLOGÍA	155
5.5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS	155
5.5.1. RIESGOS PARA MT. Y BT.....	155
5.5.2. RIESGOS PARA B.T.....	158
5.5.3. RIESGOS PARA M.T.	160
5.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	166
5.7 MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA.....	166
5.8. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA	166

5.1. OBJETO

El presente Estudio Básico de Seguridad tiene por objeto, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, precisar las normas de seguridad y salud aplicables a las obras contempladas en este proyecto.

Este estudio servirá de base para que el técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analizaran, estudiaran, desarrollaran y complementaran las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el artículo 7 del R.D. 1627/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

5.2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- El Real Decreto 1109/2007, de 24 agosto, por el que se desarrolla la ley 332/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual (EPI).
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.

5.3. - ALCANCE

El alcance del presente EBSS está limitado a la ejecución de la instalación eléctrica y a los trabajadores que la efectúen.

Dado que puede existir y que con toda probabilidad existirán interferencias entre trabajos a desarrollar en la obra será necesario que el Técnico en Riesgos Laborales o su equivalente en la obra, quién establezca la prioridad de los trabajos bajo su supervisión y responsabilidad.

Por otra parte el presente EBSS será incorporado al EBSS de la obra del edificio que concierne al presente proyecto. Por lo cual, ante cualquier interferencia entre ambos el "Estudio General" tendrá prioridad sobre lo dispuesto en el presente EBSS, como norma general. En caso de indecisión prevalecerá la más restrictiva, aunque será el Técnico en Riesgos Laborales o su equivalente en la obra quién establezca la prioridad y las medidas a adoptar.

5.4. METODOLOGÍA

En el presente "Estudio Básico de Seguridad y Salud" se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

A tal efecto se llevará a cabo una exhaustiva identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

Del mismo modo se hará una relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Tales riesgos irán agrupados por "Factores de Riesgo" asociados a las distintas operaciones a realizar durante la ejecución de la obra.

5.5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

Las diferentes tareas a realizar durante la ejecución de una obra llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. En lo relativo a este proyecto tales factores de riesgo son:

5.5.1. RIESGOS PARA MT. Y BT.

- Transporte de materiales
- Apertura de zanjas
- Canalización de la línea

a) Factor de riesgo: Transporte de materiales.

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Cortes.

- Caída de objetos,
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes,
- Atrapamiento.
- Confinamiento.
- Condiciones ambientales y señalización.
- Medidas preventivas
 - Inspección del estado del terreno.
 - Utilizar los pasos y vías existentes.
 - Limitar la velocidad de los vehículos.
 - Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...).
 - Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
 - Exigir y mantener el orden.
 - Precaución en transporte de materias.

*Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes protección
- Cascos de seguridad
- Botas de seguridad

b) Factor de riesgo: Apertura de zanjas.

Es el riesgo derivado de la apertura de zanjas para líneas de tanto para las personas que están llevando a cabo la operación, como para las que se encuentran en las proximidades.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Choques y golpes.
 - Proyecciones.
 - Explosiones.
 - Electrocutión.
 - Cortes.
 - Sobrecarga física.
 - Confinamiento y atrapamiento.
- Medidas preventivas
 - Conocimiento de las instalaciones mediante planos.
 - Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables.
- Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son:
 - Manuales (Picos, palas, ...).
 - Mecánicos (perforador neumático).
 - Motorizadas (vehículos).
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

- Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o sea más de 1,5 m de profundidad, comprobando el estado del terreno entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales,...).
- Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a utilizar.

*Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes de seguridad.
- Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas contra impactos.
- Protectores auditivos.

c) Factor de riesgo: Canalización de la línea

Es el riesgo derivado de la canalización de una línea subterránea de B.T., tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Choques y golpes.
 - Cortes.
 - Sobrecarga física.
 - Confinamiento y atrapamiento.
- Medidas preventivas
 - Precaución en el manejo de las bobinas y los conductores.
 - Prevención de explosiones y efecto látigo:
 - Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias.
 - Fijación de los cables mediante abrazaderas.
 - Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades.
 - En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales,...).
- Las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a utilizar.

*Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes de seguridad.
- Cascos de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas contra impactos.

5.5.2. RIESGOS PARA B.T.

- Trabajos en tensión.
- Trabajos en frío.

a) Factor de riesgo: Trabajos en tensión.

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en Redes Subterráneas de Baja Tensión sin ausencia de tensión.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Contactos eléctricos.
 - Arcos eléctricos.
 - Electrocutación.
- Medidas preventivas
 - En proximidad de líneas subterráneas:
 - Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1m).
 - Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.
 - Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
 - Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).
 - Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
 - En proximidad de partes en tensión.
 - Aislar con pantallas las partes conductoras desnudas bajo tensión.
 - Mantener distancias de seguridad.
 - Utilizar herramientas eléctricas aisladas.
 - Transportar por dos personas los elementos alargados.
 - Cumplimiento de las disposiciones legales existentes:
 - Protección frente a sobreintensidades y sobretensiones: fusibles e interruptores de corte.
 - Puestas a tierra en buen estado: comprobar anualmente o cuando, por su estado de conservación, sea recomendable. Inspeccionar electrodos y conductores de enlace.
 - Prevención de caída de conductores por climatología adversa o por estado deficiente.
 - Mantenimiento de distancias en cruzamientos y paralelismos: con líneas de alta tensión, carreteras, fachadas,...
 - A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.).
 - Utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas.

- Utilizar gafas de protección cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuara mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.
- Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto), protección contra sobreintensidades (fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (descargadores a tierra), señalización y delimitación.

*Protecciones individuales a utilizar.:

- Las consideradas como preventivas.

b) Factor de riesgo: Trabajos en frío

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en Redes Subterráneas de Baja Tensión en ausencia de tensión.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Cortes.
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Carga física.
 - Choques y golpes.
 - Contactos eléctricos.
 - Arcos eléctricos.
 - Electrocutión.
- Medidas preventivas
 - Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.
 - Enclavamiento, en posición de apertura de los aparatos de corte y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados.
 - Verificación de la ausencia de tensión y puesta en cortocircuito.
 - Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida en los puntos de corte de la instalación en consignación o descargo, o en puntos lo más próximos posible a éstos.

- Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los que deben colocarse la puesta en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.
- Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.
- Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión, se procederá a la puesta en cortocircuito. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.
- Determinación de la zona protegida. La persona encargada de la consignación o descargo, mencionará explícitamente en el documento de consignación los límites de la zona protegida de la canalización en consignación o descargo.
- Colocación de pantallas protectoras. Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes desnudas en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas.
- Comprobación de las operaciones de identificación, señalización, puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados.
- Definición de la zona de trabajo.
 - Localización e identificación del cable. Para la utilización de la pértiga sierra-cables o el picacables, es obligatorio la puesta a tierra de dichos elementos.
 - Reposición de la tensión después del trabajo.
- Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
 - En el lugar de trabajo:
 - Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
 - Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.
 - En el lugar del corte:
 - Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
 - Cerrar circuitos.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto), protección contra sobreintensidades (fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (descargadores a tierra), señalización y delimitación.

* Protecciones individuales a utilizar:

- Las consideradas como medidas preventivas para trabajos en tensión

5.5.3. RIESGOS PARA M.T.

- Cercanías a instalaciones de M. T.
- Trabajos en tensión.

- Puesta en servicio en frío.
- Puesta en servicio en tensión

a) Factor de riesgo: Cercanía a instalaciones de media tensión:

Es el riesgo derivado de las líneas de media tensión para las personas cuando se encuentran en proximidad de estas instalaciones.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Choques y golpes.
 - Proyecciones.
 - Contactos eléctricos.
 - Arcos eléctricos.
 - Explosiones.
 - Incendios.
- Medidas preventivas
 - En proximidad de líneas subterráneas:
 - Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).
 - Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.
 - Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
 - Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).
 - Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
 - Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos ...).
 - Puestas a tierra en buen estado:
 - Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
 - Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
 - Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.
 - Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
 - Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
 - Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
 - Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos), señalización y delimitación.

*Protecciones individuales a utilizar:

- Guantes, casco y botas de seguridad.

b) Factor de riesgo: Trabajos en tensión.

Es el riesgo derivado de las operaciones llevadas a cabo en líneas Subterráneas de Media Tensión sin ausencia de tensión.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Cortes.
 - Contactos eléctricos.
 - Arcos eléctricos.
 - Electrocutión.
- Medidas preventivas
 - En proximidad de líneas subterráneas:
 - Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).
 - Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.
 - Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
 - Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).
 - Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
 - Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos ...).
 - Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos. Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
 - Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
 - En la fecha de inicio de los trabajos:
 - Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
 - Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
 - Antes de comenzar a reanudar los trabajos:

- Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la compresión del mismo.
- Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
 - El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.
 - Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
 - El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
 - El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en condiciones normales de explotación.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales ...). Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

*Protecciones individuales a utilizar:

- Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes.

c) Factor de riesgo: Puesta en servicio en tensión.

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea subterránea de M.T. sin ausencia de tensión.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos.
 - Cortes.
 - Contactos eléctricos.
 - Arcos eléctricos.
 - Electrocutión.
- Medidas preventivas
 - Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión.
 - En la fecha de inicio de los trabajos:
 - Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
 - Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
 - Antes de comenzar a reanudar los trabajos:

- Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la compresión del mismo.
- Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
 - El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismos.
 - Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
 - El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
 - El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en condiciones normales de explotación.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales ...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

*Protecciones individuales a utilizar:

- Casco, guantes y botas de seguridad, banqueta, alfombra aislante y guantes aislantes.

d) Factor de riesgo: Puesta en servicio en ausencia de tensión.

Es el riesgo derivado de la puesta en servicio de una línea subterránea de M.T. habiéndose realizado previamente el descargo de la línea.

- Riesgos asociados (medida preventiva):
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Cortes.
 - Caída de objetos.
 - Desplomes.
 - Carga física.
 - Contactos eléctricos.
 - Arcos eléctricos.
 - Electrocución.
- Medidas preventivas
 - Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión.
 - Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.
 - Enclavamiento, en posición de apertura de los aparatos de corte y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados.

- Verificación de la ausencia de tensión y puesta en cortocircuito.
- Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida en los puntos de corte de la instalación en consignación o descargo, o en puntos lo más próximos posible a éstos.
 - Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los que deben colocarse la puesta en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.
 - Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.
 - Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión, se procederá a la puesta en cortocircuito. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.
- Determinación de la zona protegida. La persona encargada de la consignación o descargo, mencionará explícitamente en el documento de consignación los límites de la zona protegida de la canalización en consignación o descargo.
- Colocación de pantallas protectoras. Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes desnudas en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas.
- Comprobación de las operaciones de identificación, señalización, puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados.
- Definición de la zona de trabajo.
 - Localización e identificación del cable. Para la utilización de la pértiga sierra-cables o el picacables, es obligatorio la puesta a tierra de dichos elementos.
 - Reposición de la tensión después del trabajo.
- Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
 - En el lugar de trabajo:
 - Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
 - Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.
 - En el lugar del corte:
 - Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
 - Cerrar circuitos.

*Protecciones colectivas a utilizar:

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar.

*Protecciones individuales a utilizar:

- Casco, guantes y botas de seguridad.

5.6. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento de la instalación eléctrica ejecutada que entrañan mayores riesgos deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente “Plan de Seguridad y Salud”, así como en la normativa vigente en cada materia.

5.7 MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA

El contratista deberá reflejar en el correspondiente “Plan de Seguridad y Salud” las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

5.8. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente “Estudio Básico de Seguridad y Salud”, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

6. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el Trabajo de Fin de Grado, resuelvo citando que he cumplido el objetivo de realizar un proyecto de magnitud similar a la que se podría encontrar en casos reales.

Se ha diseñado y calculado el Centro de Transformación y la instalación de Baja Tensión, segregando las cargas en subcuadros y realizando sus esquemas unifilares, para ello se han aplicado los distintos reglamentos y normativas que se ven involucrados, principalmente: Reglamento de Alta Tensión, *RAT*; Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, *REBT*.

Para poder llevar a cabo la instalación se han seleccionado los distintos materiales de los catálogos de los fabricantes, evaluando las distintas posibilidades que ofrecen.

Cabe destacar la observación que el elevado consumo eléctrico actual nos obliga a establecer exigencias de eficiencia, he observado que son completamente necesarias y beneficiosas, tanto en ahorro de dinero como de recursos.

Se ha diseñado y calculado el alumbrado de emergencia de nuestro local de pública concurrencia, se ha elaborado un presupuesto y se han realizado los planos y esquemas unifilares correspondientes.

El trabajo ha servido tanto para aplicar conceptos aprendidos durante todo el grado, como para afianzar otros más concretamente sobre la realización de proyectos técnicos sobre instalaciones eléctricas.

Por lo tanto podemos concluir que se han completado los objetivos propuestos al inicio del proyecto, y se ha redactado un proyecto técnico con todos los documentos necesarios.

Por último agradecer tanto a la universidad como a los profesores el trato recibido, como el esfuerzo para transmitir conocimientos.

7. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión, *REBT* y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, *ITC*. Real Decreto *842/2002* de *2 de Agosto* y sus actualizaciones *2. 010, 2. 014, 2. 015* y *2. 016*.
- Guías Técnicas de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Narciso Moreno, R. "Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión". Ed. Paraninfo, 2004.
- Colmenar Santos, A. Hernández Martín, J.L. "Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión: diseño, calculo, dirección, seguridad y montaje" Editorial Ra-Ma. 2007
- Suárez Creo, J.M. "Protección de Instalaciones y Redes Eléctricas". Ed.Andavira. 2011.
- Guías, Cuadernos y Publicaciones Técnicas de Schneider
- Philips [consulta: Junio 2020] Disponible en:
<https://www.lighting.philips.es/prof>
- Mecanismo Simón 82 [consulta: Junio 2020] Disponible en:
<https://www.simonelectric.com/simon-82>
- Schneider [consulta: Junio 2020] Disponible en:
<https://www.se.com/es/es/>
- Documento básico HE Ahorro de energía

PROGRAMAS UTILIZADOS

- DMELECT versión 2020.
- Autocad versión 2020.
- Paquete Microsoft office versión 2010.
- Daisalux

8. PLANOS

ÍNDICE PLANOS

- Plano 0 – EMPLAZAMIENTO.
- Plano 1 – PLANTA SEMISOTANO.
- Plano 2 – PLANTA BAJA.
- Plano 3 – PLANTA PRIMERA.
- Plano 4 – PLANTA SEGUNDA.
- Plano 5 –ESQUEMA UNIFILAR Y DIMENSIONES CELDAS
- Plano 6 – VISTA GENERAL CT
- Plano 7 – PUESTA A TIERRA DEL CT
- Plano 8 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 1.
- Plano 9 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 2.
- Plano 10 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 3.
- Plano 11 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 4.
- Plano 12 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 5.
- Plano 13 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 6.
- Plano 14 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 7.
- Plano 15 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 8.
- Plano 16 - ESQUEMA UNIFILAR B.T. 9.
- Plano 17 - ESQUEMA UNIFILAR B.T.1

