



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE DERIVADOS DEL CAUCHO

Autor: D. Javier Bernal Iglesias

Tutor: Manuel Vicente Riesco Sanz

Valladolid, Julio, 2018



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE DERIVADOS DEL CAUCHO

Autor: D. Javier Bernal Iglesias

Tutor: Manuel Vicente Riesco Sanz

Valladolid, Julio, 2018

El objetivo principal del proyecto es el diseño y el cálculo de la instalación eléctrica en baja tensión con centro de transformación destinado a una nave industrial para la fabricación de balones de caucho.

La parcela constara de una nave principal, de un centro de transformación y de una zona de oficinas

El suministro de energía eléctrica a nuestro edificio se realizará a través de un centro de transformación

La instalación eléctrica se ha dividido en dos partes, la de Media Tensión, refiriéndose al Centro de Transformación, y la de Baja tensión, que tendrá su origen en el transformador.

The main objective of the project is the design and calculation of a low voltaje electric installation with a processing plant meant to an industrial warehouse for the manufacture of rubber balloons.

The plot will be formed by a principal building, the processing plant, a transformation center and an office área

Th building electric energy supply will be produced by the processing plant.

The wiring has been divided in two, the médium voltaje, referring to the processing plant, and the low voltaje wiring, which will be generate in the transformer.

INDICE

1	Memoria descriptiva	1
1.1	Objeto del proyecto.....	1
1.2	Alcance	1
1.3	Antecedentes.....	1
1.4	Empresa suministradora.....	1
1.5	Normativa.....	1
1.6	Descripción de la nave.....	3
1.7	Descripción de la actividad.....	3
1.7.1	Descripción de las zonas.....	4
1.7.2	Proceso de producción de pelotas deportivas de caucho.....	5
1.8	Esquemas de distribución.....	6
1.8.1	Tipo de esquema de distribución TT	7
1.8.2	Esquema de distribución TN.....	8
1.8.3	Esquema de distribución IT	8
1.8.4	Esquema de distribución escogido	9
1.9	Conductores	10
1.9.1	Componentes de un cable.....	12
1.9.2	Sección del conductor	13
1.9.3	Material de los conductores.....	14
1.9.4	Sistemas de instalaciones.....	14
1.9.5	Cajas de empalme	22
1.9.6	Normas para la elección de cables y tubos	23
1.9.7	Accesibilidad a las instalaciones.....	23
1.9.8	Receptores.....	24
1.10	Tomas de corriente y mecanismos.....	27
1.11	Protecciones	28
1.11.1	Protección contra sobrecargas	28
1.11.2	Protecciones contra sobretensiones.....	29
1.11.3	Protección contra los contactos directos e indirectos	30
1.11.4	Elementos de protección en baja tensión.....	30
1.12	Compensación del factor de potencia.....	35
1.12.1	Formas de mejora del factor de potencia en la instalación	36
1.12.2	Elección del método de compensación.....	37
1.13	Relación de receptores.....	38
1.13.1	Previsión de consumidores dentro del proceso productivo	38

1.13.2	Previsión de cargas dentro del proceso productivo.....	40
1.13.3	Relación de receptores dentro de los servicios generales	41
1.13.4	Previsión de consumidores de los servicios generales.....	66
1.14	Red de distribución de baja tensión	72
1.14.1	Subcuadros nivel 1.....	74
1.14.2	Subcuadros nivel 2	78
1.14.3	Subcuadros nivel 3	86
1.15	Centro de transformación	87
1.15.1	Necesidades y potencia demandada.....	87
1.15.2	Obra civil.....	87
1.15.3	Instalación eléctrica.....	90
1.15.4	Componentes instalados en el centro de transformación	91
1.15.5	Instalaciones secundarias del centro de transformación.....	94
1.15.6	Transformador	96
1.15.7	Puesta a tierra	98
2	Cálculos	103
2.1	Resumen de resultados obtenidos en la línea de fabricación.....	103
2.1.1	Cuadro General de Mando y Protección	105
2.1.2	Cortocircuito.....	105
2.1.3	Subcuadro FBF 1.....	106
2.1.4	Cortocircuito.....	107
2.1.5	Subcuadro FBF 16.....	108
2.1.6	Cortocircuito.....	108
2.1.7	Subcuadro FBF 17.....	109
2.1.8	Cortocircuito.....	109
2.1.9	Subcuadro FBF 19.....	110
2.1.10	Cortocircuito.....	110
2.1.11	Subcuadro FBB 2	111
2.1.12	Cortocircuito.....	112
2.1.13	Subcuadro FBB 26	113
2.1.14	Cortocircuito.....	113
2.1.15	Subcuadro FBB 27	114
2.1.16	Cortocircuito.....	114
2.1.17	Subcuadro FBB 29	115
2.1.18	Cortocircuito.....	115

2.1.19	Subcuadro FBV 3	116
2.1.20	Cortocircuito.....	117
2.1.21	Subcuadro FBV 16	118
2.1.22	Cortocircuito.....	118
2.1.23	Subcuadro FBV 17	119
2.1.24	Cortocircuito.....	119
2.1.25	Subcuadro FBF 19.....	120
2.1.26	Cortocircuito.....	120
2.2	Resultados obtenidos en la línea de servicios.....	121
2.2.1	Cuadro General de Mando y Protección	123
2.2.2	Cortocircuito.....	124
2.2.3	Subcuadro AMP 4	125
2.2.4	Cortocircuito.....	126
2.2.5	Subcuadro APT 4	128
2.2.6	Cortocircuito.....	129
2.2.7	Subcuadro SGN 5.....	131
2.2.8	Cortocircuito.....	131
2.2.9	Subcuadro SGN 5 1.....	132
2.2.10	Cortocircuito.....	133
2.2.11	Subcuadro SGN 5 2.....	135
2.2.12	Cortocircuito.....	135
2.2.13	Subcuadro SGN 5 3.....	136
2.2.14	Cortocircuito.....	137
2.2.15	Subcuadro SGN 5 4.....	138
2.2.16	Cortocircuito.....	138
2.2.17	Subcuadro SGC 6	139
2.2.18	Cortocircuito.....	140
2.2.19	Subcuadro SGC 6 1	140
2.2.20	Cortocircuito.....	141
2.2.21	Subcuadro SGC 6 2	141
2.2.22	Cortocircuito.....	142
2.2.23	Subcuadro SGC 6 3	142
2.2.24	Cortocircuito.....	143
2.2.25	Subcuadro SGC 6 4	144
2.2.26	Cortocircuito.....	145

2.2.27	Subcuadro SGC 6 5	145
2.2.28	Cortocircuito.....	146
2.2.29	Subcuadro SGC 6 6	146
2.2.30	Cortocircuito.....	147
2.2.31	Subcuadro OFI 7	147
2.2.32	Cortocircuito.....	147
2.2.33	Subcuadro OFI 7 1	148
2.2.34	Cortocircuito.....	148
2.2.35	Subcuadro OFI 7 1 1	148
2.2.36	Cortocircuito.....	149
2.2.37	Subcuadro OFI 7 1 2	149
2.2.38	Cortocircuito.....	149
2.2.39	Subcuadro OFI 7 2	150
2.2.40	Cortocircuito.....	150
2.2.41	Subcuadro OFI 7 2 1	151
2.2.42	Cortocircuito.....	151
2.2.43	Subcuadro OFI 7 2 2	152
2.2.44	Cortocircuito.....	152
2.2.45	Subcuadro EMA 8	152
2.2.46	Cortocircuito.....	154
2.2.47	Subcuadro EMF 9	155
2.2.48	Cortocircuito.....	155
3	Pliego de condiciones.....	157
3.1	Pliego de condiones del centro de transformación.....	157
3.1.1	Condiciones Generales	157
3.1.2	Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior no prefabricados	164
3.2	Pliego de condiciones de las líneas de baja tensión	174
3.2.1	Condiciones Facultativas	174
3.2.2	Condiciones Económicas	182
3.2.3	Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión 188	
4	Presupuesto y mediciones	217
4.1	Medición general línea de servicios	217
4.1.1	Medición por subcuadros.....	217
4.1.2	Presupuesto.....	237

4.2	Medición general línea de producción	243
4.2.1	Medición por subcuadros.....	243
4.2.2	Presupuesto.....	253
4.3	Medición del centro de transformación.....	258
4.3.1	Obra civil.....	258
4.3.2	Celdas de alta tensión	258
4.3.3	Interconexión celdas alta tensión y transformador	258
4.3.4	Equipos de potencia	258
4.3.5	Interconexión transformador y cuadros de baja tensión.....	259
4.3.6	Equipos de baja tensión	259
4.3.7	Red de tierras	259
4.3.8	Varios.....	259
4.3.9	Resumen.....	260
4.4	Resumen de las líneas y del centro de transformación.....	260
5	Estudio básico de seguridad, higiene y salud en el trabajo, con aplicación íntegra de la ley de prevención de riesgos laborales.....	261
5.1	Prevención de riesgos laborales	261
5.1.1	Introducción	261
5.1.2	Derechos y obligaciones.....	261
5.1.3	Servicios de prevención.....	266
5.1.4	Consulta y participación de los trabajadores	266
5.2	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo	267
5.2.1	Introducción	267
5.2.2	Obligación general del empresario	268
5.3	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo	268
5.3.1	Introducción	268
5.3.2	Obligación general del empresario	269
5.4	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.....	273
5.4.1	Introducción	273
5.4.2	Estudio básico de seguridad y salud.....	274
5.4.3	Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.....	285
5.5	Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual	286
5.5.1	Introducción	286
5.5.2	Obligaciones generales del empresario	286

6	Conclusiones.....	288
7	Bibliografía	291
1	Anexo: Cálculos	294
1.1	Cuadro general de mando y protección	294
1.1.1	Fórmula Conductividad Eléctrica.....	294
1.1.2	Fórmulas Sobrecargas	295
1.1.3	Fórmulas compensación energía reactiva.....	296
1.1.4	Fórmulas Cortocircuito	296
1.1.5	Fórmulas Embarrados	298
1.1.6	Fórmulas Resistencia Tierra.....	299
1.2	Línea de fabricación.....	300
1.2.1	Demanda de potencias.....	300
1.2.2	Cálculo de las líneas.....	300
1.3	Línea de servicios.....	369
1.3.1	Demanda de potencias.....	369
1.3.2	Cálculo de las líneas.....	369
1.4	Centro de transformación	530
1.4.1	Intensidad en alta tensión.....	530
1.4.2	Intensidad en baja tensión.....	530
1.4.3	Cortocircuitos.....	531
1.4.4	Dimensionado del embarrado.....	532
1.4.5	Selección de las protecciones de alta y baja tensión.....	533
1.4.6	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.....	534
1.4.7	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	534
1.4.8	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	534
2	Anexo: Planos.....	541
3	Anexo: Esquemas	543

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es establecer las bases, diseños, valoración, esquemas y planos que reflejen de forma explícita la obra a realizar, con las características de los diferentes elementos que integran la instalación y el conjunto de la misma, así como detalles de carácter más importantes que permitan realizar la instalación de referencia.

En este proyecto se tiene en cuenta la normativa de alta y baja tensión, las normas establecidas por la compañía suministradora, con el fin de exponer el grado de cumplimiento de los Organismos Oficiales Competentes, la Autorización Administrativa de aprobación del proyecto y de ejecución de la instalación, así como el permiso de suministro de energía eléctrica.

1.2 Alcance

El alcance del proyecto se centra en la totalidad de la instalación eléctrica de la nave industrial teniendo en cuenta la correcta aplicación de las normas vigentes. Se englobará la parte desde que la energía llega al centro de transformación, así como su correcto dimensionado como la parte de baja tensión que corresponderá desde la salida del propio centro de transformación hasta la distribución por todo el complejo industrial para el suministro a la maquinaria, iluminación y todo receptor conectado a la instalación. No formará parte del proyecto la alimentación en media tensión al centro de transformación. El suministro de energía eléctrica lo recibe de la red de media tensión propiedad de la empresa distribuidora.

1.3 Antecedentes

La redacción del presente proyecto de “*Instalación eléctrica de una industria de derivados del caucho*” ha sido solicitada por una empresa dedicada a la fabricación de productos en goma espuma y caucho.

La nueva instalación eléctrica suministrará energía a una nueva nave destinada a la fabricación de pelotas deportivas con cámara de caucho butilo.

1.4 Empresa suministradora

El suministro de energía eléctrica, será realizado por la compañía suministradora IBERDROLA hasta un Centro de Transformación del abonado. Las características generales del suministro son de corriente alterna trifásica a la tensión de 20 kV y 50 Hz.

1.5 Normativa

La realización del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuarán de acuerdo con la normativa vigente:

- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica S.A.”
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Real Decreto
- 1267/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Reglamento sobre centrales eléctricas subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas
- Complementarias. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía Eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos.
- Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de octubre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- NBC-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Normas del R.E.B.T. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Con respecto al centro de transformación, deberá de recoger las características de los materiales, cálculos que justifiquen su empleo y forma de ejecución de las obras a realizar con el cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- 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 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- 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.

- Norma Básica de la Edificación.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

1.6 Descripción de la nave

El edificio construido consta de una única planta de 20 metros de ancho por 30 de largo, con puertas de acceso situadas a lo largo del perímetro del edificio como nave principal del proceso productivo. Dispone además de una zona techada y cerrada, adosada al edificio de 20 metros por 10 de largo, destinada a la recepción y a la preparación de la materia prima, y en el otro extremo de la nave del proceso de otra zona cubierta y cerrada de iguales dimensiones destinada a almacén de productos terminados. En un edificio anexo separado 2 metro se encuentra el Centro de Transformación y los Servicios Generales de 10 metros de ancho por 15 metros de largo, al igual que en otro edificio anexo donde se ubican las Oficinas de 10 metros de ancho por 10 metros de largo. Todos los edificios están dentro de un cerramiento perimetral.

La nave se encontrará en Zamora, concretamente en el polígono industrial de La Hiniesta dedicado a la producción industrial. Esta nave se encuentra aislada sin locales adosados con las fachadas en contacto con el exterior en todas las direcciones.

1.7 Descripción de la actividad

Las actividades que van a desarrolla en este complejo industrial será la manipulación de derivados del caucho junto con otros productos químicos para la obtención de pelotas deportivas mediante un proceso productivo.

El BOE-A-2013-3750 regula este tipo de actividad teniendo en cuenta el texto del XVII Convenio colectivo general de la industria química (código de Convenio núm. 99004235011981) que fue suscrito con fecha 21 de enero de 2013, de una parte por la Federación Empresarial de la Industria Química (FEIQUE), en representación de las empresas del sector, y, de otra, por los sindicatos FITEQA-CC.OO. y FITAG-UGT, en representación de los trabajadores, y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 90, apartados 2 y 3, de la Ley

del Estatuto de los Trabajadores, Texto Refundido aprobado por Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, y en el Real Decreto 713/2010, de 28 de mayo, sobre registro y depósito de convenios y acuerdos colectivos de trabajo.

1.7.1 Descripción de las zonas

Dentro del complejo industrial se pueden distinguir diferentes actividades dependiendo de la zona:

- La zona del almacén de materia prima: en esta zona se encontraran principalmente el almacenamiento de la materia prima como es el caucho butilo así como diferentes productos químicos necesarios para la producción de las pelotas. También se desarrollaran en esta zona las distintas actividades que fueran necesarias para el tratamiento de la materia prima.
- La zona de almacén de producto terminado: esta zona se encuentra destinada para el almacenamiento de producto terminado como para futuros tratamientos que el producto terminado sea necesarios llevarles a cabo. Dentro de esta zona de almacén se podrá diferenciar tres zonas correspondientes a los balones de futbol, a los balones de baloncesto y a los balones de voleibol. En esta zona también se encontraran la recepción para la logística de la empresa y el producto terminado pudiera ser entregado al cliente.
- Nave principal del proceso: zona donde se encuentra la diferente maquinaria para la realización del proceso productivo desde la materia prima hasta la finalización de esta en producto terminado. Al igual que el almacén de producto terminado se encontrara dividida en tres zonas correspondientes de igual manera a la fabricación de balones de fútbol, a la fabricación de balones de baloncesto y a la fabricación de balones de voleibol. La actividad principal de esta empresa es la fabricación de estos productos.
- Zona de vestuarios y lavabos: en esta zona será donde los empleados puedan realizar sus necesidades, como poderse cambiar para la realización de su puesto de trabajo.
- Zona de oficinas: esta zona estará destinada a encontrar a los administrativos, jefe de taller, gerente de la empresa... destinados a la realización de diferentes tareas administrativas de la empresa. También en esta zona se encontraran unos servicios para los administrativos. Las oficinas se encontraran divididas en diferentes zonas destinadas a reuniones, despachos....
- Edificio del centro de transformación y servicios generales: en esta zona encontraremos el centro de transformación, el grupo electrógeno, la central de producción de calor, la central de compresores, los grupos de bombeo de agua así como el taller de mantenimiento. Al igual que la zona de oficinas se encontrara en un edificio anexo a la nave principal separados dos metros del mismo.
- Zona exterior: destinada con aparcamientos para los diferentes trabajadores de la empresa así como a la carga y descarga de la materia prima y del producto terminado para el desarrollo de la actividad.

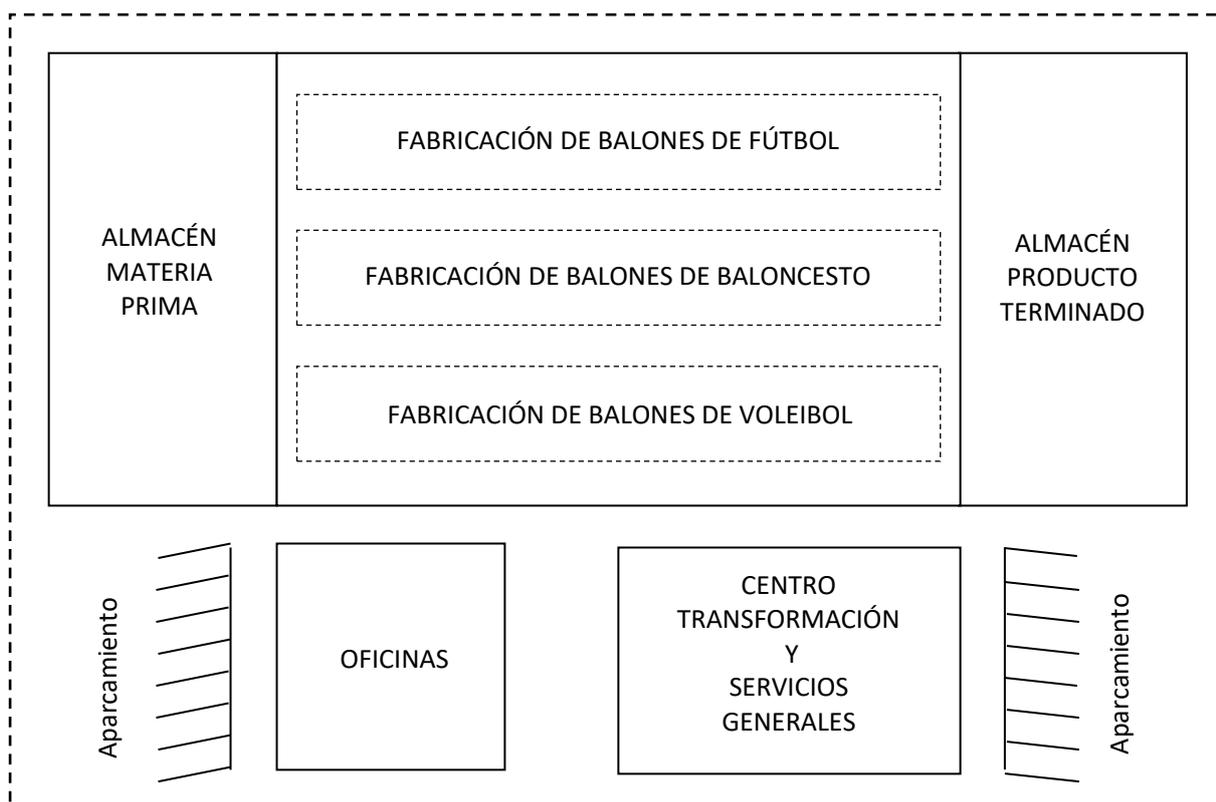


ILUSTRACIÓN 1: PARCELA DE LA NAVE

1.7.2 Proceso de producción de pelotas deportivas de caucho

El caucho natural o sintético es cortado en bloques pequeños para facilitar el amasado. Posteriormente, la máquina de amasado mezcla los bloques de caucho con ciertos químicos para formar una mezcla uniforme. El molino de mezcla combina azufre y un acelerador con los bloques de cauchos para formar una mezcla homogénea.

Luego, la calandria enrolla el caucho mezclado en láminas de caucho de un espesor y ancho uniforme. Conjuntamente con la calandria, un cortador y un rociador automático de polvo cortan las láminas de caucho a la longitud requerida y coloca polvo en el caucho para prevenir que se adhiera. Esta máquina tiene una cuchilla que gira para realizar el corte, esta máquina permite cortar las láminas a la longitud deseada.

La lámina de caucho es perforada y prensada con un molde diseñado previamente para colocar una válvula dentro del agujero. Luego, una prensa hidráulica y un molde de corte de hierro son utilizados para cortar la lámina de caucho en la forma del bladder. Después, un vulcanizador automático con un molde especial son empleados para vulcanizar el bladder.

Tras este proceso, una maquina bobinadora enrollará los hilos de nylon uniformemente alrededor del bladder. La prensa hidráulica con un molde externo aplica una lámina de caucho para cubrir el nylon bobinado en el bladder, y un vulcanizador automático con un molde exterior de aluminio es utilizado para vulcanizar las pelotas de caucho.

Finalmente, un pasador, producido previamente, es insertado a través de un mecanismo dentro del balón o la pelota, al mismo tiempo de que es inflado.

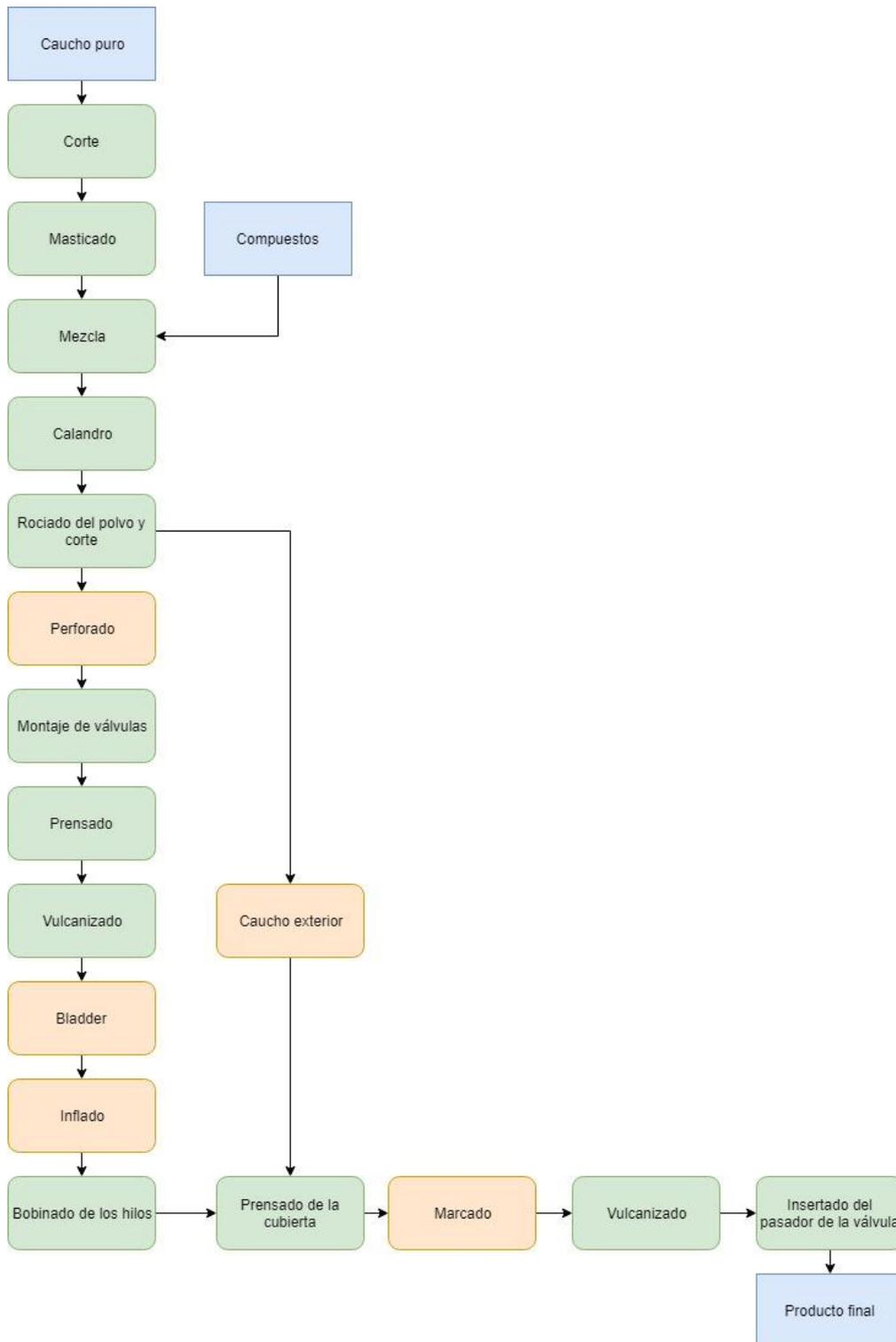


ILUSTRACIÓN 2: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA FABRICACIÓN DE BALONES DE CAUCHO

1.8 Esquemas de distribución

Según el ITC-BT-08, Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrentensidad,

así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La primera letra indicará la situación de la alimentación con respecto a tierra:

- T: conexión directa a un punto de alimentación directa.
- 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.

La segunda letra indicará 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.
- N: masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesta a tierra.

1.8.1 Tipo de esquema de distribución TT

Tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

Las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

El bucle de defecto incluye resistencia de paso a tierra en alguna parte del circuito de defecto, lo que no excluye la posibilidad de conexiones eléctricas, voluntarias o no, entre la zona de la toma de tierra de las masas de la instalación y de la alimentación.

Preferiblemente para la continuidad en el servicio con servicio de mantenimiento no atendido ya que la selectividad al disparo es más fácil de instalar y minimiza los daños respecto al TN. Las extensiones son más fáciles de hacer. Se utilizan fundamentalmente en puestas a tierra independientes, en red pública y en pequeñas y medianas plantas industriales.

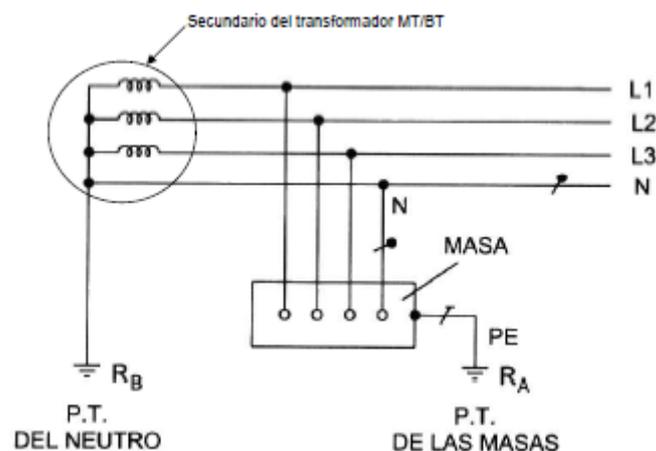


ILUSTRACIÓN 3: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN TT

1.8.2 Esquema de distribución TN

Tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección.

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito. Las puestas a tierra tienen un punto común.

Se puede diferenciar 3 variantes:

- TN-S: el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.
- TN-C: las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor en todo el esquema.
- TN-C-S: las funciones de neutro y de protección están combinadas en un solo conductor en una parte del esquema.

Se suelen usar para una continuidad de servicio no obligatoria con un servicio de mantenimiento competente, especialmente TN-S.

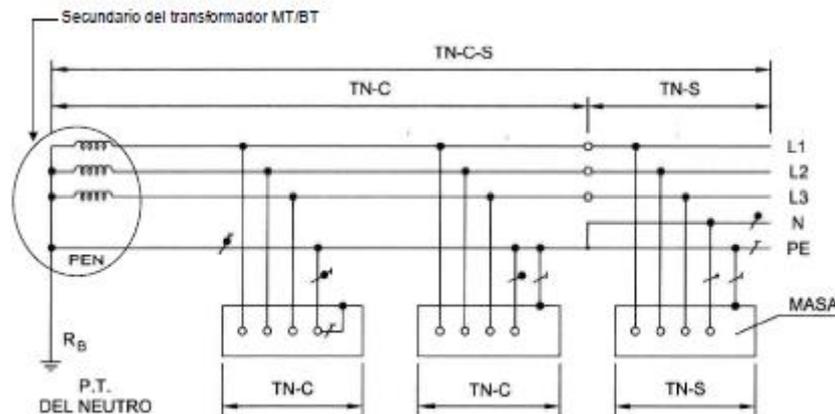


ILUSTRACIÓN 4: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN TN CON SUS VARIANTES

1.8.3 Esquema de distribución IT

No tiene ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra. La masa de la instalación está puesta directamente a tierra.

La intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones peligrosas.

La limitación del valor de la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la ausencia de conexión a tierra en la alimentación, o bien la inserción de una impedancia suficiente entre un punto de la alimentación y tierra.

Ofrece una gran continuidad de suministro.

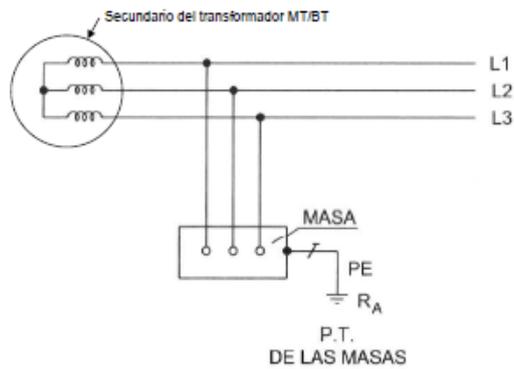


ILUSTRACIÓN 5: ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN IT

1.8.4 Esquema de distribución escogido

Según el ITC-BT-08 Apdo. 1.4., la elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios.

- Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.
- En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.
- No obstante lo dicho en a), puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se citan en el apartado 1.3.

CRITERIO DE ELECCIÓN EN FUNCIÓN DEL REGLAMENTO DE BT, DE LAS RECOMENDACIONES NORMATIVAS INTERNACIONALES Y DECRETOS ESPECÍFICOS	
ESQUEMA	ÁMBITO
TT	<ul style="list-style-type: none"> - Red de suministro público y sus conexiones: Usos domésticos Establecimientos sector terciario Pequeños talleres
IT	<ul style="list-style-type: none"> - Parte de zonas hospitalarias (quirófanos, UVI) - Circuitos de seguridad (alumbrado de reemplazamiento y emergencia) - Máquinas y ambientes especiales, incluidos en la directiva de protección al trabajador
IT o TT	<ul style="list-style-type: none"> - Minas y canteras

ILUSTRACIÓN 6: CRITERIO DE ELECCIÓN EN FUNCIÓN DE REGLAMENTO DE BT

CRITERIO DE ELECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALIMENTACIÓN			
DESCRIPCIÓN	ACONSEJABLE	POSIBLE	DESACONSEJABLE
Redes muy grandes, con buenas tomas de tierra para las masas, máximo 10 Ω		TI, TN, IT	
Redes muy grandes, con tomas de tierra para las masas muy resistivas, > 30 Ω	TT	TNS	IT, TN-C
Red contaminada (zona de tormentas y/o de repetidores de TV o Radio)	TN	TT	IT
Red con corrientes de fuga importantes (> 500 mA)	TN	IT, TT	
Red con gran extensión de línea aérea	TT	TN	IT
Suministro con grupo electrógeno de seguridad (reserva)	IT	IT	TN

ILUSTRACIÓN 7: CRITERIO DE ELECCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA RED

El esquema de distribución elegido para distribuir las líneas que alimentan todas las máquinas de la nave industrial, es el esquema TT. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconsejan su empleo en este proyecto.

1.9 Conductores

La conducción eléctrica se realizará desde el centro de transformación a los distintos receptores de la instalación. Se emplean tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se utilizará unas tensiones nominales en corriente alterna de 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de cuatro conductores.

Los conductores de corriente eléctrica se deberán calcular de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

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.

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.

Los materiales que al ser puestos en contacto con algún cuerpo cargado eléctricamente transmite ésta a todos los puntos de la superficie, a esto se le denomina conductores eléctricos. Los mejores materiales para la conducción son los metales y sus aleaciones, pero también encontramos otros materiales no metálicos que pueden conducir perfectamente la electricidad. Se usará preferiblemente conductores de cobre en forma de cables de uno o varios hilos.

Alternativamente se utilizarán conductores de aluminio, cuya conductividad eléctrica es del orden del 60% de la conductividad del aluminio, pero es un material más ligero. Por ello se dispondrán conductores de aluminio a partir de los 120 mm² de sección, para secciones inferiores se emplearan de cobre.

La ITC-BT-20 indica los posibles métodos de instalación y características de los conductores y cables a emplear, indicando que siempre serán de cobre o aluminio y siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores. Los cables dispondrán de aislamiento y cubierta y responderán a la designación UNE. La identificación de los conductores será por medio de un código de colores: neutro (color azul), protección (verde – amarillo) y fases (marrón, negro y gris).



ILUSTRACIÓN 8: COLORES DE LOS CONDUCTORES

Se pueden diferenciar tres partes en los conductores:

- Alma o elemento conductor: De cobre o aluminio, transporta la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución para alimentar los diferentes centros de consumo. Se pueden clasificar de dos formas:
 - o Según la forma en que este constituida el alma:
 - Alambre: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en conductos o directamente sobre aisladores.
 - Cable: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de reducida sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.
 - o Número de conductores:
 - Monoconductor: Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislamiento y con o sin cubierta protectora.
 - Multiconductor: Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.

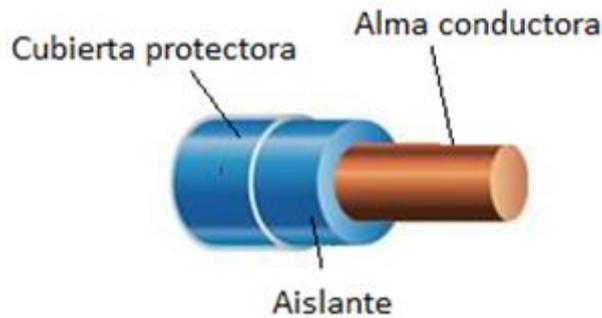


ILUSTRACIÓN 9: PARTES DEL CONDUCTOR

- Aislamiento: su función será la de evitar que la energía eléctrica que circula por el conductor entre en contacto con las personas o con otros elementos que formen parte de la instalación, además impide que conductores de distinta tensión entren en contacto entre sí. Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores se deben a su comportamiento técnico y mecánico para las diversas condiciones ambientales y de canalización a las que se verán sometidos los conductores que ellos protegen. Los más comunes son PVC o cloruro de polivinilo, PE polietileno, XLPE polietileno reticulado, goma o caucho.
- Cubiertas protectoras: protegerán el conjunto formado por el alma conductora y el aislamiento contra golpes, rozaduras...

1.9.1 Componentes de un cable

Existen diferentes tipos de conductores para los cables:

- Conductores activos: destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna. La sección de los conductores será tal que 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 el alumbrado y del 5% para los demás usos. Los conductores serán de cobre o de aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Conductores neutros: según la ITC-BT 19, en las instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por calculo, la sección del conductor neutro será mínimo igual a la de las fases. Para hallar la sección de los neutros en los tramos subterráneos se utiliza la tabla 7.1 de la ITC-BT 07. A cada sección de fase y tipo de conductor le corresponde una sección de neutro.
- Conductores de protección: Conectan las masas de la instalación con la puesta a tierra. En condiciones normales no soportan tensión. Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizaran por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca.

1.9.2 Sección del conductor

Para el cálculo de la sección que debe tener el conductor a lo largo de la instalación se tiene en cuenta lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Los factores que influyen para el seccionamiento son los siguientes, se elegirá el más desfavorable:

- Calentamiento de los conductores: La temperatura hace que la resistencia de un conductor varíe, por ejemplo, cuanto más caliente está, más se opone el conductor al paso de la electricidad. Los conductores se calientan por efecto de la propia corriente que por el circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, obviamente, cuanto más elevada es la corriente, mayor será el calentamiento y por tanto, mayor pérdida de energía en forma de calor.
- Caída de tensión: la circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y el extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura. Para el caso de instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior tiene el origen en la salida del transformador y que las caídas de tensión admisibles son del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para el resto de usos. Dentro de las caídas de tensión se puede diferenciar entre transitoria o de servicio:
 - 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.
- 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.

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.

1.9.3 Material de los conductores

Los conductores serán de los siguientes tipos:

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

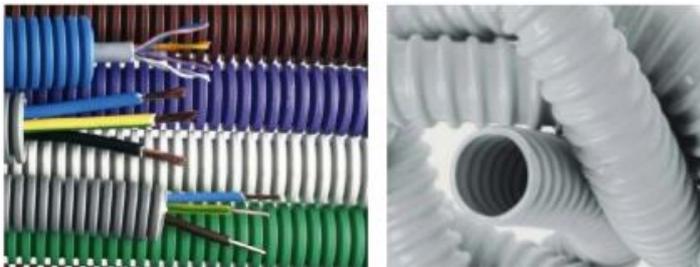
Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

1.9.4 Sistemas de instalaciones

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El objetivo de las canalizaciones es resguardar, dar seguridad y encaminar los conductores. Las canalizaciones se pueden diferenciar por:

- Canalizaciones fijas: suelen alimentar a aparatos fijos, para su modificación es necesaria el desconectar la instalación.
- Canalizaciones semimóviles: alimentan aparatos semimóviles, permiten el desplazamiento de los equipos durante su funcionamiento.
- Canalizaciones semifijas: permiten el desplazamiento de los equipos una vez habiéndolos dejado sin tensión, aunque estén acoplados a la red.
- Canalizaciones móviles: los equipos en funcionamiento se pueden desplazar, alimentando principalmente aparatos móviles.



Actualmente, la canalización que más se utiliza es la fija con conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos que serán principalmente las usadas. A partir de la canalización escogida, se determinará el tipo de cable a usar.



Para el cálculo de los tubos protectores dónde se encuentran las diversas líneas de la instalación se debe de tener en cuenta el número, el tipo y la sección de los conductores, así como la instalación en la que se encuentren. 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.

ILUSTRACIÓN 10: CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

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.

Hay que tener otras normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

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.

1.9.4.1 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).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

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 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. 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 (89/106/CEE).

- Tubos en canalizaciones fijas en superficie: en las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables.
- Tubos en canalizaciones empotradas: en las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles.
 - o Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.
 - o Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.
- 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. Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².
- Tubos en canalizaciones enterradas: 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.

1.9.4.2 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.
- 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.

1.9.4.3 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.

1.9.4.4 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).

1.9.4.5 Conductores aislados en el interior 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 aquella en partes bajas del hueco, etc.

1.9.4.6 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 canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
	≤ 16 mm	> 16 mm
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	Aislante	Continuidad
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	No inferior a 4
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

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.

1.9.4.7 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.

1.9.4.8 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, 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.

1.9.5 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 medio 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.



ILUSTRACIÓN 11: CAJA DE EMPALME

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.

1.9.6 Normas para la elección de cables y tubos

A parte de las consideraciones que se han explicado anteriormente, también hay que tener en cuenta las siguientes:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Para la elección del tubo protector de los conductores hay que considerar lo siguiente:

- Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la instrucción 21 del Reglamento de Electrotécnico de Baja Tensión. En estas tablas viene expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.
- Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, tiene que ser como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.
- El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que se aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 25 metros. Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

A parte de la ITC-BT-21, se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- UNE-EN 50086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50086-2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

1.9.7 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.

1.9.8 Receptores

Los receptores son requisitos necesarios para la correcta instalación, utilización y seguridad. Estos se instalarán teniendo en cuenta su destino de acuerdo a los esfuerzos mecánicos previsible y en las condiciones de ventilación para que no exista ninguna temperatura peligrosa, tanto para la instalación como para objetos próximos.

Los receptores deberán de soportar la influencia de agentes externos a que estén sometidos en servicio. Se podrán conectar a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando la conexión se efectúe en una canalización fija, los receptores están situados de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar la conexión.

Los receptores para el alumbrado deberán de cumplir las siguientes especificaciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90, cumpliendo así con lo dispuesto en la ITC BT 44.
- En el caso del alumbrado seleccionado, el LED, servirán los mismos citados para los otros tipos de alumbrado

Los receptores para motores deberán de cumplir las siguientes especificaciones, dependiendo de si se tiene uno o varios motores, de acuerdo a la ITC-BT-47:

- Un solo motor: los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.
- Varios motores: los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma de 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 20.460 -4-45.

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:

- 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

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.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

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 20.324 y DIN 40.050. 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:

- Carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- 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.
- 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.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado del estator sea superiores a 1,5 megohmios. 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 escrito 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.

Hay que tener en cuenta que para asegurar la continuidad de suministro en el proceso y que las interrupciones sean las mínimas posibles en los equipos de compresores, calderas.... Se ha optado por la elección de duplicar el número de equipos para asegurar que en caso de avería, exista una continuidad de suministro. También hay que tener en cuenta la continuidad del proceso productivo para evitar pérdidas.

1.10 Tomas de corriente y mecanismos

Se colocan diferentes tomas de corriente a lo largo de la nave industrial, del centro de transformación y de las oficinas de la forma que se ha pensado más conveniente.

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20cm en todas las zonas de la Nave Industrial exceptuando el caso de la zona de producción, que las tomas de corriente irán a una altura de 1,6 metros, agrupadas en una caja especial para su fijación, cumpliendo así lo establecido en el reglamento.

Se diferenciarán dos tipos de tomas de corriente que serán del siguiente tipo:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V.
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V.

La sección mínima indicada por circuito está calculada para un número limitado de puntos de utilización. De aumentarse el número de puntos de utilización, será necesaria la instalación de circuitos adicionales correspondientes. Cada accesorio o elemento del circuito en cuestión tendrá una corriente asignada, no inferior al valor de la intensidad prevista del receptor o receptores a conectar.

Los dispositivos automáticos de protección tanto para el valor de la intensidad asignada como para la Intensidad máxima de cortocircuito se corresponderá con la intensidad admisible del circuito y la de cortocircuito en ese punto respectivamente. Los conductores serán de cobre y además estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo el 3% .El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones

individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límite especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

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 toma 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.

1.11 Protecciones

La instalación deberá de poseer las protecciones necesarias para la seguridad de los conductores, aparatos conectados y personas. De acuerdo con las instrucciones técnicas de baja tensión 22, 23 y 24 se deben de considerar las siguientes protecciones:

- Protección contra sobreintensidades.
- Protección contra sobretensiones.
- Protección contra los contactos directos e indirectos.

1.11.1 Protección contra sobreintensidades

Según indica la IT-BT-22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles. Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas
 - o Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

- Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE-HD 60364-4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección en sus aparatos:

- Naturaleza de los dispositivos de protección.
- Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- Protección contra las corrientes de cortocircuito.

1.11.2 Protecciones contra sobretensiones

Esta instrucción trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

Existen cuatro categorías de sobretensiones donde se indica en cada caso en la norma el nivel de tensión soportada a impulsos según la tensión nominal de la instalación.

Para el control de las sobretensiones es necesario diferenciar dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo.

- Las debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Al igual que hay diferenciar las dos situaciones diferentes que se pueden presentar:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias

1.11.3 Protección contra los contactos directos e indirectos

La protección contra los choques eléctricos para contactos directos e indirectos a la vez se realiza mediante la utilización de muy baja tensión de seguridad MBTS, que debe cumplir las siguientes condiciones:

- Tensión nominal en el campo I de acuerdo a la norma UNE 20.481 y la ITC-BT-36.
- Fuente de alimentación de seguridad para MBTS de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20.460-4-41.
- Los circuitos de instalaciones para MBTS, cumplirán lo que se indica en la Norma UNE 20.460-4-41 y en la ITC-BT-36.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar van a ser habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

La protección contra contactos indirectos se consigue mediante la aplicación de algunas de las siguientes medidas:

- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección por empleo de equipos o por aislamiento equivalente.
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.
- Protección por separación eléctrica.

1.11.4 Elementos de protección en baja tensión

1.11.4.1 Interruptores automáticos

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 sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas 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.



ILUSTRACIÓN 12: INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

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.

Una salida de un cuadro tiene que estar protegida por un interruptor automático para proteger el cable que sale. Cuando ese cable llega a un cuadro del siguiente nivel, no será necesario que el interruptor sea automático, será suficiente con un interruptor de corte.

1.11.4.2 Guardamotores



ILUSTRACIÓN 13: GUARDAMOTOR

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.

1.11.4.3 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.

1.11.4.4 Interruptores diferenciales

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 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.

- 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.
- 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.



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.

ILUSTRACIÓN 14: INTERRUPTOR DIFERENCIAL

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:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Donde:

- 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 o 24V).

1.11.4.5 Cuadros eléctricos

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 canaletas provistas 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.



ILUSTRACIÓN 15: CUADRO ELÉCTRICO

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 bornes 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.

En los almacenes se ha optado por realizar una agrupación de cuadro. Esto ofrece las siguientes ventajas y desventajas:

- Con una única maniobra se pueden controlar los dos almacenes.
- También se puede quitar un almacén u otro independientemente.
- Se dispondrá de interruptores generales para cada línea, una para el almacén de productos terminados de cada línea de fabricación y otros para los almacenes de materia prima y de productos químicos.

Se deberá de minimizar el consumo y tener un mayor control sobre el mismo, para ello se reduce los cuadros evitando tenerlos en la nave y que se encuentre en el centro de transformación.

1.12 Compensación del factor de potencia

La potencia reactiva es una potencia que no se puede transformar en potencia útil, pero que es necesario generar y transportar. Si toda la energía reactiva que necesitan los consumidores es generada en las centrales eléctricas y transportada por las líneas y transformadores hasta el consumo, se presentan una serie de problemas que es necesario corregir.

Los elementos usados en la instalación poseen tanto un consumo de energía activa como, en menor medida, de energía reactiva inductiva. Este consumo de energía reactiva da lugar a pérdidas en los conductores, consumo adicional de energía que no está siendo aprovechada por los receptores y mayores caídas de tensión.

La energía reactiva aparece cuando existe un cambio de energía activa entre la fuente y la carga. Esta se mide en voltamperios reactivos. Para evitar la sobrecarga que se pueda llegar a producir entre las líneas de los generadores y de los transformadores es necesaria compensarla.

El factor de potencia mejora técnicamente la instalación evitando el sobredimensionado de equipos. Los condensadores generan energía reactiva de sentido inverso a la necesaria por los consumidores de la instalación. La compensación de energía reactiva permite reducir las pérdidas producidas por el efecto Joule. Con la instalación de condensadores se está reduciendo el consumo total de energía.

Las ventajas de tener un elevado factor de potencia son:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas.
- Disminución de la caída de tensión en las líneas.
- Reducción del dimensionamiento de las líneas.
- Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.
- La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.

- Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación.
- Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente S para una misma potencia activa P disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.
- Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
- Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores entre 0.9 y 1.
- Optimización de las maquinas eléctricas, donde los generadores y los transformadores son dimensionados a partir de la potencia aparente. Si se compensa la instalación, las maquinas pueden ser dimensionados con una potencia aparente inferior sin variar su potencia activa.

1.12.1 Formas de mejora del factor de potencia en la instalación

1.12.1.1 Procedimiento directo

Este procedimiento está basado en actuar directamente sobre las causas de tener un bajo factor de potencia disminuyendo lo máximo posible el consumo evitable de energía reactiva actuando directamente sobre las cargas de la instalación. Los procedimientos más empleados son:

- Correcta elección de la maquinaria a instalar.
- Reparación o sustitución de la maquinaria averiada.
- Evitar las cargas reducidas de los motores eléctricos mediante la instalación de limitadores de marchas en vacío y dispositivos de enclavamiento eléctrico para evitar la marcha del motor cuando este haya acabado el funcionamiento.
- Aprovechamiento más productivo del equipo eléctrico.
- Minimizar en los motores asíncronos sin usar la tensión de alimentación al mínimo o la sustitución por motores síncronos.
- Desconexión de los motores fuera de uso.
- Reducción de las marchas en vacío o con poca carga en los transformadores.

1.12.1.2 Procedimientos indirectos

Este procedimiento está basado en el compensamiento de la energía reactiva mediante elementos que puedan producir energía capacitiva, compensando la energía inductiva consumida por los receptores. Existen dos clases de compensadores que pueden llegar a ser utilizados:

- compensadores giratorios (síncronos): motores que trabajan sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- compensadores estáticos (condensadores): pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.12.2 Elección del método de compensación

1.12.2.1 Corrección general

La batería está conectada en cabecera de la instalación y asegura la compensación del conjunto de la instalación. Está permanentemente en servicio durante la marcha normal de la fábrica. Sus principales ventajas son:

- Eliminación de las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- La revisión y el mantenimiento del equipo son fáciles de realizar.
- Facilidad para realizar ampliaciones.
- Se adapta mejor a los requerimientos de energía en cada instante.
- El valor de la potencia de los condensadores instalados es menor que en el caso de hacer toda la compensación individual.

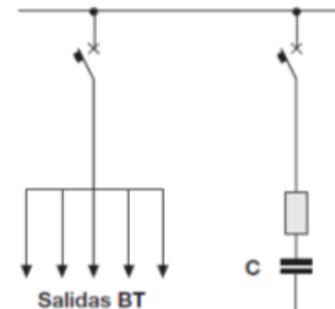


ILUSTRACIÓN 16: CORRECCIÓN GENERAL

La corrección general es muy útil en el caso de tener una gran cantidad de pequeñas cargas con potencias diversas, poseer un espacio reducido junto a la carga o tener diferente cantidad de horas de servicio. Hay que tener en cuenta que no reduce las pérdidas de energía activa en los conductores de la propia instalación.

1.12.2.2 Corrección individual

La batería está conectada directamente a los bornes de cada receptor de tipo inductivo (en particular motores). Las conexiones de la carga y el condensador se pueden realizar conjuntamente o no y la protección puede ser la misma para los dos. Las ventajas de realizar una corrección individual son:

- Eliminación de las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- Reduce el dimensionamiento de los cables y las pérdidas por efecto Joule.

En instalaciones en las que no todas las cargas funcionan al mismo tiempo y/o en las que algunas cargas están conectadas sólo durante pocas horas al día, la solución de corrección individual resulta cara ya que muchos de los condensadores instalados estarían sin utilizar largos periodos de tiempo.

Ese tipo de instalaciones resulta muy útiles cuando existen grandes consumidores con necesidad de potencia constante y por lo tanto con poca variación del factor de potencia, o cuando hay una gran cantidad de horas de servicio, como es el caso de motores de alta tensión.

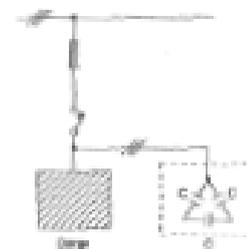


ILUSTRACIÓN 17: CORRECCIÓN INDIVIDUAL

1.12.2.3 Corrección por grupos de cargas

La batería está conectada al cuadro de distribución y suministra energía reactiva a cada taller o a un grupo de receptores. Se descarga así gran parte de la instalación. Las ventajas de este tipo de instalación son:

- Eliminación de las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- Optimización de parte de la red.

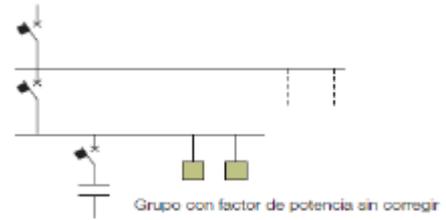


ILUSTRACIÓN 18: CORRECCIÓN POR GRUPOS DE CARGAS

Hay que tener en cuenta que la corriente reactiva está presente en parte de la instalación y que las pérdidas por efecto Joule en los cables quedan reducidas de este modo.

1.13 Relación de receptores

1.13.1 Previsión de consumidores dentro del proceso productivo

FABRICACIÓN DE BALONES DE FÚTBOL		
Nº	Nombre de la máquina	Cantidad
1	Cortador de caucho	1
2	Molino de mezcla de 12'' diámetro	1
3	Calandria de 8'' diámetro	1
4	Cortador y rociador automático de polvo	1
5	Prensa hidráulica para la producción de cámara	1
6	Vulcanizador para la producción de cámara	3
7	Máquina bobinadora de hilos de cámara	3
8	Prensa hidráulica para la cubierta de cámara	1
9	Vulcanizador automático de balones	3
10	Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo	1
11	Prensa para la producción de válvulas y pasadores	1
12	Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta	1

FABRICACIÓN DE BALONES DE BALONCESTO		
Nº	Nombre de la máquina	Cantidad
1	Cortador de caucho	1
2	Molino de mezcla de 12'' diámetro	1
3	Calandria de 8'' diámetro	1
4	Cortador y rociador automático de polvo	1
5	Prensa hidráulica para la producción de cámara	1
6	Vulcanizador para la producción de cámara	3
7	Máquina bobinadora de hilos de cámara	3
8	Prensa hidráulica para la cubierta de cámara	1
9	Vulcanizador automático de balones	3
10	Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo	1
11	Prensa para la producción de válvulas y pasadores	1
12	Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta	1

FABRICACIÓN DE BALONES DE VOLEIBOL		
Nº	Nombre de la máquina	Cantidad
1	Cortador de caucho	1
2	Molino de mezcla de 12'' diámetro	1
3	Calandria de 8'' diámetro	1
4	Cortador y rociador automático de polvo	1
5	Prensa hidráulica para la producción de cámara	1
6	Vulcanizador para la producción de cámara	3
7	Máquina bobinadora de hilos de cámara	3
8	Prensa hidráulica para la cubierta de cámara	1
9	Vulcanizador automático de balones	3

10	Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo	1
11	Prensa para la producción de válvulas y pasadores	1
12	Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta	1

1.13.2 Previsión de cargas dentro del proceso productivo

Nº	Nombre de la máquina	Cantidad	Pot. Unitaria Fútbol	Pot. Unitaria Baloncesto	Pot. Unitaria Voleibol
1	Cortador de caucho	1	10 kW	8 kW	6 kW
2	Molino de mezcla de 12'' diámetro	1	20 kW	15 kW	10 kW
3	Calandria de 8'' diámetro	1	25 kW	20 kW	15 kW
4	Cortador y rociador automático de polvo	1	20 kW	15 kW	10 kW
5	Prensa hidráulica para la producción de cámara	1	35 kW	30 kW	25 kW
6	Vulcanizador para la producción de cámara	3	20 kW	15 kW	10 kW
7	Máquina bobinadora de hilos de cámara	3	10 kW	8 kW	6 kW
8	Prensa hidráulica para la cubierta de cámara	1	35 kW	30 kW	25 kW
9	Vulcanizador automático de balones	3	25 kW	20 kW	15 kW
10	Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo	1	10 kW	8 kW	6 kW
11	Prensa para la producción de válvulas y pasadores	1	35 kW	30 kW	25 kW
12	Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta	1	20 kW	15 kW	10 kW

1.13.3 Relación de receptores dentro de los servicios generales

- Almacenes
 - Almacén de materia prima
 - Almacenamiento caucho
 - Almacenamiento productos químicos
 - Almacén de producto terminado
 - Almacenamiento de balones de fútbol
 - Almacenamiento de balones de baloncesto
 - Almacenamiento de balones de voleibol

Cada zona dispondrá de alumbrado fluorescente y de tomas de corriente.

- Servicios generales nave
 - Alumbrado nave (comprenderá: el alumbrado general de nave, el alumbrado localizado, el alumbrado de servicios y vestuarios de nave y el alumbrado exterior).
 - Fuerza nave (comprenderá: canalización eléctrica prefabricada para diversos usos).
 - Tomas de corriente nave (comprenderá: las propias tomas de corriente de la nave y la de los servicios y vestuarios).
 - Cámaras de calefacción nave (comprenderá: las cámaras de calefacción de la nave y las de los almacenes).
- Servicios generales centrales
 - Centro de transformación (comprenderá: el alumbrado del Centro, las tomas de corriente, la ventilación y la batería estacionaria de c.c).
 - Grupo electrógeno (comprenderá: el alumbrado del cuarto del Grupo y las tomas de corriente).
 - Central de producción de calor (comprenderá: las bombas de alimentación a calderas, pupitres de fuerza y mando de calderas, y el alumbrado y las tomas de corriente de la Central).
 - Central de compresores (comprenderá: las bombas agua refrigeración compresores, pupitres de fuerza y mando de compresores, y el alumbrado y las tomas de corriente de la Central).
 - Central de bombeo de agua (comprenderá: las bombas agua alimentación a la planta y el alumbrado y las tomas de corriente de la Central).
 - Taller de mantenimiento (comprenderá: el alumbrado y las tomas de corriente de taller).
- Oficinas
 - Alumbrado oficinas (comprenderá: el alumbrado de la zona 1 y la zona 2 de las oficinas).

- Fuerza oficinas (comprenderá: las tomas de corriente y la climatización de la zona 1 y 2).
- o Emergencia alumbrado (comprenderá: el alumbrado de vigilancia, evacuación y antipánico, de la zona 1 y la zona 2).
- o Emergencia fuerza (comprenderá: la fuerza de la zona 1 y la zona 2).

1.13.3.1 Iluminación

El objetivo principal de la iluminación es el de originar una adecuada visibilidad en un espacio, condición que es necesaria para la realización de cualquier tipo de tarea para poderlas llevar a cabo de una forma adecuada, segura y confortable. Para originar este confort visual deberá de cumplir una serie de requerimientos para las tareas que se realizan en función del local. Un espacio interior cumplirá con estos requerimientos si sus partes pueden verse bien sin ninguna dificultad y que una tarea se pueda realizar sin esfuerzo visual.

1.13.3.1.1 Conceptos luminotécnicos

- Flujo radiante: potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación. Se mide en vatios.
- Flujo luminoso: cantidad de luz emitida o radiada en un segundo en todas las direcciones. Se mide en lúmenes.
- Cantidad de luz: flujo luminoso emitido en la unidad de tiempo. Se mide en lúmenes por hora.
- Intensidad luminosa: flujo emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección. Se mide en candelas.
- Iluminancia: relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Se mide en lux.
- Luminancia: cociente entre la intensidad luminosa de una fuente de luz. En una dirección, y la superficie de la fuente proyectada según dicha dirección. Se mide en nit.
- Eficacia luminosa: flujo que emite una fuente de luz por unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. Se mide en lúmenes/ watio.
- Coeficiente de utilización: relación entre el flujo luminoso recibido por un cuerpo y el flujo emitido por una fuente luminosa.
- Reflectancia: relación entre el flujo reflejado por un cuerpo y el flujo recibido.
- Absortancia: relación entre el flujo luminoso absorbido por un cuerpo y el flujo recibido.
- Transmitancia: relación entre el flujo luminoso transmitido por un cuerpo y el flujo recibido.
- Factor de uniformidad: relación entre la luminancia mínima y media de una instalación de alumbrado.
- Factor de mantenimiento: coeficiente que indica el grado de conservación de una instalación.

- Temperatura de color: es aquella que tiene que alcanzar un cuerpo negro para que la tonalidad de la luz emitida sea igual a la de la lámpara considerada.
- Termorradiación: es la radiación emitida por un cuerpo caliente.
- Luminiscencia: fenómeno luminoso cuya causa no obedece exclusivamente a la temperatura de la sustancia luminiscente.
- Deslumbramiento: sensación producida por una luminancia exagerada dentro de un campo visual que altera la sensibilidad del ojo, causando molestia, reduciendo la visibilidad o ambas cosas. Dos tipos de deslumbramientos: deslumbramientos fisiológicos (o perturbadores) y deslumbramiento psicológico (o molesto).
- Factor de mantenimiento: la razón de la iluminancia producida por la instalación de iluminación a un tiempo especificado, a la iluminancia producida por la misma instalación cuando es nueva.
- Factor de utilización: relación entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.

1.13.3.1.2 *Sistemas de iluminación*

- Iluminación directa: todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo.
- Iluminación semidirecta: parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes.
- Iluminación difusa: el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta.
- Iluminación semi-indirecta: la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes.
- Iluminación indirecta: casi todo el flujo luminoso va al techo

1.13.3.1.3 *Métodos de alumbrado*

El alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

El alumbrado general localizado proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue.

El alumbrado localizado es una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. Proporciona una intensidad alta en puntos específicos de trabajo, en combinación con la iluminación general o la general localizada.

1.13.3.1.4 *Tipos de lámpara*

Condiciones que deben de cumplir las lámparas:

- Distribución espectral de la radiación total.

- Luminancia.
- Distribución de la intensidad luminosa.
- Efecto biológico de la radiación emitida.
- Color apropiado para cada aplicación.
- Calidad de la reproducción cromática.
- Constancia del flujo luminoso.
- Rendimiento luminoso.
- Vida media y vida útil.
- Repercusiones en la red de alimentación.
- Estabilización de lámparas con características de resistencia negativa.
- Variaciones de la tensión de alimentación.
- Tiempo hasta que el flujo luminoso adquiere el régimen normal.
- Posibilidad de reencendido inmediato.
- Efecto estroboscópico.
- Posición de funcionamiento.

Clases de lámparas:

- Lámparas de incandescencia: fuente de luz eléctrica más antigua. Es también la que posee mayor variedad de alternativas y se puede encontrar en casi todas las aplicaciones, particularmente cuando se requieren bajos flujos luminosos. Dentro de estas se puede distinguir las lámparas incandescentes convencionales.
- Lámparas halógenas: poseen un componente halógeno (yodo, cloro, bromo) agregado al gas de relleno y trabajan con el ciclo regenerativo de halógeno para prevenir el oscurecimiento (en una lámpara convencional, el wolframio evaporado se deposita en la superficie interna de la ampolla, por su menor temperatura).
- Lámparas fluorescentes: es una lámpara de descarga en vapor de mercurio de baja presión, en la cual la luz se produce predominantemente mediante polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga.
- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión: En estas lámparas la descarga se produce en un tubo de descarga de cuarzo (Sílice) que contiene una pequeña cantidad de mercurio y un relleno de gas inerte, generalmente argón, para ayudar al encendido.
- Lámparas de luz mezcla: Son una combinación de la lámpara de vapor de mercurio a alta presión y de la lámpara incandescente, lo cual se consigue por la inclusión dentro de la misma ampolla de un tubo de descarga de vapor de mercurio y un filamento incandescente de wolframio.
- Lámparas de halogenuros metálicos: Son lámparas de vapor de vapor de mercurio a alta presión que además contienen halogenuros de tierras raras como el Dysprosio, Holmio y el Tulio. Estos haluros son en parte vaporizados cuando la lámpara alcanza su temperatura normal operativa.

- Lámparas de sodio de baja presión: el tubo generalmente tiene forma de U y está contenido en una cubierta exterior de vidrio tubular vacío, con capa de óxido de indio en la superficie interna. El vacío, junto con la capa, la cual actúa como un reflector selectivo de infrarrojo, ayuda a mantener la pared del tubo de descarga a una temperatura de trabajo adecuada.
- Lámparas de sodio de alta presión: irradian energía a través de una buena parte del espectro visible. Por lo tanto, en comparación con la lámpara de sodio baja presión, ofrecen una reproducción de color bastante aceptable.

1.13.3.1.5 Luminarias

1.13.3.1.5.1 Instalaciones de alumbrado

- Acometida: lugar donde se une la instalación de alumbrado con la red de distribución de energía de la empresa suministradora.
- Unidad luminosa: conjunto de soporte, punto de luz, aparatos auxiliares y accesorios de conexión.
- Separación entre unidades luminosas: distancia entre dos unidades luminosas inmediatas, independientemente de su disposición.
- Separación media entre unidades luminosas: el valor medio de la separación entre unidades luminosas correspondientes a una instalación.
- Acometida al punto de luz: parte de la línea comprendida entre la conducción de energía y el portalámparas del punto de luz.
- Punto de luz: conjunto de la luminaria y lámpara o lámparas que se alojan en su interior.
- Altura del punto de luz (h): altura media del punto de luz tomando como origen el plano de trabajo.

1.13.3.1.5.2 Aparatos de alumbrado

- Luminarias: aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas, y que contiene por lo menos, todos los accesorios necesarios para fijar y sostener estas lámparas, excluyendo las propias lámparas, y los medios de conexión a la red de alimentación. Podemos diferenciar en tres pares de grupos:
 - Luminaria simétrica: Luminaria con reparto simétrico de la intensidad luminosa.
 - Luminaria asimétrica: luminaria con reparto asimétrico de la intensidad luminosa.
 - Luminaria concentradora: luminaria que concentra la luz en un haz estrecho.
 - Luminaria dispersora: luminaria que reparte la luz en un haz ancho.
 - Luminaria ventilada: luminaria a través de la cual circula aire debido a las corrientes de convección.
 - Luminaria estanca: luminaria provista de la protección necesaria, contra la penetración de la lluvia, polvo, etc.

- Reflector: dispositivo que sirve para modificar el reparto espacial del flujo luminoso de una fuente de luz, utilizando esencialmente el fenómeno de la reflexión.
- Difusor: dispositivo que sirve para modificar el reparto espacial del flujo luminoso de una fuente de luz, utilizando esencialmente el fenómeno de difusión.
- Pantalla: Protección, que puede ser de materiales diversos, opacos o difusores, que impide la visión directa de la lámpara.
- Pantalla antideslumbrante: Protección constituida por elementos translúcidos u opacos, que impiden la visión directa de la lámpara bajo un ángulo determinado.
- Vidrio de protección: parte de la luminaria, destinada a proteger las lámparas del polvo, suciedad o del contacto con líquidos, vapores o gases.
- Rejilla de protección: elemento que protege mecánicamente una lámpara o luminaria o impide la caída de trozos de vidrio procedente de las lámparas.
- Difusor de rejilla: dispositivo que hace las veces de pantalla antideslumbrante y difusor, aumentando el confort visual.

1.13.3.1.5.3 Clasificación de luminarias

Clasificación de las luminarias según las condiciones de servicio:

- Luminarias para instalaciones de alumbrado interior: destinadas a iluminación de locales y naves dedicadas a centros comerciales, industrias oficinas, talleres, edificios docentes, instalaciones deportivas cubiertas, etc.
- Luminarias para instalaciones de alumbrado por proyección: dentro de este grupo podemos encuadrar las destinadas a instalaciones deportivas cubiertas y al aire libre, áreas de trabajo, áreas de vigilancia, etc.
- Luminarias para instalaciones de alumbrado público: se subdivide en luminarias de parques y jardines, y en luminarias de alumbrado público viario.

Para la clasificación de las luminarias según sus características mecánicas sigue la norma UNE 20324 designándolas por las letras IP seguidas de 3 dígitos:

- Primer número: Indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. Varía entre 0 (sin protección) y 6 (máxima protección).
- Segundo número: Indica el grado de protección contra la penetración de líquidos y sus efectos perjudiciales. Varía entre 0 y 8.
- Tercer número: Indica la resistencia a los choques.

Clasificación de las luminarias según sus características eléctricas:

- Clase 0: luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos de aislamiento principal, sobre el medio circulante. La luminaria tiene aislamiento normal sin toma de tierra.
- Clase I: luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra, que debe conectarse al borne marcado.

- Clase II: luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal, sino que comprende medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.
- Clase III: luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad entre 40 y 50 voltios (MBTS).

1.13.3.1.6 Alumbrado de emergencia

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve. Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

1.13.3.1.6.1 Alumbrado de evacuación

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

1.13.3.1.6.2 Alumbrado ambiente o anti-pánico

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

1.13.3.1.7 Solución del alumbrado

Actualmente este proceso está informatizado (DIALUX), pero se indicará en este apartado el proceso a seguir para realizar un proyecto de iluminación en un interior, teniendo en cuenta las recomendaciones que establece la C.I.E.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Características geométricas del local.
2. Características de reflexión de las diferentes superficies.
3. Obtención de los valores requeridos para el tipo de actividad a desarrollar en el local (iluminancia media de servicio, calidad limitación del deslumbramiento, IRC), tablas de la C.I.E.
4. Seleccionar el tipo de luminaria a instalar en función de las características del local, el cual definirá si la luminaria es de empotrar en falso techo, de adosar o suspender.
5. Comprobar que la luminaria cumple la calidad de limitación de deslumbramiento directo.
6. Como el nivel medio es el que se mantendrá en la instalación, es preciso aplicar a los valores iniciales unos coeficientes de depreciación de la misma.
7. Cuando se realiza el cálculo de la iluminación de un local por el método del factor de utilización, es necesario conocer el rendimiento de la luminaria y el factor de utilización (para lo que se necesita saber el valor de K y las reflexiones de techo, paredes y suelo).
8. Una vez que se tienen todos los datos, se aplicará la fórmula fundamental de la iluminación:

$$E_{ms} = \frac{\Phi \cdot N \cdot \eta \cdot f_u \cdot f_m}{S}$$

Donde: E_{ms} = Iluminación media en servicio.

Φ = Flujo luminoso unitario de la lámpara.

N = Número de lámparas.

η = Rendimiento de la luminaria.

f_u = Factor de utilización.

f_m = Factor de mantenimiento.

S = Superficie a iluminar.

APARIENCIA DE COLOR DE LAS LÁMPARAS		
Grupo de apariencia de color	Apariencia de color	Temperatura de color
1	CÁLIDA	°K < 3.300
2	INTERMEDIA	3.300 < °K < 5.300
3	FRÍA	°K > 5.300

IMPRESIÓN GENERAL ASOCIADA CON DIFERENTES ILUMINANCIAS Y DIFERENTES APARIENCIAS DE COLOR DE LA LUZ			
Iluminancia (Lux)	Apariencia de color de la luz		
	CALIDA T < 3.300 °K	INTERMEDIA	FRÍA T > 5.300 °K
Menos de 500	Agradable	Neutra	Fría
De 500 a 1.000			
De 1.000 a 2.000	Estimulante	Agradable	Neutra
De 2.000 a 3.000			
Más de 3.000	Antinatural	Estimulante	Agradable

ILUSTRACIÓN 19: TABLAS PARA LA ELECCIÓN DE LA LÁMPARA

IMPRESIÓN GENERAL ASOCIADA CON DIFERENTES ILUMINANCIAS Y DIFERENTES APARIENCIAS DE COLOR DE LA LUZ				
Grupo rendimiento en color	Rango rendimiento en color	Apariencia de color	Ejemplos para usos preferible	Ejemplos para uso aceptable
1A	IRC \geq 90	Cálido Intermedio Frio	Igualaciones de color, exploraciones clínicas, galerías de arte	
1B	90 > IRC \geq 80	Cálido Intermedio	Casas, hoteles, restaurantes, tiendas, oficinas, escuelas, hospitales	
		Intermedio Cálido	Imprenta, industria de pintura y textiles, trabajo industrial	
2	80 > IRC \geq 60	Cálido Intermedio Frio	Trabajo industrial	Oficinas, escuelas
3	60 > IRC \geq 40		Industrias bastas	Trabajo industrial
4	40 > IRC \geq 20			Trabajos bastos, trabajo industrial con bajo requerimiento de rendimiento de color

ILUSTRACIÓN 20: TABLA PARA LA ELECCIÓN DE LA LÁMPARA

Cuando se establece el nivel medio de iluminancia en servicio y las características de la lámpara a instalar, se determina el factor de mantenimiento, que será función del local, de la luminaria proyectada y de la lámpara a instalar. En la siguiente tabla vemos reflejado el factor de mantenimiento para diferentes ambientes de trabajo.

Ambiente de trabajo	F_m
Acerías, fundiciones	0' 65
Industrias de soldadura, mecanizado	0' 70
Oficinas industriales, salas	0' 75
Patios de operaciones, locales públicos	0' 80
Despachos, oficinas comerciales, informáticas	0' 85

ILUSTRACIÓN 21: FACTOR DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DEL AMBIENTE DE TRABAJO

Posteriormente se determina un factor de reflexión tanto para techo, paredes como suelo dependiendo del color de estos se puede estipular su factor como se muestra en la siguiente tabla.

Color	Factor de reflexión
Color blanco y muy claros	80%
Color claro	50%
Color medio	30%
Color oscuro	10%

ILUSTRACIÓN 22: FACTOR DE REFLEXIÓN SEGÚN EL COLOR

A partir de las dimensiones de la nave se determina el índice de local para determinar el coeficiente de utilización. Para luminarias directas, semidirectas, directas-indirectas y general difusa se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{A \cdot L}{h \cdot (A + L)}$$

En cambio para luminarias indirectas y semi-indirectas le corresponde la posterior fórmula:

$$K = \frac{A \cdot L}{2 \cdot h \cdot (A + L)}$$

Dónde:

A = Ancho del local (m.)

L = Longitud del local (m.)

h = Altura de montaje (m.). Distancia desde la luminaria hasta el plano útil o de trabajo. La altura del local, H, es suma de la cota de suspensión de la luminaria, C, más la altura de montaje, h, y más los 0.85 m. a los que está el plano de trabajo del suelo. $h = H - C - 0.85$.

Para determinar el factor de utilización este dependerá de diversos factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión y el factor de mantenimiento. Para facilitar este valor cada fabricante tiene tabulados estos valores como se puede observar a continuación en la tabla.

Luminarias montadas en techo										
	Reflectancias %									
Techo %	80	80	80	50	50	80	80	50	50	30
Pared %	80	50	30	50	30	80	30	50	30	30
Plano trabajo %	30	30	30	30	30	10	10	10	10	10
Índice del local K	Factor de utilización f_u %									
0,60	73	46	37	44	36	66	36	42	35	35
0,80	82	57	47	54	46	74	45	51	44	44
1,00	91	66	56	62	54	80	53	59	52	51
1,25	98	75	65	70	62	85	61	66	60	59
1,50	103	82	73	76	69	89	67	72	66	65
2,00	109	91	82	84	78	94	75	78	73	72
2,50	114	98	90	90	84	97	81	83	79	77
3,00	117	103	96	95	90	99	86	87	83	82
4,00	120	109	103	100	95	101	91	91	88	86
5,00	122	113	107	103	98	103	93	93	91	89

ILUSTRACIÓN 23: TABULACIÓN PARA EL FACTOR DE UTILIZACIÓN

Según la norma UNE 12464.1 relativa a la “Iluminación de los lugares de trabajo en interior” se obtiene diferentes tablas de los niveles de iluminación en función del tipo de interior, tarea y actividad a realizar.

1.2 Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.2.1	Cantinas, despensas	200	22	80	
1.2.2	Salas de descanso	100	22	80	
1.2.3	Salas para ejercicio físico	300	22	80	
1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	80	
1.2.5	Enfermería	500	19	80	
1.2.6	Salas para atención médica	500	16	90	T _{CP} ≥ 4 000 K

ILUSTRACIÓN 24: ILUMINACIÓN PARA SALAS DE DESCANSO

1.4 Salas de almacenamiento, almacenes fríos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60	200 lux si está ocupado en continuo
1.4.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	25	60	

ILUSTRACIÓN 25: ILUMINACIÓN PARA ZONA DE ALMACENES

2.5 Industria química, de plásticos y de caucho

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
2.5.1	Instalaciones de tratamiento manejadas por control remoto	50	–	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
2.5.2	Instalaciones de tratamiento con intervención manual limitada	150	28	40	
2.5.3	Puestos de trabajo constantemente protegidos en instalaciones de tratamiento	300	25	80	
2.5.4	Salas de medidas de precisión, laboratorios	500	19	80	
2.5.5	Producción farmacéutica	500	22	80	
2.5.6	Producción de neumáticos	500	22	80	
2.5.7	Inspección de colores	1 000	16	90	T _{CP} ≥ 4 000 K
2.5.8	Corte, acabado, inspección	750	19	80	

ILUSTRACIÓN 26: ILUMINACIÓN PARA INDUSTRIA DE CAUCHO

3 Oficinas

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
3.1	Archivo, copias, etc.	300	19	80	
3.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11
3.3	Dibujo técnico	750	16	80	
3.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11
3.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
3.6	Mostrador de recepción	300	22	80	
3.7	Archivos	200	25	80	

ILUSTRACIÓN 27: ILUMINACIÓN PARA ZONA DE OFICINAS

El rendimiento de una luminaria es la relación entre el flujo luminoso que sale de la luminaria y el flujo luminoso nominal de la lámpara o lámparas ubicadas en la misma.

Rendimiento de las luminarias

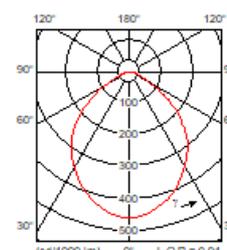
Tipo de luminaria	Rendimiento en %	
	Total	Hemisferio inferior
Regleta sencilla	95	60
Regleta con reflector	80	80
Regleta con reflector y rejilla de retícula	65	65
Regleta con rejilla y componente indirecto	80	40 – 45
Regleta con cubeta de plástico opal	70	45
Luminaria con reflector y cubeta prismática	65	65
Luminaria con reflector y lamas con puente en V	65	65
Luminaria con reflector y rejilla de retícula fina	55	55
Luminaria con reflector de espejo y lamas	70	70
Luminaria de bajo brillo con reflectores parabólicos y rejilla de lamas	60	60

ILUSTRACIÓN 28: RENDIMIENTO DE LAS LUMINARIAS

1.13.3.1.8 Solución escogida para el alumbrado interior

El desarrollo del alumbrado se ha llevado a cabo mediante el software DIALUX:

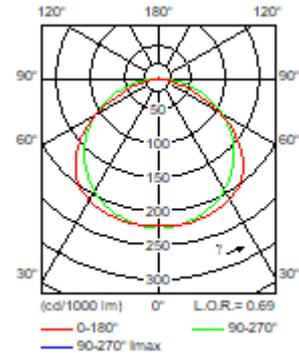
- Oficinas: la solución adoptada está dentro de la familia CoreLine Downlight de Philips. Se decantó por DN130B D217 1xLED20S/830. Esta luminaria crea un efecto de iluminación natural para la aplicación de iluminación en las oficinas. Sus especificaciones técnicas son:
 - Flujo de la lámpara: 2400 lúmenes
 - Grado de eficacia de funcionamiento: 0.91
 - Rendimiento lumínico: 99.4 lúmenes/ W
 - Flujo: 2184 lúmenes
 - Potencia: 22 W
 - Dimensiones: 0.11 x 0.22 m
 - Balasto: No
 - Numero de luminarias: 48



- Almacén de materias primas: la solución adoptada es TTX188 581 2xTL-D58W HFE WR de Philips. Sus especificaciones técnicas son:

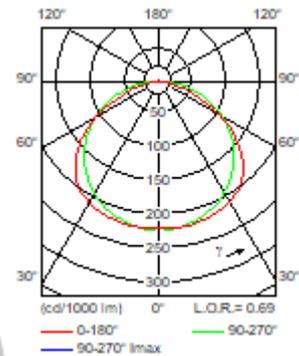
- Flujo de la lámpara: 10300 lúmenes
- Grado de eficacia de funcionamiento: 0.6

- Rendimiento lumínico: - lúmenes/ W
- Flujo: 7107 lúmenes
- Potencia: 2x58 W
- Dimensiones: 1.54x0.14x0.14 m
- Balasto: HFE
- Numero de luminarias: 12



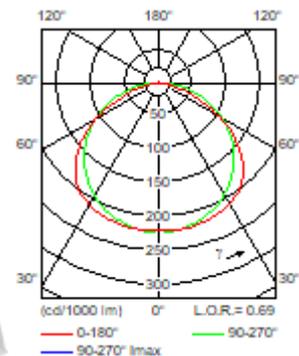
- Nave de proceso productivo: se adopta la misma solución que para el almacén de materias primas TTX188 581 2xTL-D58W HFE WR de Philips. Sus especificaciones técnicas son:

- Flujo de la lámpara: 10300 lúmenes
- Grado de eficacia de funcionamiento: 0.6
- Rendimiento lumínico: - lúmenes/ W
- Flujo: 7107 lúmenes
- Potencia: 2x58 W
- Dimensiones: 1.54x0.14x0.14 m
- Balasto: HFE
- Numero de luminarias: 54



- Almacén de producto terminado: se adopta la misma solución que para el almacén de materias primas TTX188 581 2xTL-D58W HFE WR de Philips. Sus especificaciones técnicas son:

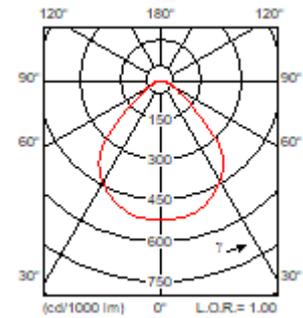
- Flujo de la lámpara: 10300 lúmenes
- Grado de eficacia de funcionamiento: 0.6
- Rendimiento lumínico: - lúmenes/ W
- Flujo: 7107 lúmenes
- Potencia: 2x58 W
- Dimensiones: 1.54x0.14x0.14 m
- Balasto: HFE
- Numero de luminarias: 12



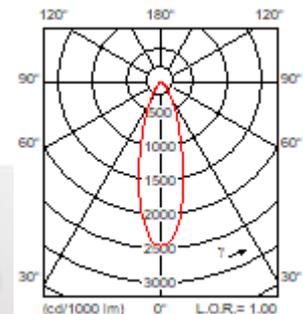
- Vestuarios: se adopta por una luminaria empotrada led de la familia DayZone de Philips BBS562 1xLED35S/840 AC-MLO-C. Sus especificaciones técnicas son:

- Flujo de la lámpara: 3500 lúmenes
- Grado de eficacia de funcionamiento: 1
- Rendimiento lumínico: - lúmenes/ W

- Flujo: 3500 lúmenes
 - Potencia: 34 W
 - Dimensiones: 0.62x0.62x0.05 m
 - Balasto: No
 - Numero de luminarias: 16/vestuario
- Aseos: la solución adoptada es una luminaria tipo led dentro de la familia CoreLine Recessed Spot de Philips. La luminaria escogida es RS141B 1xLED6-32-/827 y sus especificaciones técnicas son:



- Flujo de la lámpara: 650 lúmenes
- Grado de eficacia de funcionamiento: 1
- Rendimiento lumínico: 59 lúmenes/ W
- Flujo: 650 lúmenes
- Potencia: 11 W
- Dimensiones: 0.06x0.10 m
- Balasto: No
- Numero de luminarias: 8/baño



- Centro de transformación y servicios generales:

1.13.3.2 Climatización

1.13.3.2.1 Condiciones exteriores

La elección de las condiciones exteriores de temperatura seca y, en su caso, de temperatura húmeda simultánea del lugar, que son necesarias para el cálculo de la demanda térmica máxima instantánea y, en consecuencia, para el dimensionado de equipos y aparatos, se hará en base al criterio de niveles percentiles, que podrán ser incluso diferentes para distintos subsistemas de la misma instalación. Para la selección de los niveles percentiles se tendrán en cuenta las indicaciones de la norma UNE 100014.

Los datos climáticos para el emplazamiento de la nave (Zamora) viene dado en la siguiente tabla con los percentiles considerados de 1% para verano y de 99% para invierno.

Datos de partida de la capital de provincia (Zamora) a partir de los cuales se realizaran las correcciones pertinentes. Se toman de referencia los datos para las condiciones de refrigeración:

- Altitud: 656 metros sobre el nivel del mar
- Temperatura seca: $TS_1 = 33.0 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura húmeda: $THC_1 = 20.1 \text{ }^\circ\text{C}$
- Humedad relativa: $HR = 31.4\%$
- Humedad específica: $X = 0.01067 \text{ kgv / kga}$
- Presión atmosférica: $P_t = 101325 \cdot (1 - 2.25577 \cdot 0.00001 \cdot 656)^{5.2559} = 93688.50 \text{ Pa}$

Provincia	Estación		Indicativo				
Zamora	Zamora (Observatorio)		2614				
UBICACIÓN:			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
656	41°31'00"	05°44'01"W	78.109	14.604	9.460		
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS _{99,6} (°C)	TS ₉₉ (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
-10,6	-4,6	-3,2	12,2	94,6	39,2		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS _{0,4} (°C)	THC _{0,4} (°C)	TS ₁ (°C)	THC ₁ (°C)	TS ₂ (°C)	THC ₂ (°C)	OMDR (°C)
39,2	34,6	20,3	33,0	20,1	31,4	19,8	18,5
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH _{0,4} (°C)	TSC _{0,4} (°C)	TH ₁ (°C)	TSC ₁ (°C)	TH ₂ (°C)	TSC ₂ (°C)		
21,4	21,4	20,6	20,6	20,0	20,0		

ILUSTRACIÓN 29: CONDICIONES EXTERIORES DEL PROYECTO

La calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P)

La calidad del aire exterior de Zamora es ODA 1.

1.13.3.2.2 Condiciones interiores

Según la norma IT 1.1.4.1.2. las condiciones de la temperatura y humedad relativa se fijan en base a la actividad metabólica de las personas, grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos, y estarán comprendidas entre los siguientes límites

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

ILUSTRACIÓN 30: CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

Se dispone de un sistema de ventilación que aporte el suficiente caudal de aire exterior que evite, en la nave industrial, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes. En función del uso del local, la calidad del aire interior (IDA) que se debe alcanzar es, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad, 20 l/s·pers).
- IDA 2 (aire de buena calidad, 12,5 l/s·pers).
- IDA 3 (aire de calidad media, 8 l/s·pers).
- IDA 4 (aire de calidad baja, 5 l/s·pers).

En este caso se deberá de alcanzar una calidad del aire interior IDA 3 y de IDA 2 para oficinas. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), se muestran en la siguiente tabla:

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

(*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración.

ILUSTRACIÓN 31: CLASES DE FILTRACIÓN

En este caso la clase de filtración será F7 y de F8 para oficinas.

1.13.3.2.3 Características constructivas

Se establece la composición de los distintos cerramientos de que se compondrá la nave. Esto sirve para el cálculo de los coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos, U, utilizando DB-HE 1.

La expresión para el cálculo de los coeficientes de transmisión viene dado por $U=1/R_T$. Donde R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo, se mide en m^2K/W . La resistencia térmica total de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante el sumatorio de la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior y las resistencias térmicas de cada capa definida como el espesor de la capa entre la conductividad térmica de diseño del material.

La composición de los distintos cerramientos es la siguiente:

- Fachada:

fachada	λ (W/m K)	e (m)	$R=e/\lambda$ (m ² K/W)
R_{si}			0.04
hormigón armado	2.3	0.2	0.087
cámara de aire	0.17	0.02	0.118
poli estireno expandido	0.038	0.04	1.053
fábrica de ladrillo hueco	0.444	0.07	0.158
enlucido de yeso	0.4	0.015	0.036
R_{se}			0.13
R_T			1.623
U (W/m ² K)			0.616

- Tabiques interiores:

tabiques interiores	λ (W/m K)	e (m)	$R=e/\lambda$ (m ² K/W)
R_{si}			0.13

enlucido de yeso	0.4	0.02	0.05
fábrica de ladrillo hueco doble	0.375	0.16	0.423
enlucido de yeso	0.4	0.02	0.05
R _{se}			0.13
R _T			0.786666667
U (W/m ² K)			1.271186441

- Solado oficinas

oficinas	λ (W/m K)	e (m)	R=e/λ (m ² K/W)
R _{si}			0.040
Baldosa cerámica-porcelana	1.300	0.015	0.012
Mortero de cemento	1.300	0.030	0.023
Recrecido de gravilla	0.810	0.030	0.037
Fábrica de bloque de hormigón convencional	0.909	0.200	0.220
enlucido de yeso	0.400	0.015	0.038
R _{se}			0.100
R _T			0.469
U (W/m ² K)			2.131

- Separación almacén-nave

separación almacén-nave	λ (W/m K)	e (m)	R=e/λ (m ² K/W)
R _{si}			0.130
Mortero de cemento	1.300	0.030	0.023
Poli estireno expandido	0.038	0.040	1.053
Fábrica de bloque de hormigón convencional	0.909	0.200	0.220
Fábrica de ladrillo hueco doble	0.375	0.070	0.187
enlucido de yeso	0.400	0.015	0.038
R _{se}			0.130
R _T			1.780
U (W/m ² K)			0.562

- Cubierta de panel metálico tipo sándwich (U=0.490 W/m²K)
- Solera de composición hormigón en masa, fibras plásticas y enchado de grava (U=1.920 W/m²K).

1.13.3.2.4 Cargas térmicas

Para el cálculo de climatización de la nave se realiza el cálculo de las cargas térmicas diferenciando entre cargas térmicas de calefacción y cargas térmicas de refrigeración.

1.13.3.2.4.1 Cargas térmicas de calefacción

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción se usan las condiciones más desfavorables:

- Temperatura seca: -3.2°C.
- Temperatura interior: 23 °C
- Humedad relativa: 94.2 %.
- Temperatura del terreno: 4.4 °C
- Caudal de ventilación de la nave: 50 m³/h trabajador
- Caudal ventilación de las oficinas: 1.2 · Superficie.

Se debe de tener en cuenta las pérdidas por transmisión que vendrá dado por la diferencia de temperatura entre el muro exterior y la temperatura de fuera del edificio. Viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q_T = S \cdot U \cdot C_0 \cdot (T_{interior} - T_{exterior})$$

Donde:

- Q_T : carga térmica por transmisión (W)
- S : superficie del muro expuesto
- U : coeficiente de transmisión térmica del cerramiento
- C_0 : coeficiente de orientación del cerramiento.
- $T_{interior}$: temperatura proyectada en el local calefactado
- $T_{exterior}$: temperatura del exterior

Para el coeficiente de orientación se usaran valores que se suelen usar habitualmente:

- Norte: 1,2
- Noreste: 1,1
- Este: 1,10
- Sureste: 1,5
- Sur: 1,00
- Suroeste: 1,5
- Oeste: 1,1
- Noroeste: 1,15

También se deben de tener en cuenta las pérdidas por entrada de aire del exterior. De acuerdo con la norme UNE EN 13779 hay que considerar la regeneración de aire dentro del local. Para determinarlo viene dado por la siguiente fórmula:

$$Q_A = V \cdot C_e \cdot \delta \cdot (T_{interior} - T_{exterior})$$

Donde:

- Q_A : carga térmica por renovación de aire
- V : caudal de aire aportado
- C_e : calor específico del aire

- δ : densidad del aire

El calor específico del aire es de 0.24 kcal/kg°C, y la densidad del aire es de 1.24 kg/m³.

Se obtiene las siguientes cargas térmicas de calefacción:

nave principal					
transmisión					
cerramientos	S (m2)	U	CO	ΔT	QT
fachada exterior sureste	500.000	0.616	1.500	26.200	12111.740
fachada exterior suroeste	200.000	0.616	1.500	26.200	4844.696
fachada exterior noreste	500.000	0.616	1.100	26.200	8881.943
fachada exterior noroeste	200.000	0.616	1.150	26.200	3714.267
solera	1000.000	1.920	1.000	18.600	35712.000
cubierta	1000.000	0.490	1.000	26.200	12838.000
QT					78102.646

ventilación					
nave principal	v	ce	d	ΔT	QA
	0.278	0.240	1.240	26.200	9053.323

carga térmica de calefacción parcial					87155.968
factor de seguridad del 10%					8715.597
carga térmica de calefacción total					95871.565

oficinas					
transmisión					
cerramientos	S (m2)	U	CO	ΔT	QT
fachada exterior sureste	40.000	0.616	1.500	26.200	968.939
fachada exterior suroeste	40.000	0.616	1.500	26.200	968.939
fachada exterior noreste	40.000	0.616	1.100	26.200	710.555
fachada exterior noroeste	40.000	0.616	1.150	26.200	742.853
solera oficinas	100.000	2.131	1.000	18.600	3964.410
cubierta	100.000	0.490	1.000	26.200	1283.800
QT					8639.498

ventilación					
oficinas	v	ce	d	ΔT	QA
	120.000	0.240	1.240	26.200	935.654

carga térmica de calefacción parcial					9575.152
factor de seguridad del 10%					957.515
carga térmica de calefacción total					10532.667

carga total					106404.232 W
-------------	--	--	--	--	--------------

1.13.3.2.4.2 Cargas térmicas de refrigeración

Para el cálculo de la demanda de frío se prevén la existencia de cargas térmicas sensibles debidas a la diferencia de temperatura y a la radiación térmica, y cargas latentes debidas a la aportación de humedad al aire. Las cargas sensibles que intervienen para la demanda de frío son la carga debido a la radiación solar, la carga debida a la transmisión a través de los cerramientos, el calor sensible generado por las personas que ocupan el local, el calor generado o la iluminación solar, el calor procedente del aire de ventilación y el calor generado por las maquinas presentes en el local. Para el cálculo de la carga latente se hace mediante el calor latente generado por las personas que ocupan el local.

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción se usan las condiciones más desfavorables:

- Temperatura seca: 33 °C.
- Temperatura interior: 23 °C
- Humedad relativa: 94.2 %.
- Temperatura del terreno: 27.1 °C
- Caudal de ventilación de la nave: 50 m³/h trabajador
- Caudal ventilación de las oficinas: 1.2 m³/h m²· Superficie.

No se va a tener en cuenta el calor debido a la radiación solar ya que se debería de tener la superficie translúcida que va a estar expuesta a la radiación. Para el cálculo de la transmisión a través de los cerramientos no se tendrá en cuenta la corrección en función de la orientación, salvo por esto se hallará de la misma manera que se obtuvo para calefacción.

$$Q_T = S \cdot U \cdot (T_{exterior} - T_{interior})$$

Donde:

- Q_T: carga térmica por transmisión (W)
- S: superficie del muro expuesto
- U: coeficiente de transmisión térmica del cerramiento
- T_{interior}: temperatura proyectada en el local calefactado
- T_{exterior}: temperatura del exterior

El cálculo sensible procedente del aire de ventilación se obtendrá de la misma manera que se halló para la calefacción. Para el calor generado por la iluminación se hace una estimación de cargas térmicas debidas al alumbrado de 25 W/m²; se deberá de multiplicar por la superficie la cual está alumbrando la fuente de calor sensible.

Para la ocupación tanto sensible como latente se hace una estimación media de lo que puede estar emitiendo una persona. De esta forma se obtiene de 70 W/persona para el cálculo del calor sensible y de 47 W/persona para el cálculo del calor latente. Para hallar la carga térmica generada por la maquinaria se le da un valor de 1500 W/máquina para el caso de aquellas que se encuentran en el proceso productivo y de 600 W/máquina para las que se encuentren en las oficinas.

A partir de esto se obtienen los siguientes resultados:

cargas térmicas de calefacción					
nave principal					
transmisión					
cerramientos	S (m2)	U	C0	ΔT	QT
fachada exterior sureste	500.000	0.616	1.500	-26.200	-12111.740
fachada exterior suroeste	200.000	0.616	1.500	-26.200	-4844.696
fachada exterior noreste	500.000	0.616	1.100	-26.200	-8881.943
fachada exterior noroeste	200.000	0.616	1.150	-26.200	-3714.267
solera	1000.000	1.920	1.000	-18.600	-35712.000
cubierta	1000.000	0.490	1.000	-26.200	-12838.000
QT					-78102.646
ventilación					
nave principal	v	ce	d	ΔT	QA
	0.556	0.240	1.240	-26.200	-18106.645
iluminación					
	carga iluminación		S		QI
nave principal	15.000		1000.000		15000.000
ocupación					
	carga por trabajador		trabajadores		QO
nave principal	75.000		40.000		3000.000
maquinas					
	carga maquina		numero de maquinas		QM
nave principal	1500.000		63.000		94500.000
cargas latentes					
ocupación					
	carga latente por trabajador		trabajadores		QLO
nave principal	47.000		20.000		940.000
ventilación					
	q	Humedad ext.	Humedad int.		Qv
nave principal	0.556	0.004	0.010		0.003
maquinas					
	carga maquina	numero de maquinas			QM
nave principal	50.000	63.000			3150.000
carga térmica de calefacción parcial sensible					16290.709
factor de seguridad del 10%					1629.071
carga térmica de calefacción total sensible					17919.780
carga térmica de calefacción parcial latente					4090.003
factor de seguridad del 10%					409.000
carga térmica de calefacción total latente					4499.004

oficinas					
transmisión					
cerramientos	S (m2)	U	CO	ΔT	QT
fachada exterior sureste	40.000	0.616	1.500	26.200	968.939
fachada exterior suroeste	40.000	0.616	1.500	26.200	968.939
fachada exterior noreste	40.000	0.616	1.100	26.200	710.555
fachada exterior noroeste	40.000	0.616	1.150	26.200	742.853
solera oficinas	100.000	2.131	1.000	-18.600	-3964.410
cubierta	100.000	0.490	1.000	26.200	1283.800
QT					710.677
ventilación					
	v	ce	d	ΔT	QA
oficinas	120.000	0.240	1.240	26.200	935.654
iluminación					
	carga iluminación		S	QI	
nave principal	15.000		100.000	1500.000	
ocupación					
	carga por trabajador		trabajadores	QO	
nave principal	75.000		40.000	3000.000	
maquinas					
	carga maquina		numero de maquinas	QM	
nave principal	600.000		8.000	4800.000	
cargas latentes					
ocupación					
	carga latente por trabajador		trabajadores	QLO	
nave principal	47.000		40.000	1880.000	
ventilación					
	q	humedad exterior	humedad interior		
nave principal	0.556	0.004	0.010	0.003	
maquinas					
	carga maquina		numero de maquinas	QM	
nave principal	50.000		8.000	400.000	
carga térmica de calefacción parcial sensible					10946.331
factor de seguridad del 10%					1094.633
carga térmica de calefacción total sensible					12040.964
carga térmica de calefacción parcial latente					2280.003
factor de seguridad del 10%					228.000
carga térmica de calefacción total latente					2508.004

carga total de calefacción sensible	29960.744
carga total de calefacción latente	7007.007

cargas de refrigeración					
nave principal					
transmisión					
cerramientos	S (m2)	U	C0	ΔT	QT
fachada exterior sureste	500.000	0.616	1.000	10.000	3081.868
fachada exterior suroeste	200.000	0.616	1.000	10.000	1232.747
fachada exterior noreste	500.000	0.616	1.000	10.000	3081.868
fachada exterior noroeste	200.000	0.616	1.000	10.000	1232.747
solera	1000.000	1.920	1.000	4.100	7872.000
cubierta	1000.000	0.490	1.000	10.000	4900.000
QT					21401.230
ventilación					
nave principal	v	ce	d	ΔT	QA
	0.556	0.240	1.240	10.000	6910.933
iluminación					
	carga iluminación		S		QI
nave principal	25.000		1000.000		25000.000
ocupación					
	carga por trabajador		trabajadores		QO
nave principal	70.000		40.000		2800.000
maquinas					
	carga maquina		numero de maquinas		QM
nave principal	1500.000		63.000		94500.000
cargas latentes					
ocupación					
	carga latente por trabajador		trabajadores		QLO
nave principal	47.000		20.000		940.000
ventilación					
	q	humedad exterior	humedad interior		
nave principal	0.556	0.004	0.010		0.003
maquinas					
	carga maquina		numero de maquinas		QM
nave principal	50.000		63.000		3150.000
carga térmica de refrigeración parcial sensible					150612.163
factor de seguridad del 10%					15061.216
carga térmica de refrigeración total sensible					165673.379

carga térmica de refrigeración parcial latente	4090.003
factor de seguridad del 10%	409.000
carga térmica de refrigeración total latente	4499.004

oficinas					
transmisión					
cerramientos	S (m2)	U	CO	ΔT	QT
fachada exterior sureste	40.000	0.616	1.500	10.000	369.824
fachada exterior suroeste	40.000	0.616	1.500	10.000	369.824
fachada exterior noreste	40.000	0.616	1.100	10.000	271.204
fachada exterior noroeste	40.000	0.616	1.150	10.000	283.532
solera	100.000	2.131	1.000	4.100	873.875
cubierta	100.000	0.490	1.000	10.000	490.000
QT					2658.260
ventilación					
oficinas	v	ce	d	ΔT	QA
	0.033	0.240	1.240	10.000	414.656
iluminación					
	carga iluminación		S	QI	
oficinas	25.000		100.000	2500.000	
ocupación					
	carga por trabajador		trabajadores	QO	
oficinas	70.000		40.000	2800.000	
maquinas					
	carga maquina		numero de maquinas	QM	
oficinas	600.000		8.000	4800.000	
cargas latentes					
ocupación					
	carga latente por trabajador		trabajadores	QLO	
oficinas	47.000		20.000	940.000	
ventilación					
	q	humedad exterior	humedad interior		
nave principal	0.556	0.004	0.010		0.003
maquinas					
	carga maquina		numero de maquinas	QM	
nave principal	50.000		8.000	400.000	
carga térmica de refrigeración parcial sensible					13172.916
factor de seguridad del 10%					1317.292

carga térmica de refrigeración total sensible	14490.207
carga térmica de refrigeración parcial latente	1340.003
factor de seguridad del 10%	134.000
carga térmica de refrigeración total latente	1474.004

carga de refrigeración total sensible	180163.587
carga de refrigeración total latente	5973.007

Con los datos obtenidos anteriormente se optara por una unidad climatizadora la cual se dividirá por zonas dentro de la nave principal con un consumo de 30 kW y dos unidades climatizadoras para la zona de oficinas de 10 kW cada una.

1.13.4 Previsión de consumidores de los servicios generales

Dentro del cuadro general de distribución se va a diferenciar entre el cuadro de almacenes, servicios generales de nave, servicios generales centrales, oficinas, emergencia de alumbrado y emergencia de fuerza.

1.13.4.1 Almacenes

Dentro de los almacenes se realiza una agrupación de cuadros donde se diferenciarán entre los almacenes de materia prima y almacenes de producto terminado.

1.13.4.1.1 Almacenes de materia prima

En los almacenes de materia prima se distinguen entre el almacén de productos químicos y el almacén de caucho.

1.13.4.1.1.1 Almacén de caucho

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
AMP 4 1 1	Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 1	0.224
AMP 4 1 2	Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 2	0.224
AMP 4 1 3	Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 3	0.224
AMP 4 1 4	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 1 (2x16 A) monofásico	9
AMP 4 1 5	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 2 (2x16 A) trifásico	9
AMP 4 1 6	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 1 (2x16 A) monofásico	9
AMP 4 1 7	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 2 (2x16 A) trifásico	9
AMP 4 1 8	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 1 (2x16 A) monofásico	9
AMP 4 1 9	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 2 (2x16 A) trifásico	9

1.13.4.1.1.2 Almacén de productos químicos

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
AMP 4 2 1	Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 1	0.224
AMP 4 2 2	Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 2	0.224
AMP 4 2 3	Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 3	0.224
AMP 4 2 4	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 1 (2x16 A) monofásico	9
AMP 4 2 5	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 2 (2x16 A) trifásico	9
AMP 4 2 6	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 1 (2x16 A) monofásico	9
AMP 4 2 7	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 2 (2x16 A) trifásico	9
AMP 4 2 8	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 1 (2x16 A) monofásico	9
AMP 4 2 9	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 2 (2x16 A) trifásico	9

1.13.4.1.2 Almacén de producto terminado

En los almacenes de producto terminado se diferencia entre el almacén de producto terminado de fútbol, baloncesto y voleibol.

1.13.4.1.2.1 Almacén de producto terminado de fútbol

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
APT 4 1 1	Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 1	0.224
APT 4 1 2	Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 2	0.224
APT 4 1 3	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 1 (2x16 A) monofásico	9
APT 4 1 4	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 1 (2x16 A) trifásico	9
APT 4 1 5	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 2 (2x16 A) monofásico	9
APT 4 1 6	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 2 (2x16 A) trifásico	9

1.13.4.1.2.2 Almacén de producto terminado de baloncesto

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
APT 4 2 1	Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 1	0.224
APT 4 2 2	Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 2	0.224
APT 4 2 3	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 1 (2x16 A) monofásico	9

APT 4 2 4	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 1 (2x16 A) trifásico	9
APT 4 2 5	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 2 (2x16 A) monofásico	9
APT 4 2 6	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 2 (2x16 A) trifásico	9

1.13.4.1.2.3 Almacén de producto terminado de voleibol

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
APT 4 3 1	Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 1	0.224
APT 4 3 2	Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 2	0.224
APT 4 3 3	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 1 (2x16 A) monofásico	9
APT 4 3 4	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 1 (2x16 A) trifásico	9
APT 4 3 5	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 2 (2x16 A) monofásico	9
APT 4 3 6	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 2 (2x16 A) trifásico	9

1.13.4.2 Servicios generales de la nave

En los servicios generales de la nave se va a distinguir entre el subcuadro de los alumbrados de la nave, fuerza general de la nave, tomas de corriente y la calefacción.

1.13.4.2.1 Alumbrado de la nave

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGN 5 1 1	Alumbrado nave Zona 1 1	0.672
SGN 5 1 2	Alumbrado nave Zona 1 2	0.672
SGN 5 1 3	Alumbrado nave Zona 1 3	0.672
SGN 5 1 4	Alumbrado nave Zona 2 1	0.672
SGN 5 1 5	Alumbrado nave Zona 2 2	0.672
SGN 5 1 6	Alumbrado nave Zona 2 3	0.672
SGN 5 1 7	Alumbrado nave Zona 3 1	0.672
SGN 5 1 8	Alumbrado nave Zona 3 2	0.672
SGN 5 1 9	Alumbrado nave Zona 3 3	0.672
SGN 5 1 10	Alumbrado localizado Zona 1	1.34
SGN 5 1 11	Alumbrado localizado Zona 2	1.34
SGN 5 1 12	Alumbrado localizado Zona 3	1.34
SGN 5 1 13	Alumbrado servicios 1	0.176
SGN 5 1 14	Alumbrado servicios 2	0.176
SGN 5 1 15	Alumbrado vestuarios 1	0.066
SGN 5 1 16	Alumbrado vestuarios 2	0.066
SGN 5 1 17	Alumbrado exterior 1 (12x50)	0.6

SGN 5 1 18	Alumbrado exterior 2 (4x80)	0.32
SGN 5 1 19	Alumbrado exterior 3 (6x80)	0.48
SGN 5 1 20	Alumbrado exterior 4 (12x50)	0.6
SGN 5 1 21	Alumbrado exterior 5 (4x80)	0.32
SGN 5 1 22	Alumbrado exterior 6 (6x80)	0.48

1.13.4.2.2 Fuerza de la nave

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGN 5 2 1	Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 1	110
SGN 5 2 2	Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 2	110
SGN 5 2 3	Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 3	110

1.13.4.2.3 Tomas de corriente de la nave

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGN 5 3 1	Toma de corriente zona 1 1 (2x16 A) monofásico	9
SGN 5 3 2	Toma de corriente zona 1 2 (2x16 A) trifásico	9
SGN 5 3 3	Toma de corriente zona 2 1 (2x16 A) monofásico	9
SGN 5 3 4	Toma de corriente zona 2 2 (2x16 A) trifásico	9
SGN 5 3 5	Toma de corriente zona 3 1 (2x16 A) monofásico	9
SGN 5 3 6	Toma de corriente zona 3 2 (2x16 A) trifásico	9
SGN 5 3 7	Toma de corriente vestuarios 1 (3x10 A)	5.6
SGN 5 3 8	Toma de corriente vestuarios 2 (3x10 A)	5.6
SGN 5 3 9	Toma de corriente servicios 1 (1x10 A)	1.8
SGN 5 3 10	Toma de corriente servicios 2 (1x10 A)	1.8

1.13.4.2.4 Cámaras de calefacción

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGN 5 4 1	Cámara de calefacción de la nave zona 1	30
SGN 5 4 2	Cámara de calefacción de la nave zona 2	30
SGN 5 4 3	Cámara de calefacción de la nave zona 3	30
SGN 5 4 4	Cámara de calefacción del almacén 1	30
SGN 5 4 5	Cámara de calefacción del almacén 2	30

1.13.4.3 Servicios generales centrales

En los servicios generales centrales se dividirá por las diferentes zonas del centro de transformación: centro de transformación, grupo electrógeno, centro de producción de calor, centro de compresores, centro de bombas de agua y el taller de mantenimiento.

1.13.4.3.1 Centro de transformación

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGC 6 1 1	Alumbrado del centro de transformación	0.204
SGC 6 1 2	Tomas de corriente centro de transformación (2x16 A) monofásico	12.2
SGC 6 1 3	Ventilación del centro de transformación	1.5
SGC 6 1 4	Batería estacionaria del centro de transformación	1

1.13.4.3.2 Grupo electrógeno

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGC 6 2 1	Alumbrado del cuarto del grupo electrógeno	0.034
SGC 6 2 2	Tomas de corriente del grupo electrógeno (2x16 A) monofásico	12.2

1.13.4.3.3 Central de producción de calor

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGC 6 3 1	Bomba de alimentación a calderas 1	10
SGC 6 3 2	Bomba de alimentación a calderas 2	10
SGC 6 3 3	Pupitre de fuerza y mandos de calderas 1	20
SGC 6 3 4	Pupitre de fuerza y mandos de calderas 2	20
SGC 6 3 5	Alumbrado de central de producción de calor	0.068
SGC 6 3 6	Tomas de corriente de la central de producción de calor (2x16 A) monofásico	12.2

1.13.4.3.4 Central de compresores

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGC 6 4 1	Bomba de agua de refrigeración compresores 1	30
SGC 6 4 2	Bomba de agua de refrigeración compresores 2	30
SGC 6 4 3	Pupitres de fuerza y mando de compresores 1	20
SGC 6 4 4	Pupitres de fuerza y mando de compresores 2	20
SGC 6 4 5	Alumbrado de la central de compresores	0.034
SGC 6 4 6	Tomas de corriente de la central de compresores (2x16 A) monofásico	12.2

1.13.4.3.5 Central de bombeo de agua

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGC 6 5 1	Bomba del agua de alimentación a la planta 1	20
SGC 6 5 2	Bomba del agua de alimentación a la planta 2	20
SGC 6 5 3	Alumbrado de la central de bombeo de agua	0.034
SGC 6 5 4	Toma de corriente de la central de bombeo de agua (3x16 A) monofásico	18.3

1.13.4.3.6 Taller de mantenimiento

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
SGC 6 6 1	Alumbrado del taller de mantenimiento	0.034
SGC 6 6 2	Tomas de corriente del taller de mantenimiento (3x16 A) monofásico	18.3

1.13.4.4 Oficinas

La parte de las oficinas estarán divididas en dos partes un subcuadro para la parte de alumbrado y otra para las tomas de corriente y fuerza.

1.13.4.4.1 Alumbrado de oficinas

La parte de alumbrado de las oficinas estará dividida en dos subcuadros para diferenciar dos partes para el alumbrado.

1.13.4.4.1.1 Alumbrado de oficinas zona 1

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
OFI 7 1 1 1	Alumbrado zona 1 1	0.475
OFI 7 1 1 2	Alumbrado zona 1 2	0.475

1.13.4.4.1.2 Alumbrado de oficinas zona 2

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
OFI 7 1 2 1	Alumbrado zona 2 1	0.475
OFI 7 1 2 2	Alumbrado zona 2 2	0.475

1.13.4.4.2 Tomas de corriente y fuerza en las oficinas

Al igual que en la parte de alumbrado, se dividirá en dos subcuadros para diferenciar dos partes.

1.13.4.4.2.1 Tomas de corriente y fuerza en las oficinas zona 1

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
OFI 7 2 1 1	Tomas de corriente zona 1 1 (7x10 A)	16.1
OFI 7 2 1 2	Tomas de corriente zona 1 2 (3x10 A)	6.9
OFI 7 2 1 3	Climatizador zona 1	12.5

1.13.4.4.2.2 Tomas de corriente y fuerza en las oficinas zona 2

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
OFI 7 2 2 1	Tomas de corriente zona 2 1 (3x10A)	6.9
OFI 7 2 2 2	Tomas de corriente zona 2 2 (9x10A)	33.12
OFI 7 2 2 3	Climatizador zona 2	12.5

1.13.4.5 Alumbrado de emergencia

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
EMA 8 1	Emergencia alumbrado de vigilancia zona 1	2.3904
EMA 8 2	Emergencia alumbrado de vigilancia zona 2	2.3904
EMA 8 3	Emergencia alumbrado de vigilancia zona 3	2.3904
EMA 8 4	Emergencia alumbrado de evacuación zona 1	0.324
EMA 8 5	Emergencia alumbrado de evacuación zona 2	0.324
EMA 8 6	Emergencia alumbrado de evacuación zona 3	0.324
EMA 8 7	Emergencia alumbrado antipánico zona 1	0.648
EMA 8 8	Emergencia alumbrado antipánico zona 2	0.648
EMA 8 9	Emergencia alumbrado antipánico zona 3	0.648

1.13.4.6 Fuerza de emergencia

Denominación	Salida	Potencia total (kW)
EMF 9 1	Emergencia de fuerza zona 1	28
EMF 9 2	Emergencia de fuerza zona 2	28
EMF 9 3	Emergencia de fuerza zona 3	28

1.14 Red de distribución de baja tensión

Desde el Cuadro General de Distribución partirán los cables de salida para alimentar a las distintas instalaciones receptoras de la nave. Cada salida dispondrá de un dispositivo de mando y protección.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías en cualquier punto de su recorrido, afecten solamente a ciertas partes de la instalación. Los dispositivos de protección de cada circuito estarán convenientemente coordinados, siendo selectivos con otros dispositivos generales que les precedan.

Para garantizar el mayor equilibrado posible de las cargas, en el caso de cargas monofásicas, éstas se repartirán uniformemente entre las tres fases o conductores polares a lo largo de la instalación.

Desde el Cuadro General de Distribución partirán las salidas a alimentar a las distintas instalaciones receptoras que describimos a continuación con sus características generales:

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			
SALIDA	REF. CUADRO	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Salida 1	FBF 1	Alimentación subcuadro nivel 1 Fabricación balones fútbol	
Salida 2	FBB 2	Alimentación subcuadro nivel 1 Fabricación balones baloncesto	
Salida 3	FBV 3	Alimentación subcuadro nivel 1 Fabricación balones voleibol	
Salida 4	A0	Alimentación Agrupación cuadros Almacenes	
		AMP 4	Alim. subcuadro nivel 1 Almacén materia prima
		APT 4	Alim. Subcuadro nivel 1 Almacén prod. terminado
Salida 5	SGN 5	Alimentación subcuadro nivel 1 Servicios generales nave	
Salida 6	SGC 6	Alimentación subcuadro nivel 1 Servicios generales centrales	
Salida 7	OFI 7	Alimentación Subcuadro nivel 1 Oficinas	
Salida 8	Batería Condensadores T1	Alimentación Cuadro Condensadores	
Salida 9	Batería Condensadores T2	Alimentación Cuadro Condensadores	

Desde el embarrado común del Cuadro General de Distribución y de la alimentación desde el grupo electrógeno partirán las siguientes salidas con sus características:

SALIDA	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. Simult.	F. Potenc.
Salida 10	S10 EMERG AL	Cuadro emergencia alumbrado			
Salida 11	S11 EMERG FZA	Cuadro emergencia fuerza			

Además del Cuadro General de Distribución dispondremos de tantos subcuadros y a distintos niveles como requiera la instalación.

Tanto en el Cuadro General de Distribución como en los subcuadros podremos realizar, dentro del cuadro, agrupaciones de circuitos.

1.14.1 Subcuadros nivel 1

Desde el Cuadro General de Distribución del Centro de Transformación se alimentan a los subcuadros de nivel 1 siguientes, con sus líneas de reparto:

SUBCUADROS NIVEL 1			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 1.1	FBF 1	FBF 1 1	Cortador de caucho
		FBF 1 2	Molino de mezcla de 12"
		FBF 1 3	Calandria de 8" diámetro
		FBF 1 4	Cortador y rociador automático de polvo
		FBF 1 5	Prensa hidráulica para la producción de cámara
		FBF 1 6	Alim. subc. nivel 2 vulcan. cámara b. fútbol
		FBF 1 7	Alim. subc. nivel 2 bobinadora balón fútbol
		FBF 1 8	Prensa hidráulica para la cubierta de cámara
		FBF 1 9	Alim. subc. nivel 2 vulcan. autom. b. fútbol
		FBF 1 10	Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo
		FBF 1 11	Prensa para la producción de válvulas y pasadores
		FBF 1 12	Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta

Cuadro 1.2	FBB 2	FBB 2 1	Cortador de caucho
		FBB 2 2	Molino de mezcla de 12"
		FBB 2 3	Calandria de 8" diámetro
		FBB 2 4	Cortador y rociador automático de polvo
		FBB 2 5	Prensa hidráulica para la producción de cámara
		FBB 2 6	Alim. sub. nivel 2 vulc. cam. b. baloncesto
		FBB 2 7	Alim. sub. nivel 2 bobinador. b. baloncesto
		FBB 2 8	Prensa hidráulica para la cubierta de cámara
		FBB 2 9	Alim. sub. nivel 2 vulc. auto. b. baloncesto
		FBB 2 10	Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo
		FBB 2 11	Prensa para la producción de válvulas y pasadores
		FBB 2 12	Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta
Cuadro 1.3	FBV 3	FBV 3 1	Cortador de caucho
		FBV 3 2	Molino de mezcla de 12"
		FBV 3 3	Calandria de 8" diámetro
		FBV 3 4	Cortador y rociador automático de polvo
		FBV 3 5	Prensa hidráulica para la producción de cámara
		FBV 3 6	Alim. sub. nivel 2 vulc. cámara b. voleibol
		FBV 3 7	Alim. sub. nivel 2 bobinadora bal. voleibol
		FBV 3 8	Prensa hidráulica para la cubierta de cámara
		FBV 3 9	Alim. sub. nivel 2 vulc. automat. b. voleibol

		FBV 3 10	Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo
		FBV 3 11	Prensa para la producción de válvulas y pasadores
		FBV 3 12	Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta
Cuadro 1.4	A 0	AMP 4 1	Alim. sub. nivel 2 almacenamiento caucho
		AMP 4 2	Alim. sub. nivel 2 almacén prod. químicos
		APT 4 1	Alim. sub. nivel 2 almacén balones fútbol
		APT 4 2	Alim. sub. nivel 2 almacén bal. baloncesto
		APT 4 3	Alim. sub. nivel 2 almac. balones voleibol
Cuadro 1.5	SGN 5	SGN 5 1	Alim. subcuadro nivel 2 alumbrado nave
		SGN 5 2	Alimentac. subcuadro nivel 2 fuerza nave
		SGN 5 3	Alim. subcu. nivel 2 tomas corriente nave
		SGN 5 4	Alim. sub. nivel 2 cámar. calefacción nave
Cuadro 1.6	SGC 6	SGC 6 1	Alim. subcu. nivel 2 centro transformación
		SGC 6 2	Alim. subcuadro nivel 2 grupo electrógeno
		SGC 6 3	Alim. sub. nivel 2 central producción calor
		SGC 6 4	Alim. subcu. nivel 2 central compresores
		SGC 6 5	Alim. subcu. nivel 2 central bombeo agua
		SGC 6 6	Alim. subcu. nivel 2 taller mantenimiento

SUBCUADROS NIVEL 1			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 1.7	OFI 7	OFI 7 1	Alim. subcuad. nivel 2 alumbrado oficinas
		OFI 7 2	Aliment. subcuadro nivel 2 fuerza oficinas
Cuadro 1.8	Batería conden.		Condensadores trafo 1
Cuadro 1.9	Batería conden.		Condensadores trafo 2
Cuadro 1.10	EMA 8	EMA 8 1	Emergencia alumbrado de vigilancia zona 1
		EMA 8 2	Emergencia alumbrado de vigilancia zona 2
		EMA 8 3	Emergencia alumbrado de vigilancia zona 3
		EMA 8 4	Emergencia alumbrado de evacuación zona 1
		EMA 8 5	Emergencia alumbrado de evacuación zona 2
		EMA 8 6	Emergencia alumbrado de evacuación zona 3
		EMA 8 7	Emergencia alumbrado antipánico zona 1
		EMA 8 8	Emergencia alumbrado antipánico zona 2
		EMA 8 9	Emergencia alumbrado antipánico zona 3
Cuadro 1.11	EMF 9	EMF 9 1	Emergencia de fuerza zona 1
		EMF 9 2	Emergencia de fuerza zona 2
		EMF 9 3	Emergencia de fuerza zona 3

1.14.2 Subcuadros nivel 2

Desde cuadros nivel 1 se alimentan los cuadros de nivel 2 siguientes, con sus líneas:

SUBCUADROS NIVEL 2			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 2.1	FBF 1 6	FBF 1 6 1	Vulcanizador para la producción de cámaras 1
		FBF 1 6 2	Vulcanizador para la producción de cámaras 2
		FBF 1 6 3	Vulcanizador para la producción de cámaras 3
Cuadro 2.2	FBF 1 7	FBF 1 7 1	Máquina bobinadora de hilos de cámara 1
		FBF 1 7 2	Máquina bobinadora de hilos de cámara 2
		FBF 1 7 3	Máquina bobinadora de hilos de cámara 3
Cuadro 2.3	FBF 1 9	FBF 1 9 1	Vulcanizador automático de balones 1
		FBF 1 9 2	Vulcanizador automático de balones 2
		FBF 1 9 3	Vulcanizador automático de balones 3

SUBCUADROS NIVEL 2			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 2.4	FBB 2 6	FBB 2 6 1	Vulcanizador para la producción de cámaras 1
		FBB 2 6 2	Vulcanizador para la producción de cámaras 2
		FBB 2 6 3	Vulcanizador para la producción de cámaras 3
Cuadro 2.5	FBB 2 7	FBB 2 7 1	Máquina bobinadora de hilos de cámara 1

		FBB 2 7 2	Máquina bobinadora de hilos de cámara 2
		FBB 2 7 3	Máquina bobinadora de hilos de cámara 3
Cuadro 2.6	FBB 2 9	FBB 2 9 1	Vulcanizador automático de balones 1
		FBB 2 9 2	Vulcanizador automático de balones 2
		FBB 2 9 3	Vulcanizador automático de balones 3
Cuadro 2.7	FBV 3 6	FBV 3 6 1	Vulcanizador para la producción de cámaras 1
		FBV 3 6 2	Vulcanizador para la producción de cámaras 2
		FBV 3 6 3	Vulcanizador para la producción de cámaras 3
Cuadro 2.8	FBV 3 7	FBV 3 7 1	Máquina bobinadora de hilos de cámara 1
		FBV 3 7 2	Máquina bobinadora de hilos de cámara 2
		FBV 3 7 3	Máquina bobinadora de hilos de cámara 3
Cuadro 2.9	FBV 3 9	FBV 3 9 1	Vulcanizador automático de balones 1
		FBV 3 9 2	Vulcanizador automático de balones 2
		FBV 3 9 3	Vulcanizador automático de balones 3
Cuadro 2.10	AMP 4 1	AMP 4 1 1	Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 1
		AMP 4 1 2	Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 2
		AMP 4 1 3	Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 3

		AMP 4 1 4	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 1 (2x16 A) monofásico
		AMP 4 1 5	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 2 (2x16 A) trifásico
		AMP 4 1 6	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 1 (2x16 A) monofásico
		AMP 4 1 7	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 2 (2x16 A) trifásico
		AMP 4 1 8	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 1 (2x16 A) monofásico
		AMP 4 1 9	Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 2 (2x16 A) trifásico
Cuadro 2.11	AMP 4 2	AMP 4 2 1	Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 1
		AMP 4 2 2	Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 2
		AMP 4 2 3	Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 3
		AMP 4 2 4	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 1 (2x16 A) monofásico
		AMP 4 2 5	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 2 (2x16 A) trifásico
		AMP 4 2 6	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 1 (2x16 A) monofásico
		AMP 4 2 7	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 2 (2x16 A) trifásico
		AMP 4 2 8	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 1 (2x16 A) monofásico

		AMP 4 2 9	Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 2 (2x16 A) trifásico
Cuadro 2.12	APT 4 1	APT 4 1 1	Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 1
		APT 4 1 2	Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 2
		APT 4 1 3	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 1 (2x16 A) monofásico
		APT 4 1 4	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 1 (2x16 A) trifásico
		APT 4 1 5	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 2 (2x16 A) monofásico
		APT 4 1 6	Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 2 (2x16 A) trifásico
Cuadro 2.13	APT 4 2	APT 4 2 1	Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 1
		APT 4 2 2	Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 2
		APT 4 2 3	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 1 (2x16 A) monofásico
		APT 4 2 4	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 1 (2x16 A) trifásico
		APT 4 2 5	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 2 (2x16 A) monofásico
		APT 4 2 6	Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 2 (2x16 A) trifásico

Cuadro 2.14	APT 4 3	APT 4 3 1	Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 1
		APT 4 3 2	Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 2
		APT 4 3 3	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 1(2x16 A) monofásico
		APT 4 3 4	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 1(2x16 A) trifásico
		APT 4 3 5	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 2(2x16 A) monofásico
		APT 4 3 6	Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 2 (2x16 A) trifásico
Cuadro 2.15	SGN 5 1	SGN 5 1 1	Alumbrado nave Zona 1 1
		SGN 5 1 2	Alumbrado nave Zona 1 2
		SGN 5 1 3	Alumbrado nave Zona 1 3

SUBCUADROS NIVEL 2			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 2.15	SGN 5 1	SGN 5 1 4	Alumbrado nave Zona 2 1
		SGN 5 1 5	Alumbrado nave Zona 2 2
		SGN 5 1 6	Alumbrado nave Zona 2 3
		SGN 5 1 7	Alumbrado nave Zona 3 1
		SGN 5 1 8	Alumbrado nave Zona 3 2
		SGN 5 1 9	Alumbrado nave Zona 3 3
		SGN 5 1 10	Alumbrado localizado Zona 1
		SGN 5 1 11	Alumbrado localizado Zona 2

		SGN 5 1 12	Alumbrado localizado Zona 3
		SGN 5 1 13	Alumbrado servicios 1
		SGN 5 1 14	Alumbrado servicios 2
		SGN 5 1 15	Alumbrado vestuarios 1
		SGN 5 1 16	Alumbrado vestuarios 2
		SGN 5 1 17	Alumbrado exterior 1 (12x50)
		SGN 5 1 18	Alumbrado exterior 2 (4x80)
		SGN 5 1 19	Alumbrado exterior 3 (6x80)
		SGN 5 1 20	Alumbrado exterior 4 (12x50)
		SGN 5 1 21	Alumbrado exterior 5 (4x80)
		SGN 5 1 22	Alumbrado exterior 6 (6x80)
Cuadro 2.16	SGN 5 2	SGN 5 2 1	Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 1
		SGN 5 2 2	Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 2
		SGN 5 2 3	Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 3
Cuadro 2.17	SGN 5 3	SGN 5 3 1	Toma de corriente zona 1 1 (2x16 A) monofásico
		SGN 5 3 2	Toma de corriente zona 1 2 (2x16 A) trifásico
		SGN 5 3 3	Toma de corriente zona 2 1 (2x16 A) monofásico
		SGN 5 3 4	Toma de corriente zona 2 2 (2x16 A) trifásico
		SGN 5 3 5	Toma de corriente zona 3 1 (2x16 A) monofásico
		SGN 5 3 6	Toma de corriente zona 3 2 (2x16 A) trifásico

		SGN 5 3 7	Toma de corriente vestuarios 1 (3x10 A)
		SGN 5 3 8	Toma de corriente vestuarios 2 (3x10 A)
		SGN 5 3 9	Toma de corriente servicios 1 (1x10 A)
		SGN 5 3 10	Toma de corriente servicios 2 (1x10 A)
Cuadro 2.18	SGN 5 4	SGN 5 4 1	Cámara de calefacción de la nave zona 1
		SGN 5 4 2	Cámara de calefacción de la nave zona 2
		SGN 5 4 3	Cámara de calefacción de la nave zona 3
		SGN 5 4 4	Cámara de calefacción del almacén 1
		SGN 5 4 5	Cámara de calefacción del almacén 2
Cuadro 2.19	SGC 6 1	SGC 6 1 1	Alumbrado del centro de transformación
		SGC 6 1 2	Tomas de corriente centro de transformación (2x16 A) monofásico
		SGC 6 1 3	Ventilación del centro de transformación
		SGC 6 1 4	Batería estacionaria del centro de transformación
Cuadro 2.20	SGC 6 2	SGC 6 2 1	Alumbrado del cuarto del grupo electrógeno
		SGC 6 2 2	Tomas de corriente del grupo electrógeno (2x16 A) monofásico
Cuadro 2.21	SGC 6 3	SGC 6 3 1	Bomba de alimentación a calderas 1
		SGC 6 3 2	Bomba de alimentación a calderas 2
		SGC 6 3 3	Pupitre de fuerza y mandos de calderas 1

		SGC 6 3 4	Pupitre de fuerza y mandos de calderas 2
		SGC 6 3 5	Alumbrado de central de producción de calor
		SGC 6 3 6	Tomas de corriente de la central de producción de calor (2x16 A) monofásico
Cuadro 2.22	SGC 6 4	SGC 6 4 1	Bomba de agua de refrigeración compresores 1
		SGC 6 4 2	Bomba de agua de refrigeración compresores 2
		SGC 6 4 3	Pupitres de fuerza y mando de compresores 1
		SGC 6 4 4	Pupitres de fuerza y mando de compresores 2
		SGC 6 4 5	Alumbrado de la central de compresores
		SGC 6 4 6	Tomas de corriente de la central de compresores (2x16 A) monofásico
Cuadro 2.23	SGC 6 5	SGC 6 5 1	Bomba del agua de alimentación a la planta 1
		SGC 6 5 2	Bomba del agua de alimentación a la planta 2
		SGC 6 5 3	Alumbrado de la central de bombeo de agua
		SGC 6 5 4	Toma de corriente de la central de bombeo de agua (3x16 A) monofásico
Cuadro 2.24	SGC 6 6	SGC 6 6 1	Alumbrado del taller de mantenimiento
		SGC 6 6 2	Tomas de corriente del taller de mantenimiento (3x16 A) monofásico

SUBCUADROS NIVEL 2			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 2.25	S7.1 AL OFIC	OFI 7 1 1	Alim. sub. nivel 3 alumbrado oficinas zona 1
		OFI 7 1 2	Alim. sub. nivel 3 alumbrado oficinas zona 2
Cuadro 2.26	S7.2 FZA OFIC	OFI 7 1 2	Alim. sub. nivel 3 fuerza oficinas zona 1
		OFI 7 2 2	Alim. sub. nivel 3 fuerza oficinas zona 2

1.14.3 Subcuadros nivel 3

Desde cuadros nivel 2 se alimentan los cuadros de nivel 3 siguientes, con sus líneas:

SUBCUADROS NIVEL 3			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 3.1	OFI 7 1 1	OFI 7 1 1 1	Alumbrado oficinas zona 11
		OFI 7 1 1 2	Alumbrado oficinas zona 12
Cuadro 3.2	OFI 7 1 2	OFI 7 1 2 1	Alumbrado oficinas zona 21
		OFI 7 1 2 2	Alumbrado oficinas zona 22
Cuadro 3.3	OFI 7 2 1	OFI 7 2 1 1	Fuerza oficinas zona 11
		OFI 7 2 1 2	Fuerza oficinas zona 12
		OFI 7 2 1 3	Climatización oficinas zona 1
Cuadro 3.4	OFI 7 2 2	OFI 7 2 2 1	Fuerza oficinas zona 21
		OFI 7 2 2 2	Fuerza oficinas zona 22
		OFI 7 2 2 3	Climatización oficinas zona 2

1.15 Centro de transformación

El centro de transformación de este proyecto será de obra tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica. Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora de Electricidad Iberdrola.

Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF₆).

La instalación se alimenta desde el cuadro general que se encuentra en el centro de transformación.

1.15.1 Necesidades y potencia demandada

Se precisa el suministro de energía eléctrica para alimentar a la instalación, a una tensión de 400/230 V y con una potencia máxima demanda de 1300 kW aproximadamente.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de tres transformadores de 1000 kVA.

1.15.2 Obra civil

1.15.2.1 Local

El Centro estará ubicado en un local no prefabricado. En él se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos. El paramento de la puerta estará situado preferentemente en línea de fachada a un vía pública.

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.

1.15.2.2 Edificio de transformación

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 de reacción al fuego A1, según la clasificación europea de los productos para la construcción.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.



ILUSTRACIÓN 32: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.15.2.3 Cimentación

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 $1,5 \text{ kg/cm}^2$ 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 la 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.

1.15.2.4 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 0.10 m, se instalará un enrejado de hierros redondos de 4 mm de diámetro como mínimo, fondo malla no mayor de $0-0.30 \times 0.30 \text{ m}$, 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.

Con la finalidad de permitir la evacuación y extinción del aceite mineral, se dispondrá de pozo de recogida de aceite, con revestimiento resistente al fuego y estanco, que tenga la resistencia

estructural adecuada para las condiciones de empleo. Se tendrá en cuenta en su dimensionamiento el volumen de aceite que pueda recibir.

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 indica en la RU 1303 A. 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 apareamiento, 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.

El acabado de la albañilería tendrá las características siguientes:

- Paramentos interiores: Raseo con mortero de cemento fratasado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.
- Paramentos exteriores: Se realizará de acuerdo con el resto del edificio.
- El pavimento será de cemento continuo bruñido y ruleteado.

El acabado de los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT deberá garantizar un adecuado comportamiento frente a la oxidación.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos. Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del CT serán recibidas en la pared, de manera que no exista contacto eléctrico con las masas conductoras interiores, incluidas estructuras metálicas de la albañilería.

1.15.2.5 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 el apartado 5.4.2. de la Norma UNE-EN 61330.

El sistema elegido será mediante vigas fabricadas en obra y viguetas semiresistentes, con Documento de Idoneidad Técnica, cuya ficha de características se exigirá por la dirección técnica.

1.15.2.6 Varios

Las canalizaciones subterráneas enlazarán con el CT de forma que permitan el tendido directo de cables a partir de la vía de acceso o galería de servicios. Los cables de alta tensión entrarán

bajo tubo en el CT, llegando a la celda correspondiente por canal o tubo. En los tubos no se admitirán curvaturas. En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0.60 m.

El local deberá contar con cota de desagüe suficiente. Los fosos o canales tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2 % hacia una arqueta sumidero conectada a la arqueta colectora, que puede ir comunicada mediante tubo con el desagüe general o pozo filtrante.

Cuando el CT se encuentre con las puertas cerradas, el grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, así como la protección contra la entrada de objetos sólido extraños y agua será IP23.

1.15.3 Instalación eléctrica

1.15.3.1 Aparata de alta tensión

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en hexafloruro de azufre, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas. La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran la toma para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar. Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparata del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (U_n):

- $U_n \leq 20$ kV
 - o Tensión asignada: 24 kV
 - o 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.
- $20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$
 - 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.

El transformador es trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural en aceite. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del trafo.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de $10(D+d)$, siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

En la acometida se ha optado por la elección de poner 1 única línea, sabiendo que es de menor coste al de poner dos, donde se aseguraría la continuidad en caso de avería en la producción. En empresas grandes, normalmente se llevarían dos líneas y para evitar el cobro de costes fijos por parte de la empresa suministradora.

1.15.3.2 Aparata de baja tensión

Cuando son necesarias más de 4 salidas en B.T. se permite ampliar el cuadro reseñado mediante módulos de las mismas características, pero sin compartimento superior de acometida.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm².

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

1.15.4 Componentes instalados en el centro de transformación

Los elementos que forman parte de la aparata de maniobra y protección del centro de transformación, se disponen en forma de celdas prefabricadas (armarios) que contienen en su interior el elemento de maniobra y protección correspondiente.

Estas celdas se enlazan, se conectan, entre sí, para conseguir un conjunto que ofrezca las posibilidades de maniobra y protección necesarias. El fabricante, mediante ensayos y certificaciones de calidad, asegura que dicho conjunto, si se instala según sus prescripciones, cumple las condiciones de seguridad suficientes.



ILUSTRACIÓN 33: INTERIOR DE UN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Un centro de transformación de abonado para tres transformadores podría ser el siguiente:

Las celdas que forman parte de éste centro de transformación son:

- a) Celdas de línea: Disponen de un interruptor de corte en carga, seccionador de puesta a tierra, aisladores capacitivos y pilotos señalizadores.
El interruptor tiene apertura y cierre simultáneo en los tres polos, tensión nominal 24 KV e intensidad nominal de 400 A.
El seccionador de puesta a tierra está situado entre el terminal del cable y el aparato de protección y maniobra.
Ésta celda es propiedad de la compañía suministradora, que es la única que tiene acceso a ellas según MIE RAT 19
- b) Celda de seccionamiento: Es una celda que sirve para dejar sin servicio el centro de transformación sin afectar al anillo de MT. Dispone de un seccionador que desconecta, sólo sin carga, y deja al circuito.
- c) Celda de protección: Se trata de una cabina con un interruptor automático capaz de abrir el circuito en carga y en cortocircuito.
El interruptor debe contar con una cámara de ruptura con algún dieléctrico adecuado (aire, aceite o gas SF6). El interruptor es de 24 KV y 400 A de corriente nominal.
Puede estar formada por un interruptor automático o disyuntor, o un interruptor con fusibles (ruptofusible).
El primero protege contra sobrecargas y cortocircuitos mediante relés, y se utiliza normalmente como protección de todos los transformadores.
El segundo se suele utilizar como protección cada uno de los transformadores. Se utiliza la timonería del fusible como activador del sistema de apertura del interruptor, y protege únicamente contra cortocircuitos. Para que proteja al transformador contra sobrecargas se coloca una bobina de emisión conectada a las protecciones del mismo, que luego veremos.

Se denomina de protección general si protege más de un transformador o de protección del transformador si protege únicamente un transformador.

- d) Celda de medida: La celda de medida es la utilizada para la ubicación de los transformadores de medida, necesarios para la tarificación de energía. Se utilizan dos o tres transformadores de tensión 20000/110 V y dos o tres trafos de corriente X/5 A, con doble devanado, para la medida y para la protección. Dichos transformadores se conectan con el equipo de medida de energía mediante dos cables de 2,5 mm² por trafa de tensión y de intensidad.
- e) Celda de remonte: Únicamente tienen las barras de remonte, los soportes de las barras y los elementos de conexión con las otras celdas.

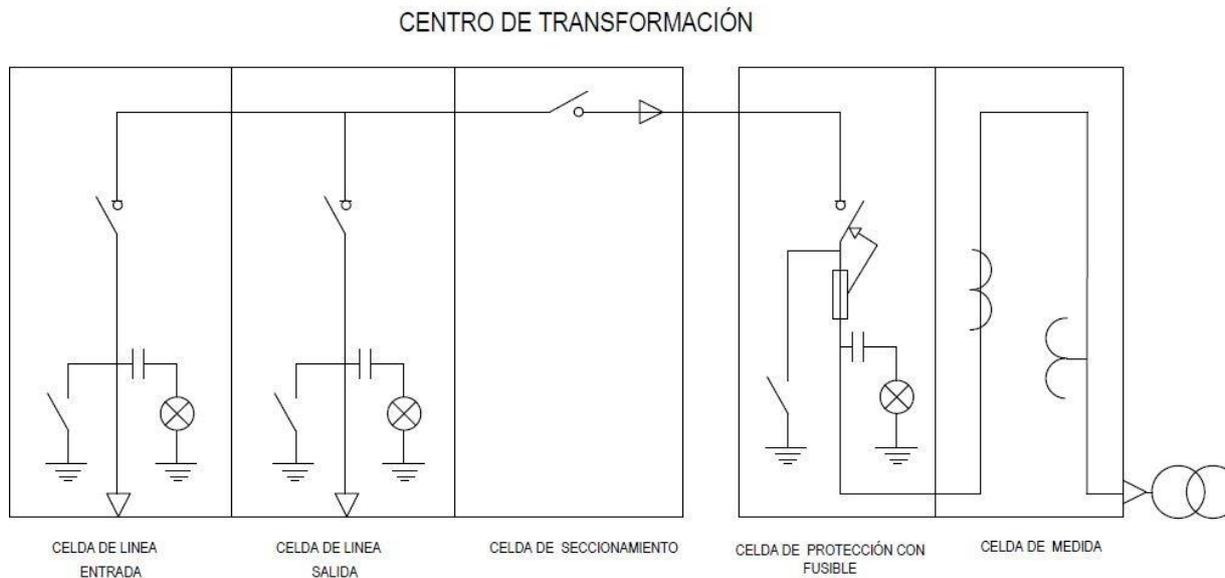


ILUSTRACIÓN 34: CELDAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Además de las celdas, como hemos dicho, el centro dispondrá de transformador, que veremos más adelante e éste mismo tema, y la aparamenta de baja tensión, formada por el cuadro de baja tensión, CBT, y el equipo de medida:

- a) Cuadro de baja tensión, CBT. En el caso del CT de abonado, dicho cuadro coincide con el Cuadro General de Baja Tensión, CGBT, de la instalación a la que alimente. Si dicho cuadro no se encuentra en la interior del centro de transformación, será necesario colocar en dicha sala un interruptor de corte omnipolar con protección contra sobrecorrientes, de forma que desde el mismo recinto se pueda dejar el transformador sin carga.
- b) Equipo de medida: Se trata de un módulo normalizado por la compañía con los equipos necesarios para la tarifa contratada. Se trata de un equipo de medida indirecta y normalmente estará compuesta por un contador de energía activa de doble o triple tarifa, maxímetro, contador de reactiva y reloj de conmutación.

Últimamente la compañía suministradora tiene normalizados unos equipos en los que un único aparato realiza todas esas funciones.

Además de estos elementos dispondrá de regleta de verificación.

1.15.5 Instalaciones secundarias del centro de transformación

1.15.5.1 Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

1.15.5.2 Protección contra incendios

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

Se dispondrá de unos cortafuegos en el foso de recogida de aceite, constituido por un cerco o marco metálico que sujeta un enrejado que garantice la contención de los guijarros que hacen la función de cortafuegos en caso de derrame de aceite del transformador. Este sistema irá apoyado sobre salientes constituidos por perfiles metálicos anclados en la bancada, bajo el transformador.

1.15.5.3 Ventilación

Para la evacuación del calor generado en el interior del CT, 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.

Las rejas de ventilación deberán situarse en fachada, vía pública o patios interiores de manzana. Se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas. La ventilación podrá ser natural o, bajo convenio, forzada:

- Ventilación natural: Para la renovación del aire en el interior del CT, 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 de los CT.

- Ventilación forzada: Se adoptará cuando, por características de ubicación del CT, sea imposible la ventilación natural. Los conductos de ventilación forzada deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio. Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalarán de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a vecinos o viandantes, cumpliendo lo que al respecto fijan las Ordenanzas Municipales. Se respetarán las condiciones acústicas impuestas.

1.15.5.4 Medidas de seguridad

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

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

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

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

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave. Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico. En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad. Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos. Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.

1.15.6 Transformador

Se pueden diferenciar dos partes constructivas en los transformadores de potencia:

- El circuito magnético: núcleo de chapa magnética, laminado en frío, de grado orientado, de un grosor de 0.35 mm y con un porcentaje de cilicio del 3% al 5%.
- Los devanados: de hilos o platinas de cobre o aluminio aislado, enrollados formando bobinas, de láminas o bandas de aluminio enrollados conjuntamente con otras láminas aisladas por el devanado de baja tensión.

Debido al aislamiento que puede haber entre devanados de alta y baja, los transformadores pueden diferenciarse por baño de aceite o secos.

Además hay que tener en cuenta la elección del número de transformadores y basándonos en los siguientes puntos se eligen tres transformadores:

- Se podría elegir un único transformador, pero para asegurar la continuidad de suministro se eligen tres.
- Si se tuvieran dos transformadores, uno de reserva y otro en el que llevara la potencia de la instalación, el de reserva debería de ser de la misma potencia por lo que se elevaría el coste del transformador.
- No se va a contemplar la opción de que se averíen dos transformadores a la vez.
- Se repartirá entre dos transformadores la potencia total de la instalación, quedando el tercero en reserva.
- Se dividirá la distribución de la instalación para su colocación.
- Si se tuvieran problemas en la red por la deformación de onda, hay que asegurar que no influya nada de la parte de la instalación. Como son consumidores completamente distintos se separan los servicios generales de la instalación del proceso productivo.

1.15.6.1 Transformadores en baño de aceite

Los detalles más importantes de este tipo de transformadores son:

- Un depósito donde se encuentra el núcleo con los bobinados y el aceite.
- Una tapa de cerramiento del depósito con los bornes de salida primario y secundario.

Estos transformadores en baño de aceite pueden ser llenados totales o integrales y transformadores respiradores.

En el llenado total la dilatación del aceite por el aumento de la temperatura compensando la deformación elástica de las aletas de refrigeración del depósito. Las ventajas de este tipo de transformadores son:

- Más económicos que los transformadores secos
- Poseen unas dimensiones más reducidas.
- Conexiones fáciles para la falta del depósito conservando el aceite que tienen los respiraderos.

- No existe contacto entre el aire ambiente y el aceite, de esta forma se consigue una buena conservación dieléctrica evitando la oxidación.

Para la disminución de superficie de contacto entre el aire y el aceite se incorpora sobre la tapa un depósito cilíndrico fijada a la tapa, el volumen se ajustará a las variaciones de aceite, teniendo o no secador de aceite en la boca de entrada y salida del aire.

1.15.6.2 Transformadores de aislamiento seco

Los transformadores de aislamiento seco son transformadores impregnados de resina con refrigeración natural.

El devanado de baja tensión al igual que el circuito magnético son de aluminio o cobre aislado son impregnados con una resina de clase F.

La bobina es encajonada y modelada bajo el vacío con un material compuesto por resina epoxi y endurecedor. El bobinado de media tensión es continuo.

Los polos están constituido por aluminio trihidratada y silicio.

Las ventajas de la utilización de transformadores de aislamiento seco son:

- Poco mantenimiento.
- Inalterabilidad ante los agentes atmosféricos y químicos.
- Mayor resistencia mecánica frente a esfuerzos dinámicos.
- Mayor seguridad frente al fuego.
- Poco impacto ambiental.
- Instalación contigua al lugar de explotación, esto provoca un menor corte en cables de acometida...
- Mayor facilidad de montaje o reparación en lugares de difícil acceso.

Se han elegido transformadores secos para instalación por las ventajas que tiene respecto a los de aceite ya que no son necesarios los fosos de recogida para la capacidad total del volumen de aceite de cada transformador. Además, con estos transformadores, no son necesarios la disposición de muros cortafuegos resistentes al fuego.

En la colocación de los elementos del centro de transformador se ha dejado un espacio para una posible incorporación de otro transformador si fuera necesario en un futuro.



Transformador en baño de aceite



Transformador seco

ILUSTRACIÓN 35: COMPARATIVA ENTRE LOS DOS TIPOS DE TRANSFORMADORES

1.15.7 Puesta a tierra

El objetivo principal de la puesta a tierra es el de limitar la tensión que pueden llegar a presentar en un momento dado las masas metálicas asegurando la actuación de las protecciones y disminuyendo o incluso eliminando el riesgo que pueda llegar a suponer una avería en el material utilizado.

Según el IT-BT-18 determina, dependiendo la característica del local, el límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra como se muestra a continuación:

- Locales o emplazamientos húmedos: límite de tensión de contacto 24 V.
- En el resto de locales: límite de tensión de contacto 50V.

Estos valores están de acuerdo con los máximos que puede llegar a soportar el cuerpo humano sin alteraciones.

1.15.7.1 Uniones a tierra

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

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, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones 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.

1.15.7.2 Tomas a 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.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

1.15.7.3 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.

1.15.7.4 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra. En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red
- a un relé de protección.

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.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase. Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

- conductores separados desnudos o aislados.

Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:

- Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
- Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
- Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación predeterminada.

1.15.7.5 Puesta a tierra por razones de protección

Para las medidas de protección en los esquemas TN, TT e IT, ver la ITC-BT 24. Cuando se utilicen dispositivos de protección contra sobretensiones para la protección contra el choque eléctrico, será preceptiva la incorporación del conductor de protección en la misma canalización que los conductores activos o en su proximidad inmediata.

La toma de tierra auxiliar del dispositivo debe ser eléctricamente independiente de todos los elementos metálicos puestos a tierra, tales como elementos de construcciones metálicas, conducciones metálicas, cubiertas metálicas de cables. Esta condición se considera como cumplida si la toma de tierra auxiliar se instala a una distancia suficiente de todo elemento metálico puesto a tierra, tal que quede fuera de la zona de influencia de la puesta a tierra principal.

La unión a esta toma de tierra debe estar aislada, con el fin de evitar todo contacto con el conductor de protección o cualquier elemento que pueda estar conectados a él.

El conductor de protección no debe estar unido más que a las masas de aquellos equipos eléctricos cuya alimentación pueda ser interrumpida cuando el dispositivo de protección funcione en las condiciones de defecto.

1.15.7.6 Resistencia de las tomas de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este 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.

1.15.7.7 Puesta a tierra en el centro de transformación

1.15.7.7.1 Tierra de protección

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. 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.

1.15.7.7.2 Tierra de servicio

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

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

2 CÁLCULOS

2.1 Resumen de resultados obtenidos en la línea de fabricación

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

2.1.1 Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
T1	800000	3	3x1080/540Al	1443.42	1600	0.16	0.16	
FBF 1	308750	45	2(3x70+TTx35)Cu	557.07	579	1.35	1.51	100x60
FBB 2	247500	40	2(3x50+TTx25)Cu	446.56	448	1.36	1.52	75x60
FBV 3	180970	35	2(3x35+TTx16)Cu	326.52	366	1.2	1.37	75x60
Batería Condensadores	893400	6	6(4x70+TTx35)Cu	1450.74	1737	0.13	0.29	200x60

2.1.2 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
T1	3	3x1080/540Al	30.31	35	13129.06	59.79			1600;B
FBF 1	45	2(3x70+TTx35)Cu	29.16	35	7921.33	6.39			630;C
FBB 2	40	2(3x50+TTx25)Cu	29.16	35	6959.42	4.22			630;C
FBV 3	35	2(3x35+TTx16)Cu	29.16	35	5985.88	2.8			400;C
Batería Condensadores	6	6(4x70+TTx35)Cu	29.16	35	12981.04	21.41			1600;B

2.1.3 Subcuadro FBF 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBF 11	12500	4	3x16+TTx16Cu	22.55	91	0.04	1.55	75x60
FBF 12	25000	6	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.19	1.7	75x60
FBF 13	31250	8	3x10+TTx10Cu	56.38	68	0.33	1.84	75x60
FBF 14	25000	10	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.31	1.82	75x60
FBF 15	43750	12	3x16+TTx16Cu	78.94	91	0.43	1.94	75x60
FBF 16	41000	6	3x25+TTx16Cu	73.98	91	0.13	1.64	40
FBF 17	20500	8	3x10+TTx10Cu	36.99	54	0.21	1.72	32
FBF 18	43750	18	3x16+TTx16Cu	78.94	91	0.65	2.16	75x60
FBF 19	51250	10	3x35+TTx16Cu	92.47	114	0.19	1.7	50
FBF 110	12500	22	3x2.5+TTx2.5Cu	22.55	28	1.43	2.94	75x60
FBF 111	43750	24	3x16+TTx16Cu	78.94	91	0.87	2.38	75x60
FBF 112	25000	26	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.82	2.33	75x60

2.1.4 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBF 11	4	3x16+TTx16Cu	17.58	20	5426.03	0.18			25;C
FBF 12	6	3x10+TTx10Cu	17.58	20	3673.3	0.15			50;C
FBF 13	8	3x10+TTx10Cu	17.58	20	3088.12	0.21			63;C
FBF 14	10	3x10+TTx10Cu	17.58	20	2660.4	0.29			50;C
FBF 15	12	3x16+TTx16Cu	17.58	20	3216.76	0.51			80;C
FBF 16	6	3x25+TTx16Cu	17.58	20	5498.67	0.42			80;C
FBF 17	8	3x10+TTx10Cu	17.58	20	3088.12	0.21			40;C
FBF 18	18	3x16+TTx16Cu	17.58	20	2447.49	0.87			80;C
FBF 19	10	3x35+TTx16Cu	17.58	20	5180.22	0.93			100;C
FBF 110	22	3x2.5+TTx2.5Cu	17.58	20	408.54	0.77			25;C
FBF 111	24	3x16+TTx16Cu	17.58	20	1971.8	1.35			80;C
FBF 112	26	3x10+TTx10Cu	17.58	20	1252.8	1.3			50;C

2.1.5 Subcuadro FBF 16

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBF 161	25000	4	3x10+TTx10Cu	45.11	54	0.13	1.77	32
FBF 162	25000	6	3x10+TTx10Cu	45.11	54	0.2	1.83	32
FBF 163	25000	8	3x10+TTx10Cu	45.11	54	0.26	1.9	32

2.1.6 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
FBF 161	4	3x10+TTx10Cu	12.2	15	3539.8	0.16			50;C
FBF 162	6	3x10+TTx10Cu	12.2	15	2992.19	0.23			50;C
FBF 163	8	3x10+TTx10Cu	12.2	15	2588.42	0.31			50;C

2.1.7 Subcuadro FBF 17

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBF 171	12500	4	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.16	1.88	20
FBF 172	12500	6	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.24	1.96	20
FBF 173	12500	8	3x6+TTx6Cu	22.55	29	0.21	1.92	25

2.1.8 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBF 171	4	3x4+TTx4Cu	6.85	10	1705.52	0.11			25;C
FBF 172	6	3x4+TTx4Cu	6.85	10	1391.46	0.17			25;C
FBF 173	8	3x6+TTx6Cu	6.85	10	1600.71	0.19			25;C

2.1.9 Subcuadro FBF 19

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBF 191	31250	4	3x16+TTx16Cu	56.38	72	0.1	1.8	32
FBF 192	31250	6	3x16+TTx16Cu	56.38	72	0.15	1.85	32
FBF 193	31250	8	3x16+TTx16Cu	56.38	72	0.2	1.9	32

2.1.10 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBF 191	4	3x16+TTx16Cu	11.5	15	3909.29	0.34			63;C
FBF 192	6	3x16+TTx16Cu	11.5	15	3474.28	0.43			63;C
FBF 193	8	3x16+TTx16Cu	11.5	15	3123.84	0.54			63;C

2.1.11 Subcuadro FBB 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBB 21	10000	4	3x16+TTx16Cu	18.04	91	0.03	1.55	75x60
FBB 22	18750	6	3x6+TTx6Cu	33.83	49	0.24	1.76	75x60
FBB 23	25000	8	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.25	1.77	75x60
FBB 24	18750	10	3x6+TTx6Cu	33.83	49	0.39	1.91	75x60
FBB 25	37500	12	3x10+TTx10Cu	67.66	68	0.62	2.14	75x60
FBB 26	30750	6	3x16+TTx16Cu	55.48	72	0.15	1.67	32
FBB 27	16400	8	3x6+TTx6Cu	29.59	39	0.28	1.8	25
FBB 28	37500	18	3x25+TTx16Cu	67.66	146.5	0.33	1.85	100x35
FBB 29	41000	10	3x25+TTx16Cu	73.98	91	0.21	1.73	40
FBB 210	10000	22	3x2.5+TTx2.5Cu	18.04	28	1.1	2.62	75x60
FBB 211	37500	24	3x10+TTx10Cu	67.66	68	1.23	2.75	75x60
FBB 212	18750	26	3x6+TTx6Cu	33.83	49	1.03	2.55	75x60

2.1.12 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBB 21	4	3x16+TTx16Cu	15.45	20	4910.94	0.22			20;C
FBB 22	6	3x6+TTx6Cu	15.45	20	2522.55	0.12			40;C
FBB 23	8	3x10+TTx10Cu	15.45	20	2905.03	0.24			50;C
FBB 24	10	3x6+TTx6Cu	15.45	20	1748.67	0.24			40;C
FBB 25	12	3x10+TTx10Cu	15.45	20	2227.79	0.41			80;C
FBB 26	6	3x16+TTx16Cu	15.45	20	4256.29	0.29			63;C
FBB 27	8	3x6+TTx6Cu	15.45	20	2066.35	0.17			32;C
FBB 28	18	3x25+TTx16Cu	15.45	20	3091.65	1.34			80;C
FBB 29	10	3x25+TTx16Cu	15.45	20	4144.66	0.74			80;C
FBB 210	22	3x2.5+TTx2.5Cu	15.45	20	405.08	0.78			20;C
FBB 211	24	3x10+TTx10Cu	15.45	20	1305.47	1.2			80;C
FBB 212	26	3x6+TTx6Cu	15.45	20	781.47	1.21			40;C

2.1.13 Subcuadro FBB 26

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBB 261	18750	4	3x10+TTx10Cu	33.83	54	0.09	1.76	32
FBB 262	18750	6	3x10+TTx10Cu	33.83	54	0.14	1.81	32
FBB 263	18750	8	3x10+TTx10Cu	33.83	54	0.19	1.86	32

2.1.14 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
FBB 261	4	3x10+TTx10Cu	9.45	10	2960.95	0.23			40;C
FBB 262	6	3x10+TTx10Cu	9.45	10	2564.86	0.31			40;C
FBB 263	8	3x10+TTx10Cu	9.45	10	2260.86	0.4			40;C

2.1.15 Subcuadro FBB 27

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBB 271	10000	4	3x2.5+TTx2.5Cu	18.04	22	0.21	2.01	20
FBB 272	10000	6	3x2.5+TTx2.5Cu	18.04	22	0.31	2.11	20
FBB 273	10000	8	3x2.5+TTx2.5Cu	18.04	22	0.42	2.22	20

2.1.16 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mci} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBB 271	4	3x2.5+TTx2.5Cu	4.59	6	1101.89	0.11			20;C
FBB 272	6	3x2.5+TTx2.5Cu	4.59	6	892.78	0.16			20;C
FBB 273	8	3x2.5+TTx2.5Cu	4.59	6	750.28	0.23			20;C

2.1.17 Subcuadro FBB 29

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBB 291	25000	4	3x10+TTx10Cu	45.11	54	0.13	1.86	32
FBB 292	25000	6	3x10+TTx10Cu	45.11	54	0.2	1.93	32
FBB 293	25000	8	3x10+TTx10Cu	45.11	54	0.26	2	32

2.1.18 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBB 291	4	3x10+TTx10Cu	9.2	10	2905.03	0.24			50;C
FBB 292	6	3x10+TTx10Cu	9.2	10	2522.55	0.32			50;C
FBB 293	8	3x10+TTx10Cu	9.2	10	2227.79	0.41			50;C

2.1.19 Subcuadro FBV 3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBV 3 1	7500	4	3x16+TTx16Cu	13.53	91	0.02	1.39	75x60
FBV 3 2	12500	6	3x16+TTx16Cu	22.55	91	0.06	1.42	75x60
FBV 3 3	18750	8	3x6+TTx6Cu	33.83	49	0.32	1.68	75x60
FBV 3 4	12500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	22.55	28	0.65	2.02	75x60
FBV 3 5	23000	12	3x10+TTx10Cu	41.5	68	0.34	1.71	75x60
FBV 16	20500	6	3x10+TTx10Cu	36.99	54	0.16	1.52	32
FBV 17	12300	8	3x4+TTx4Cu	22.19	30	0.31	1.68	20
FBV 3 8	31250	18	3x16+TTx16Cu	56.38	72	0.45	1.82	32
FBF 19	30750	10	3x10+TTx10Cu	55.48	68	0.4	1.77	75x60
FBV 3 10	7500	22	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	28	0.8	2.17	75x60
FBV 3 11	31250	24	3x10+TTx10Cu	56.38	68	0.98	2.35	75x60
FBV 3 12	12500	26	3x2.5+TTx2.5Cu	22.55	28	1.69	3.05	75x60

2.1.20 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBV 3 1	4	3x16+TTx16Cu	13.29	15	4373.73	0.27			16;C
FBV 3 2	6	3x16+TTx16Cu	13.29	15	3840.88	0.35			25;C
FBV 3 3	8	3x6+TTx6Cu	13.29	15	1959.68	0.19			40;C
FBV 3 4	10	3x2.5+TTx2.5Cu	13.29	15	821.3	0.19			25;C
FBV 3 5	12	3x10+TTx10Cu	13.29	15	2104.5	0.46			50;C
FBV 16	6	3x10+TTx10Cu	13.29	15	3142.01	0.21			40;C
FBV 17	8	3x4+TTx4Cu	13.29	15	1456.67	0.15			25;C
FBV 3 8	18	3x16+TTx16Cu	13.29	15	2195.65	1.09			63;C
FBF 19	10	3x10+TTx10Cu	13.29	15	2366.17	0.37			63;C
FBV 3 10	22	3x2.5+TTx2.5Cu	13.29	15	400.76	0.8			16;C
FBV 3 11	24	3x10+TTx10Cu	13.29	15	1261.79	1.28			63;C
FBV 3 12	26	3x2.5+TTx2.5Cu	13.29	15	342.3	1.09			25;C

2.1.21 Subcuadro FBV 16

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBV 3 6 1	12500	4	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.16	1.68	20
FBV 3 6 2	12500	6	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.24	1.76	20
FBV 3 6 3	12500	8	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.32	1.84	20

2.1.22 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
FBV 3 6 1	4	3x4+TTx4Cu	6.97	10	1722.15	0.11			25;C
FBV 3 6 2	6	3x4+TTx4Cu	6.97	10	1402.54	0.17			25;C
FBV 3 6 3	8	3x4+TTx4Cu	6.97	10	1182.6	0.23			25;C

2.1.23 Subcuadro FBV 17

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBV 3 7 1	7500	4	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.15	1.83	20
FBV 3 7 2	7500	6	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.22	1.9	20
FBV 3 7 3	7500	8	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.3	1.98	20

2.1.24 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBV 3 7 1	4	3x2.5+TTx2.5Cu	3.23	4.5	899.9	0.16			16;C
FBV 3 7 2	6	3x2.5+TTx2.5Cu	3.23	4.5	755.3	0.22			16;C
FBV 3 7 3	8	3x2.5+TTx2.5Cu	3.23	4.5	650.69	0.3			16;C

2.1.25 Subcuadro FBF 19

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
FBV 3 9 1	18750	4	3x10+TTx10Cu	33.83	54	0.09	1.86	32
FBV 3 9 2	18750	6	3x10+TTx10Cu	33.83	54	0.14	1.91	32
FBV 3 9 3	18750	8	3x10+TTx10Cu	33.83	54	0.19	1.95	32

2.1.26 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
FBV 3 9 1	4	3x10+TTx10Cu	5.25	6	1894.42	0.57			40;C
FBV 3 9 2	6	3x10+TTx10Cu	5.25	6	1722.15	0.69			40;C
FBV 3 9 3	8	3x10+TTx10Cu	5.25	6	1578.4	0.82			40;C

2.2 Resultados obtenidos en la línea de servicios

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

2.2.1 Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
T2	850000	3	4(4x240)Al	1443.42	1488	0.08	0.08	300x60
LG	135000	3	3x600/300+TTx600Cu	243.58	1350	0.01	0.01	
A0	92206.08	0.2	3x600/300Cu	147.88	1350	0	0.08	
AMP 4	34577.28	45	5(4x120+TTx70)Cu	55.45	2065	0.03	0.11	300x60
APT 4	69154.56	35	5(4x120+TTx70)Cu	110.91	2065	0.05	0.13	300x60
SGN 5	236584.97	10	4x120+TTx70Cu	401.75	413	0.27	0.35	75x60
SGC 6	217363.92	20	4x120+TTx70Cu	392.18	413	0.49	0.57	75x60
OFI 7	44960.4	20	4x25+TTx16Cu	76.35	96	0.46	0.54	
Bateria Condensadores	1312182	6	4(3x120+TTx70)Cu	1196.98	1260	0.09	0.17	200x60
EMA 8	10087.2	6	4x35+TTx16Cu	14.56	95	0.02	0.1	50
EMF 9	33600	6	4x25+TTx16Cu	60.62	115	0.1	0.18	75x60

2.2.2 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
T2	3	4(4x240)Al	30.31	35	13478.53	44.82			1600;B
LG	3	3x600/300+TTx600Cu	5.4	6	2426.75	808.44			250;B
A0	0.2	3x600/300Cu	29.94	35	13483.58	40.49			160
AMP 4	45	5(4x120+TTx70)Cu	29.93	35	12343.38	48.32			63;C
APT 4	35	5(4x120+TTx70)Cu	29.93	35	12640.84	46.07			125;C
SGN 5	10	4x120+TTx70Cu	29.94	35	12195.15	1.98			630;C
SGC 6	20	4x120+TTx70Cu	29.94	35	10578.35	2.63			400;C
OFI 7	20	4x25+TTx16Cu	29.94	35	4153.36	0.74			80;C
Bateria Condensadores	6	4(3x120+TTx70)Cu	29.94	35	13362.95	17.06			1250;C
EMA 8	6	4x35+TTx16Cu	29.94	35	10954.99	0.13			16;C
EMF 9	6	4x25+TTx16Cu	29.94	35	9245.43	0.15			63;C

2.2.3 Subcuadro AMP 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AMP 4 1	23051.52	0.3	3x600/300Cu	36.97	1350	0	0.11	
AMP 4 1 1	1209.6	56	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.5	0.61	20
AMP 4 1 2	1209.6	51	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.45	0.57	20
AMP 4 1 3	1209.6	46	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.4	0.52	20
AMP 4 1 4	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.51	20
AMP 4 1 5	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.51	20
AMP 4 1 6	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.28	20
AMP 4 1 7	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.28	20
AMP 4 1 8	9000	46	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.94	2.06	20
AMP 4 1 9	9000	46	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.94	2.06	20
AMP 4 2	23051.52	0.2	3x600/300Cu	36.97	1350	0	0.11	
AMP 4 2 1	1209.6	56	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.5	0.61	20
AMP 4 2 2	1209.6	51	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.45	0.57	20

AMP 4 2 3	1209.6	46	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.4	0.52	20
AMP 4 2 4	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.51	20
AMP 4 2 5	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.51	20
AMP 4 2 6	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.28	20
AMP 4 2 7	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.28	20
AMP 4 2 8	9000	46	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.94	2.06	20
AMP 4 2 9	9000	46	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.94	2.06	20

2.2.4 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
AMP 4 1	0.3	3x600/300Cu	27.4	35	12334.21	48.39			40
AMP 4 1 1	56	4x1.5+TTx1.5Cu	27.38	35	100.16	4.59			10;C
AMP 4 1 2	51	4x1.5+TTx1.5Cu	27.38	35	109.94	3.81			10;C
AMP 4 1 3	46	4x1.5+TTx1.5Cu	27.38	35	121.84	3.1			10;C
AMP 4 1 4	56	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	166.52	4.61			16;C
AMP 4 1 5	56	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	166.52	4.61			16;C

AMP 4 1 6	51	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	182.74	3.83			16;C
AMP 4 1 7	51	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	182.74	3.83			16;C
AMP 4 1 8	46	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	202.45	3.12			16;C
AMP 4 1 9	46	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	202.45	3.12			16;C
AMP 4 2	0.2	3x600/300Cu	27.4	35	12337.27	48.37			40
AMP 4 2 1	56	4x1.5+TTx1.5Cu	27.38	35	100.16	4.59			10;C
AMP 4 2 2	51	4x1.5+TTx1.5Cu	27.38	35	109.94	3.81			10;C
AMP 4 2 3	46	4x1.5+TTx1.5Cu	27.38	35	121.84	3.1			10;C
AMP 4 2 4	56	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	166.53	4.61			16;C
AMP 4 2 5	56	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	166.53	4.61			16;C
AMP 4 2 6	51	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	182.74	3.83			16;C
AMP 4 2 7	51	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	182.74	3.83			16;C
AMP 4 2 8	46	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	202.45	3.12			16;C
AMP 4 2 9	46	4x2.5+TTx2.5Cu	27.38	35	202.45	3.12			16;C

2.2.5 Subcuadro APT 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
APT 4 1	30735.36	0.2	3x600/300Cu	49.29	1350	0	0.13	
APT 4 1 1	1209.6	56	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.5	0.63	20
APT 4 1 2	1209.6	51	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.45	0.58	20
APT 4 1 3	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.52	20
APT 4 1 4	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.52	20
APT 4 1 5	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.3	20
APT 4 1 6	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.3	20
APT 4 2	30735.36	0.2	3x600/300Cu	49.29	1350	0	0.13	
APT 4 2 1	1209.6	56	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.5	0.63	20
APT 4 2 2	1209.6	51	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.45	0.58	20
APT 4 2 3	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.52	20
APT 4 2 4	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.52	20
APT 4 2 5	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.3	20

APT 4 2 6	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.3	20
APT 4 3	30735.36	0.2	3x600/300Cu	49.29	1350	0	0.13	
APT 4 3 1	1209.6	56	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.5	0.63	20
APT 4 3 2	1209.6	51	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.45	0.58	20
APT 4 3 3	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.52	20
APT 4 3 4	9000	56	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.39	2.52	20
APT 4 3 6	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.3	20
APT 4 3 5	9000	51	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.17	2.3	20

2.2.6 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
APT 4 1	0.2	3x600/300Cu	28.06	35	12635.88	29.82			50
APT 4 1 1	56	4x1.5+TTx1.5Cu	28.05	35	100.21	4.58			10;C
APT 4 1 2	51	4x1.5+TTx1.5Cu	28.05	35	110	3.8			10;C
APT 4 1 3	56	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	166.65	4.6			16;C
APT 4 1 4	56	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	166.65	4.6			16;C

APT 4 1 5	51	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	182.89	3.82			16;C
APT 4 1 6	51	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	182.89	3.82			16;C
APT 4 2	0.2	3x600/300Cu	28.06	35	12635.88	29.82			50
APT 4 2 1	56	4x1.5+TTx1.5Cu	28.05	35	100.21	4.58			10;C
APT 4 2 2	51	4x1.5+TTx1.5Cu	28.05	35	110	3.8			10;C
APT 4 2 3	56	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	166.65	4.6			16;C
APT 4 2 4	56	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	166.65	4.6			16;C
APT 4 2 5	51	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	182.89	3.82			16;C
APT 4 2 6	51	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	182.89	3.82			16;C
APT 4 3	0.2	3x600/300Cu	28.06	35	12635.88	29.82			50
APT 4 3 1	56	4x1.5+TTx1.5Cu	28.05	35	100.21	4.58			10;C
APT 4 3 2	51	4x1.5+TTx1.5Cu	28.05	35	110	3.8			10;C
APT 4 3 3	56	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	166.65	4.6			16;C
APT 4 3 4	56	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	166.65	4.6			16;C
APT 4 3 6	51	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	182.89	3.82			16;C
APT 4 3 5	51	4x2.5+TTx2.5Cu	28.05	35	182.89	3.82			16;C

2.2.7 Subcuadro SGN 5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGN 5 1	24055.2	6	4x16+TTx16Cu	36.55	72	0.11	0.46	40
SGN 5 2	146500	8	3x70+TTx35Cu	264.33	289.5	0.22	0.58	75x60
SGN 5 3	27520	8	4x25+TTx16Cu	49.65	77	0.11	0.46	50
SGN 5 4	120000	10	3x50+TTx25Cu	216.51	224	0.33	0.68	75x60

2.2.8 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
SGN 5 1	6	4x16+TTx16Cu	27.07	35	6396.1	0.13			40;C
SGN 5 2	8	3x70+TTx35Cu	27.07	35	9995.35	1			400;C
SGN 5 3	8	4x25+TTx16Cu	27.07	35	7504.31	0.15			50;C
SGN 5 4	10	3x50+TTx25Cu	27.07	35	8546.65	0.7			250;C

2.2.9 Subcuadro SGN 5 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGN 5 1 1	1209.6	65	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.54	1	20
SGN 5 1 2	1209.6	61	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.5	0.97	20
SGN 5 1 3	1209.6	57	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.46	0.93	20
SGN 5 1 4	1209.6	57	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.46	0.93	20
SGN 5 1 5	1209.6	53	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.43	0.89	20
SGN 5 1 6	1209.6	49	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.39	0.85	20
SGN 5 1 7	1209.6	49	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.39	0.85	20
SGN 5 1 8	1209.6	47	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.37	0.83	20
SGN 5 1 9	1209.6	43	4x1.5+TTx1.5Cu	1.75	16.5	0.33	0.8	20
SGN 5 1 10	2419.2	72	4x1.5+TTx1.5Cu	3.49	16.5	1.1	1.56	20
SGN 5 1 11	2419.2	66	4x1.5+TTx1.5Cu	3.49	16.5	0.98	1.45	20
SGN 5 1 12	2419.2	60	4x1.5+TTx1.5Cu	3.49	16.5	0.87	1.33	20
SGN 5 1 13	316.8	25	2x1.5+TTx1.5Cu	1.38	17.5	0.37	0.83	16
SGN 5 1 14	316.8	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.38	13.5	0.45	0.91	16

SGN 5 1 15	118.8	35	2x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.19	0.66	16
SGN 5 1 16	118.8	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.17	0.63	16
SGN 5 1 17	1080	75	4x1.5+TTx1.5Cu	1.56	20	0.4	0.86	
SGN 5 1 18	576	35	4x1.5+TTx1.5Cu	0.83	20	0.12	0.59	
SGN 5 1 19	864	45	4x1.5+TTx1.5Cu	1.25	20	0.22	0.68	
SGN 5 1 20	1080	75	4x1.5+TTx1.5Cu	1.56	20	0.4	0.86	
SGN 5 1 21	576	35	4x1.5+TTx1.5Cu	0.83	20	0.12	0.59	
SGN 5 1 22	864	45	4x1.5+TTx1.5Cu	1.25	20	0.22	0.68	

2.2.10 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGN 5 1 1	65	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	85.59	6.28			10;B
SGN 5 1 2	61	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	91.13	5.54			10;B
SGN 5 1 3	57	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	97.44	4.85			10;B
SGN 5 1 4	57	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	97.44	4.85			10;B
SGN 5 1 5	53	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	104.68	4.2			10;C
SGN 5 1 6	49	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	113.09	3.6			10;C

SGN 5 1 7	49	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	113.09	3.6			10;C
SGN 5 1 8	47	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	117.83	3.31			10;C
SGN 5 1 9	43	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	128.59	2.78			10;C
SGN 5 1 10	72	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	77.36	7.69			10;B
SGN 5 1 11	66	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	84.31	6.47			10;B
SGN 5 1 12	60	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	92.63	5.36			10;B
SGN 5 1 13	25	2x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	218.36	0.96			10;C
SGN 5 1 14	30	2x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	212.05	0.66			10;C
SGN 5 1 15	35	2x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	157.34	1.86			10;C
SGN 5 1 16	30	2x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	182.89	1.38			10;C
SGN 5 1 17	75	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	74.29	8.34			10;B
SGN 5 1 18	35	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	157.34	1.86			10;C
SGN 5 1 19	45	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	122.97	3.04			10;C
SGN 5 1 20	75	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	74.29	8.34			10;B
SGN 5 1 21	35	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	157.34	1.86			10;C
SGN 5 1 22	45	4x1.5+TTx1.5Cu	14.2	15	122.97	3.04			10;C

2.2.11 Subcuadro SGN 5 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGN 5 2 1	122500	73.5	3x50+TTx25Cu	221.02	224	2.01	2.59	75x60
SGN 5 2 1	122500	73.5	3x50+TTx25Cu	221.02	224	2.01	2.59	75x60
SGN 5 2 1	122500	73.5	3x50+TTx25Cu	221.02	224	2.01	2.59	75x60

2.2.12 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGN 5 2 1	73.5	3x50+TTx25Cu	22.19	25	2143.83	11.12			250;B
SGN 5 2 1	73.5	3x50+TTx25Cu	22.19	25	2143.83	11.12			250;B
SGN 5 2 1	73.5	3x50+TTx25Cu	22.19	25	2143.83	11.12			250;B

2.2.13 Subcuadro SGN 5 3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGN 5 3 1	9000	62	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.53	2.99	20
SGN 5 3 2	9000	62	4x2.5+TTx2.5Cu	16.24	22	2.58	3.04	20
SGN 5 3 3	9000	52	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.08	2.54	20
SGN 5 3 4	9000	52	4x2.5+TTx2.5Cu	16.24	22	2.12	2.58	20
SGN 5 3 5	9000	42	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.62	2.08	20
SGN 5 3 6	9000	42	4x2.5+TTx2.5Cu	16.24	22	1.66	2.12	20
SGN 5 3 7	5600	35	4x2.5+TTx2.5Cu	8.98	22	0.94	1.4	20
SGN 5 3 8	5600	30	4x2.5+TTx2.5Cu	8.98	22	0.8	1.26	20
SGN 5 3 9	1800	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2.89	22	0.21	0.67	20
SGN 5 3 10	1800	30	4x2.5+TTx2.5Cu	2.89	22	0.25	0.71	20

2.2.14 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGN 5 3 1	62	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	148.82	5.77			16;B
SGN 5 3 2	62	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	148.82	5.77			20;B
SGN 5 3 3	52	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	176.86	4.09			16;C
SGN 5 3 4	52	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	176.86	4.09			20;B
SGN 5 3 5	42	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	217.94	2.69			16;C
SGN 5 3 6	42	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	217.94	2.69			20;C
SGN 5 3 7	35	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	260.24	1.89			16;C
SGN 5 3 8	30	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	302.13	1.4			16;C
SGN 5 3 9	25	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	360.08	0.99			16;C
SGN 5 3 10	30	4x2.5+TTx2.5Cu	16.66	20	302.13	1.4			16;C

2.2.15 Subcuadro SGN 5 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGN 5 4 1	37500	45	3x16+TTx16Cu	67.66	72	1.42	2.1	32
SGN 5 4 2	37500	35	3x16+TTx16Cu	67.66	72	1.11	1.79	32
SGN 5 4 3	37500	30	3x16+TTx16Cu	67.66	72	0.95	1.63	32
SGN 5 4 5	37500	40	3x16+TTx16Cu	67.66	72	1.26	1.94	32
SGN 5 4 4	37500	50	3x16+TTx16Cu	67.66	72	1.58	2.26	32

2.2.16 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
SGN 5 4 1	45	3x16+TTx16Cu	18.97	20	1184.22	3.73			80;C
SGN 5 4 2	35	3x16+TTx16Cu	18.97	20	1473.45	2.41			80;C
SGN 5 4 3	30	3x16+TTx16Cu	18.97	20	1677.97	1.86			80;C
SGN 5 4 5	40	3x16+TTx16Cu	18.97	20	1313.17	3.04			80;C
SGN 5 4 4	50	3x16+TTx16Cu	18.97	20	1078.27	4.5			80;C

2.2.17 Subcuadro SGC 6

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGC 6 1	10168.68	8	4x2.5+TTx2.5Cu	17.27	28	0.4	0.98	75x60
SGC 6 2	29360	10	4x25+TTx16Cu	52.97	146.5	0.14	0.71	75x60
SGC 6 3	62857.92	12	4x25+TTx16Cu	113.41	115	0.41	0.99	75x60
SGC 6 4	97308.97	14	4x35+TTx16Cu	175.57	183	0.53	1.1	75x60
SGC 6 5	51688.96	16	4x25+TTx16Cu	93.26	115	0.43	1.01	75x60
SGC 6 6	9180.6	18	4x4+TTx4Cu	14.72	38	0.49	1.07	75x60

2.2.18 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGC 6 1	8	4x2.5+TTx2.5Cu	23.48	25	1091.29	0.11			20;C
SGC 6 2	10	4x25+TTx16Cu	23.48	25	5481.64	0.43			100;C
SGC 6 3	12	4x25+TTx16Cu	23.48	25	4946.25	0.52			125;C
SGC 6 4	14	4x35+TTx16Cu	23.48	25	5481.64	0.83			250;C
SGC 6 5	16	4x25+TTx16Cu	23.48	25	4124.33	0.75			100;C
SGC 6 6	18	4x4+TTx4Cu	23.48	25	792.44	0.52			32;C

2.2.19 Subcuadro SGC 6 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGC 6 1 1	367.2	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.53	20	0.04	1.02	75x60
SGC 6 1 2	12200	10	4x2.5+TTx2.5Cu	19.57	28	0.62	1.6	75x60
SGC 6 1 3	1875	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	28	0.09	1.07	75x60
SGC 6 1 4	1000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	22	0.05	1.03	20

2.2.20 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
SGC 6 1 1	15	4x1.5+TTx1.5Cu	2.42	4.5	279.45	0.59			10;C
SGC 6 1 2	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2.42	4.5	504.92	0.5			20;C
SGC 6 1 3	10	3x2.5+TTx2.5Cu	2.42	4.5	504.92	0.5			16;C
SGC 6 1 4	10	3x2.5+TTx2.5Cu	2.42	4.5	504.92	0.5			16;C

2.2.21 Subcuadro SGC 6 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGC 6 2 1	61200	20	4x16+TTx16Cu	88.34	91	1.04	1.76	75x60
SGC 6 2 2	12200	20	4x2.5+TTx2.5Cu	19.57	28	1.24	1.95	75x60

2.2.22 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGC 6 2 1	20	4x16+TTx16Cu	12.17	15	1977.37	1.34			100;C
SGC 6 2 2	20	4x2.5+TTx2.5Cu	12.17	15	434.77	0.68			20;C

2.2.23 Subcuadro SGC 6 3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGC 6 3 1	12500	20	3x2.5+TTx2.5Cu	22.55	28	1.3	2.29	75x60
SGC 6 3 2	12500	20	3x2.5+TTx2.5Cu	22.55	28	1.3	2.29	75x60
SGC 6 3 3	25000	25	3x10+TTx10Cu	40.09	68	0.77	1.76	75x60
SGC 6 3 4	25000	25	3x10+TTx10Cu	40.09	68	0.77	1.76	75x60
SGC 6 3 5	122.4	25	4x1.5+TTx1.5Cu	0.18	20	0.02	1.01	75x60
SGC 6 3 6	12200	30	4x2.5+TTx2.5Cu	19.57	28	1.85	2.84	75x60

2.2.24 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGC 6 3 1	20	3x2.5+TTx2.5Cu	10.98	15	430.78	0.69			25;C
SGC 6 3 2	20	3x2.5+TTx2.5Cu	10.98	15	430.78	0.69			25;C
SGC 6 3 3	25	3x10+TTx10Cu	10.98	15	1165.6	1.51			50;C
SGC 6 3 4	25	3x10+TTx10Cu	10.98	15	1165.6	1.51			50;C
SGC 6 3 5	25	4x1.5+TTx1.5Cu	10.98	15	215.99	0.99			10;C
SGC 6 3 6	30	4x2.5+TTx2.5Cu	10.98	15	295.27	1.47			20;C

2.2.25 Subcuadro SGC 6 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGC 6 4 1	37500	10	3x10+TTx10Cu	67.66	68	0.51	1.62	75x60
SGC 6 4 2	37500	12	3x25+TTx16Cu	67.66	146.5	0.22	1.32	75x60
SGC 6 4 3	25000	15	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.47	1.57	75x60
SGC 6 4 4	25000	15	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.47	1.57	75x60
SGC 6 4 5	61.2	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.09	20	0.01	1.11	75x60
SGC 6 4 6	12200	20	4x2.5+TTx2.5Cu	22.01	28	1.26	2.36	75x60

2.2.26 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcecc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGC 6 4 1	10	3x10+TTx10Cu	12.17	15	2273.23	0.4			80;C
SGC 6 4 2	12	3x25+TTx16Cu	12.17	15	3288.43	1.18			80;C
SGC 6 4 3	15	3x10+TTx10Cu	12.17	15	1749.09	0.67			50;C
SGC 6 4 4	15	3x10+TTx10Cu	12.17	15	1749.09	0.67			50;C
SGC 6 4 5	15	4x1.5+TTx1.5Cu	12.17	15	353.02	0.37			10;C
SGC 6 4 6	20	4x2.5+TTx2.5Cu	12.17	15	434.77	0.68			25;C

2.2.27 Subcuadro SGC 6 5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGC 6 5 1	25000	25	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.78	1.79	75x60
SGC 6 5 2	25000	25	3x10+TTx10Cu	45.11	68	0.78	1.79	75x60
SGC 6 5 3	61.2	35	4x1.5+TTx1.5Cu	0.09	20	0.02	1.02	75x60
SGC 6 5 4	18300	30	4x4+TTx4Cu	29.35	38	1.77	2.77	75x60

2.2.28 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
SGC 6 5 1	25	3x10+TTx10Cu	9.15	10	1110.6	1.66			50;C
SGC 6 5 2	25	3x10+TTx10Cu	9.15	10	1110.6	1.66			50;C
SGC 6 5 3	35	4x1.5+TTx1.5Cu	9.15	10	155.08	1.91			10;C
SGC 6 5 4	30	4x4+TTx4Cu	9.15	10	448.27	1.63			32;C

2.2.29 Subcuadro SGC 6 6

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
SGC 6 6 1	61.2	25	4x1.5+TTx1.5Cu	0.09	20	0.01	1.08	75x60
SGC 6 6 2	18300	25	4x4+TTx4Cu	29.35	38	1.47	2.54	75x60

2.2.30 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
SGC 6 6 1	25	4x1.5+TTx1.5Cu	1.76	4.5	175.42	1.5			10;C
SGC 6 6 2	25	4x4+TTx4Cu	1.76	4.5	341.77	2.8			32;C

2.2.31 Subcuadro OFI 7

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
OFI 7 1	1900.8	6	4x10+TTx10Cu	2.89	54	0.01	0.56	
OFI 7 2	44010	8	4x16+TTx16Cu	70.58	72	0.3	0.84	

2.2.32 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
OFI 7 1	6	4x10+TTx10Cu	9.22	10	2524.18	0.32			10;C
OFI 7 2	8	4x16+TTx16Cu	9.22	10	2702.66	0.72			80;C

2.2.33 Subcuadro OFI 7 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
OFI 7 1 1	950.4	8	4x1.5+TTx1.5Cu	1.44	16.5	0.06	0.61	
OFI 7 1 2	950.4	10	4x1.5+TTx1.5Cu	1.44	16.5	0.07	0.63	

2.2.34 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
OFI 7 1 1	8	4x1.5+TTx1.5Cu	5.6	6	551.91	0.15			10;C
OFI 7 1 2	10	4x1.5+TTx1.5Cu	5.6	6	461.49	0.22			10;C

2.2.35 Subcuadro OFI 7 1 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
OFI 7 1 1 1	475.2	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.69	16.5	0.06	0.67	
OFI 7 1 1 2	475.2	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.69	16.5	0.06	0.67	

2.2.36 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
OFI 7 1 1 1	15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.23	4.5	223.45	0.92			10;C
OFI 7 1 1 2	15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.23	4.5	223.45	0.92			10;C

2.2.37 Subcuadro OFI 7 1 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
OFI 7 1 2 1	475.2	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.69	16.5	0.07	0.7	
OFI 7 1 2 2	475.2	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.69	16.5	0.07	0.7	

2.2.38 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
OFI 7 1 2 1	20	4x1.5+TTx1.5Cu	1.02	4.5	174.87	1.5			10;C
OFI 7 1 2 2	20	4x1.5+TTx1.5Cu	1.02	4.5	174.87	1.5			10;C

2.2.39 Subcuadro OFI 7 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
OFI 7 2 1	25600	8	4x10+TTx10Cu	41.06	54	0.26	1.11	
OFI 7 2 2	37514	10	4x16+TTx16Cu	60.16	72	0.31	1.15	

2.2.40 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
OFI 7 2 1	8	4x10+TTx10Cu	6	6	1722.55	0.69			50;C
OFI 7 2 2	10	4x16+TTx16Cu	6	6	1871.59	1.49			63;C

2.2.41 Subcuadro OFI 7 2 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
OFI 7 2 1 1	16100	15	4x6+TTx6Cu	25.82	39	0.51	1.61	
OFI 7 2 1 2	6900	15	4x2.5+TTx2.5Cu	11.07	22	0.5	1.61	
OFI 7 2 1 3	12500	20	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.8	1.91	

2.2.42 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
OFI 7 2 1 1	15	4x6+TTx6Cu	3.82	4.5	803.74	1.14			32;C
OFI 7 2 1 2	15	4x2.5+TTx2.5Cu	3.82	4.5	459.61	0.61			16;C
OFI 7 2 1 3	20	3x4+TTx4Cu	3.82	4.5	523.69	1.19			25;C

2.2.43 Subcuadro OFI 7 2 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
OFI 7 2 2 1	6900	20	4x2.5+TTx2.5Cu	11.07	22	0.67	1.82	
OFI 7 2 2 2	33120	20	4x16+TTx16Cu	53.12	72	0.53	1.68	
OFI 7 2 2 3	12500	25	3x4+TTx4Cu	22.55	30	1	2.15	

2.2.44 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
OFI 7 2 2 1	20	4x2.5+TTx2.5Cu	4.15	4.5	375.69	0.91			16;C
OFI 7 2 2 2	20	4x16+TTx16Cu	4.15	4.5	1155.47	3.92			63;C
OFI 7 2 2 3	25	3x4+TTx4Cu	4.15	4.5	455.42	1.58			25;C

2.2.45 Subcuadro EMA 8

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
--------------	---------------	----------------	----------------------------	---------------	------------	---------------	---------------	-------------------------------------

EMA 8 1	2390.4	113	4x10+TTx10Cu	3.45	54	0.23	0.33	32
EMA 8 2	2390.4	108	4x1.5+TTx1.5Cu	3.45	16.5	1.43	1.53	20
EMA 8 3	2390.4	103	4x1.5+TTx1.5Cu	3.45	16.5	1.33	1.44	20
EMA 8 4	324	100	4x1.5+TTx1.5Cu	0.47	16.5	0.19	0.3	20
EMA 8 5	324	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.47	16.5	0.18	0.29	20
EMA 8 6	324	90	4x1.5+TTx1.5Cu	0.47	16.5	0.17	0.27	20
EMA 8 7	648	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.94	16.5	0.36	0.47	20
EMA 8 8	648	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.94	16.5	0.36	0.47	20
EMA 8 9	648	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.94	16.5	0.36	0.47	20

2.2.46 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
EMA 8 1	113	4x10+TTx10Cu	24.32	25	326.03	19.24			10;C
EMA 8 2	108	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	51.98	17.03			10;B
EMA 8 3	103	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	54.49	15.49			10;B
EMA 8 4	100	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	56.12	14.61			10;B
EMA 8 5	95	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	59.07	13.19			10;B
EMA 8 6	90	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	62.34	11.84			10;B
EMA 8 7	95	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	59.07	13.19			10;B
EMA 8 8	95	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	59.07	13.19			10;B
EMA 8 9	95	4x1.5+TTx1.5Cu	24.32	25	59.07	13.19			10;B

2.2.47 Subcuadro EMF 9

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
EMF 9 1	28000	76	4x10+TTx10Cu	50.52	68	2.08	2.26	75x60
EMF 9 2	28000	76	4x10+TTx10Cu	50.52	68	2.08	2.26	75x60
EMF 9 3	28000	76	4x10+TTx10Cu	50.52	68	2.08	2.26	75x60

2.2.48 Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
EMF 9 1	76	4x10+TTx10Cu	20.52	25	474.71	9.07			63;B
EMF 9 2	76	4x10+TTx10Cu	20.52	25	474.71	9.07			63;B
EMF 9 3	76	4x10+TTx10Cu	20.52	25	474.71	9.07			63;B

3 PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 Pliego de condiciones del centro de transformación

3.1.1 Condiciones Generales

3.1.1.1 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 correspondiente Proyecto.

3.1.1.2 Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión hasta 132 kV, así como a centros de transformación.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.1.1.3 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. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según 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.

3.1.1.3.1 Condiciones facultativas legales

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

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) 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.

- f) 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.
- g) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- h) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- i) Norma Básica de Edificación.
- j) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- k) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

3.1.1.3.2 Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “j” del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, 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.

3.1.1.3.3 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.

3.1.1.4 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:

3.1.1.4.1 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.

3.1.1.4.2 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.

3.1.1.4.3 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.

3.1.1.4.4 Recepción 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.

3.1.1.4.5 Organización.

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.

3.1.1.4.6 Facilidades para la inspección

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.

3.1.1.4.7 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.

3.1.1.4.8 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.

3.1.1.4.9 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.

3.1.1.4.10 Ejecución 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.

3.1.1.4.11 Subcontratación 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:

- a) 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.
- b) 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.

3.1.1.4.12 Plazo de ejecución

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.

3.1.1.4.13 Recepción 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.

3.1.1.4.14 Periodos de garantía

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.

3.1.1.4.15 Recepción 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.

3.1.1.4.16 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 terminadas 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.

3.1.1.4.17 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.

3.1.1.5 Disposición 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.

3.1.2 Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior no prefabricados

3.1.2.1 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.

3.1.2.2 Obra civil

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

3.1.2.2.1 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.

3.1.2.2.2 Excavación

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.

3.1.2.2.3 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.

3.1.2.2.4 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.

3.1.2.2.5 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
- Fabrica 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 provistos de pantalla drenante.

3.1.2.2.6 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.

3.1.2.2.7 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.

3.1.2.2.8 Evacuación y extinción 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.

3.1.2.2.9 Ventilación

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.

3.1.2.2.10 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.

3.1.2.3 Instalación eléctrica.

3.1.2.3.1 Aparata alta tensión

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 aparata 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 conectionarán 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 conectionadas 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 termoretráctiles 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 ≤ 20 kV
- 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.
- $20 \text{ kV} < U_n \leq 30 \text{ kV}$
- 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.

3.1.2.3.2 Transformadores

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, 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.

3.1.2.3.3 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 llevarán 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.

3.1.2.3.4 Acometidas subterráneas.

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.

- 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).

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.

3.1.2.4 Normas de ejecución 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.

3.1.2.5 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.

3.1.2.6 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

3.1.2.6.1 Prevenciones 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 aparatada de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparatada.

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.

3.1.2.6.2 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.

3.1.2.6.3 Separación 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.

3.1.2.6.4 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.

3.1.2.7 Certificados y documentación

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.

3.1.2.8 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.

3.1.2.9 Recepción 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.

3.2 Pliego de condiciones de las líneas de baja tensión

3.2.1 Condiciones Facultativas.

3.2.1.1 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 resolverlas 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, impartándole, 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.

3.2.1.2 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.

3.2.1.3 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.

3.2.1.4 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.

3.2.1.5 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.

3.2.1.6 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.

3.2.1.7 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.

3.2.1.8 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.

3.2.1.9 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.

3.2.1.10 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.

Asimismo 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.

3.2.1.11 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.

3.2.1.12 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.

3.2.1.13 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.

3.2.1.14 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.

3.2.1.15 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.

3.2.1.16 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.

3.2.1.17 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.

3.2.1.18 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.

3.2.1.19 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.

3.2.1.20 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.

3.2.1.21 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.

3.2.1.22 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.

3.2.1.23 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.

3.2.1.24 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.

3.2.1.25 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.

3.2.1.26 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.

3.2.1.27 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.

3.2.1.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, 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.

3.2.1.29 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.

3.2.1.30 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.

3.2.1.31 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.

3.2.2 Condiciones Económicas

3.2.2.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de

los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.2.2.2 Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

3.2.2.3 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.2.2.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.2.2.5 De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

3.2.2.6 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.2.2.7 Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.2.2.8 Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.2.2.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.2.2.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el

Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.2.2.11 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.2.2.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.2.2.13 Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.2.2.14 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.2.2.15 Unidades de obra defectuosa pero aceptable

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al

Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.2.2.16 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.2.2.17 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.2.2.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.2.3 Condiciones Técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

3.2.3.1 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.

3.2.3.2 Canalizaciones eléctricas

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.

3.2.3.2.1 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).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

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 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. 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 (89/106/CEE).

- 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 Rígido/curvable	1-2	Continuidad
Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	1-2	Continuidad

Resistencia a la penetración de objetos sólidos mm	4	Contra objetos D1
Resistencia a la penetración del agua cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	4	Contra gotas de agua cayendo verticalmente
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

- Tubos en canalizaciones empotradas.

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

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

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	1	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1-2-3-4	+ 60 °C
Resistencia al curvado Rígido/curvable	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos mm	4	Contra objetos D1
Resistencia a la penetración del agua cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente
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
--------------------------------------	---	--------------

- Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

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 Rígido/curvable	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos mm	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
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

- 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 Rígido/curvable	4	Flexible
Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos mm	4	Contra objetos D 1 mm
Resistencia a la penetración del agua cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

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

- 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 Rígido/curvable	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas eléctrica/aislante	0	No declarada
Resistencia a la penetración de objetos sólidos mm	4	Contra objetos D 1 mm
Resistencia a la penetración del agua cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °	3	Contra el agua en forma de lluvia
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	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligeró; 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.

- 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.

3.2.3.2.2 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 aquella.
- 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.

3.2.3.2.3 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.

3.2.3.2.4 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).

3.2.3.2.5 Conductores aislados en el interior 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.

3.2.3.2.6 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 canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	< 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

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.

3.2.3.2.7 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.

3.2.3.2.8 *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, 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.

3.2.3.2.9 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

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.

3.2.3.2.10 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.

3.2.3.3 Conductores

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

3.2.3.3.1 Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - o Conductor: de cobre.
 - o Formación: unipolares.
 - o Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - o Tensión de prueba: 2.500 V.
 - o Instalación: bajo tubo.
 - o 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 hidroclorhídrico 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.

3.2.3.3.2 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.

3.2.3.3.3 Identificación 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.

3.2.3.3.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

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
< 500 V	500	0,5
> 500 V	1000	1,0

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.

3.2.3.4 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 contratueras 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 capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.2.3.5 Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarían 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 toma 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.

3.2.3.6 Aparata de mando y protección

3.2.3.6.1 Cuadros eléctricos

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 canaletas provistas 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.

3.2.3.6.2 *Interruptores automáticos*

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 sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas 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.

3.2.3.6.3 *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.

3.2.3.6.4 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.

3.2.3.6.5 Interruptores diferenciales

- 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 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.

- 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:

$$U = R_a \cdot I_a$$

Donde:

- 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).

3.2.3.6.6 *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 capaz de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

3.2.3.6.7 *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.

3.2.3.6.8 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, impresas 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.

3.2.3.7 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 debe 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 voltamperios 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.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

3.2.3.8 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 20.460 -4-45.

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:

- 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

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.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

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 20.324 y DIN 40.050. 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:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- 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.
- 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 se prevén 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 estático sea superiores a 1,5 megohmios. 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.

3.2.3.9 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 solicitaciones 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.

3.2.3.9.1 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 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, 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 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.

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)
Sf < 16	Sf
16 < Sf < 35	16
Sf > 35	Sf/2

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.

3.2.3.10 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 Mohm.
- 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.

3.2.3.11 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.

3.2.3.12 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.

3.2.3.13 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.

3.2.3.14 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.

3.2.3.15 Criterios de medición

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.

4 PRESUPUESTO Y MEDICIONES

4.1 Medición general línea de servicios

4.1.1 Medición por subcuadros

4.1.1.1 Cuadro general.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, AUTOMATICOS Y FUSIBLES, INTERRUPTORES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	16	35	1
Mag/Tetr.	63	35	2
I.Aut/Tetr.	80	35	1
I.Aut/Tetr.	125	35	1
I.Aut/Tetr.	160	35	1
I.Aut/Tetr.	250	6	1
I.Aut/Tetr.	400	35	1
I.Aut/Tetr.	630	35	1
I.Aut/Trip.	1250	35	1
I.Aut/Tetr.	1600	35	1
Subtotal aparatos:		11	
Subtotal elementos:		43	

MEDICION DE DIFERENCIALES

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	1
Diferen./Tetr.	AC	63	300	2
Relé y Transf.	AC	80	300	1

Relé y Transf.	AC	125	300	1
Relé y Transf.	AC	160	300	1
Relé y Transf.	AC	250	300	1
Relé y Transf.	AC	400	300	1
Relé y Transf.	AC	630	300	1
Relé y Transf.	AC	1250	300	1
Relé y Transf.	AC	1600	300	1
Subtotal aparatos:			11	
Subtotal elementos:			12	

MEDICION DE ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA.

Descripción	Intens(A)	Cantidad
Contac/Tetr.	250	2
Subtotal aparatos:		2
Subtotal elementos:		8

TOTAL APARATOS CUADRO: 24

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 63

4.1.1.2 AMP 4

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
--------------------	------------------	---------------------	-----------------

Mag/Tetr.	10	35	6
Mag/Trip.	16	35	1
Mag/Tetr.	16	35	11
Mag/Tetr.	40	35	2
Interr.c.c	63		1
Subtotal aparatos:		21	
Subtotal elementos:		83	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	18
Diferen./Tetr.	AC	40	300	2
Subtotal aparatos:		20		
Subtotal elementos:		80		

TOTAL APARATOS CUADRO: 41

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 163

4.1.1.3 APT 4

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	35	6
Mag/Tetr.	16	35	12
Mag/Tetr.	50	35	3

Interr.c.c	125	1
------------	-----	---

Subtotal aparatos:	22
--------------------	----

Subtotal elementos:	88
---------------------	----

MEDICION DE DIFERENCIALES

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	18
Diferen./Tetr.	AC	63	300	3

Subtotal aparatos:	21
--------------------	----

Subtotal elementos:	84
---------------------	----

TOTAL APARATOS CUADRO: 43

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 172

4.1.1.4 SGN 5

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	40	35	1
Mag/Tetr.	50	35	1
I.Aut/Trip.	250	35	1
I.Aut/Trip.	400	35	1
Interr.c.c	500		1

Subtotal aparatos:	5
--------------------	---

Subtotal elementos: 18

MEDICION DE DIFERENCIALES

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	40	300	1
Diferen./Tetr.	AC	63	300	1
Relé y Transf.	AC	250	300	1
Relé y Transf.	AC	400	300	1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 8

TOTAL APARATOS CUADRO: 9

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 26

4.1.1.5 SGN 5 1

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Bip.	10	15	4
Mag/Tetr.	10	15	18
Interr.c.c	40		1

Subtotal aparatos: 23

Subtotal elementos: 84

MEDICION DE DIFERENCIALES

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Bipo.	AC	25	30	4
Diferen./Tetr.	AC	25	30	18
Subtotal aparatos:			22	
Subtotal elementos:			80	

TOTAL APARATOS CUADRO: 45

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 164

4.1.1.6 SGN 5 2

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
I.Aut/Trip.	250	25	3
Interr.c.c	320		1
Subtotal aparatos:		4	
Subtotal elementos:		13	

MEDICION DE DIFERENCIALES

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Relé y Transf.	AC	250	300	3
Subtotal aparatos:			3	
Subtotal elementos:			0	

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 13

4.1.1.7 SGN 5 3.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	16	20	7
Mag/Tetr.	20	20	3
Interr.c.c	50		1
Subtotal aparatos:		11	
Subtotal elementos:		44	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	10
Subtotal aparatos:			10	
Subtotal elementos:			40	

TOTAL APARATOS CUADRO: 21

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 84

4.1.1.8 SGN 5 4.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
I.Aut/Trip.	80	20	5

Interr.c.c	250	1
------------	-----	---

Subtotal aparatos:	6
--------------------	---

Subtotal elementos:	19
---------------------	----

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Relé y Transf.	AC	80	300	5

Subtotal aparatos:	5
--------------------	---

Subtotal elementos:	0
---------------------	---

TOTAL APARATOS CUADRO: 11

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 19

4.1.1.9 SGC 6

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	20	25	1
Mag/Tetr.	32	25	1
I.Aut/Tetr.	100	25	2
I.Aut/Tetr.	125	25	1
I.Aut/Tetr.	250	25	1
Interr.c.c	400		1

Subtotal aparatos:	7
--------------------	---

Subtotal elementos:	28
---------------------	----

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	1
Diferen./Tetr.	AC	40	300	1
Relé y Transf.	AC	100	300	2
Relé y Transf.	AC	125	300	1
Relé y Transf.	AC	250	300	1
Subtotal aparatos:			6	
Subtotal elementos:			8	

TOTAL APARATOS CUADRO: 13

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 36

4.1.1.10 SGC 6 1.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	4.5	1
Mag/Trip.	16	4.5	2
Interr.c.c	20		1
Mag/Tetr.	20	4.5	1
Subtotal aparatos:		5	
Subtotal elementos:		18	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	3
Diferen./Tetr.	AC	25	300	1
Subtotal aparatos:			4	
Subtotal elementos:			16	

TOTAL APARATOS CUADRO: 9

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 34

4.1.1.11 SGC 6 2.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	20	15	1
Interr.c.c	100		1
I.Aut/Tetr.	100	15	1
Subtotal aparatos:		3	
Subtotal elementos:		12	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	1
Relé y Transf.	AC	100	30	1
Subtotal aparatos:			2	

Subtotal elementos: 4

TOTAL APARATOS CUADRO: 5

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 16

4.1.1.12 SGC 6 3.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	15	1
Mag/Tetr.	20	15	1
Mag/Trip.	25	15	2
Mag/Trip.	50	15	2
Interr.c.c	125		1
Subtotal aparatos:		7	
Subtotal elementos:		24	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	2
Diferen./Tetr.	AC	25	300	2
Diferen./Tetr.	AC	63	300	2
Subtotal aparatos:			6	
Subtotal elementos:			24	

TOTAL APARATOS CUADRO: 13

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 48

4.1.1.13 SGC 6 4.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	15	1
Mag/Trip.	25	15	1
Mag/Trip.	50	15	2
I.Aut/Trip.	80	15	2
Interr.c.c	200		1
Subtotal aparatos:		7	
Subtotal elementos:		23	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	2
Diferen./Tetr.	AC	63	300	2
Relé y Transf.	AC	80	300	2
Subtotal aparatos:			6	
Subtotal elementos:			16	

TOTAL APARATOS CUADRO: 13

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 39

4.1.1.14 SGC 6 5.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	10	1
Mag/Tetr.	32	10	1
Mag/Trip.	50	10	2
Interr.c.c	100		1
Subtotal aparatos:		5	
Subtotal elementos:		18	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	1
Diferen./Tetr.	AC	40	30	1
Diferen./Tetr.	AC	63	300	2
Subtotal aparatos:			4	
Subtotal elementos:			16	

TOTAL APARATOS CUADRO: 9

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 34

4.1.1.15 SGC 6 6.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	4.5	1

Interr.c.c	32		1
Mag/Tetr.	32	4.5	1
Subtotal aparatos:		3	
Subtotal elementos:		12	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	1
Diferen./Tetr.	AC	40	30	1
Subtotal aparatos:			2	
Subtotal elementos:			8	

TOTAL APARATOS CUADRO: 5

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 20

4.1.1.16 OFI 7.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	10	1
Interr.c.c	80		1
I.Aut/Tetr.	80	10	1
Subtotal aparatos:		3	
Subtotal elementos:		12	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	1
Relé y Transf.	AC	80	300	1
Subtotal aparatos:			2	
Subtotal elementos:			4	

TOTAL APARATOS CUADRO: 5

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 16

4.1.1.17 OFI 7 1.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Interr.c.c	10		1
Mag/Tetr.	10	6	2
Subtotal aparatos:			3
Subtotal elementos:			12

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	2
Subtotal aparatos:			2	
Subtotal elementos:			8	

TOTAL APARATOS CUADRO: 5

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 20

4.1.1.18 OFI 7 1 1.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Interr.c.c	10		1
Mag/Tetr.	10	4.5	2
Subtotal aparatos:		3	
Subtotal elementos:		12	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	2
Subtotal aparatos:			2	
Subtotal elementos:			8	

TOTAL APARATOS CUADRO: 5

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 20

4.1.1.19 OFI 7 1 2.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Interr.c.c	10		1
Mag/Tetr.	10	4.5	2

Subtotal aparatos:	3
Subtotal elementos:	12

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	2

Subtotal aparatos:	2
Subtotal elementos:	8

TOTAL APARATOS CUADRO: 5

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 20

4.1.1.20 OFI 7 2.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	50	6	1
Mag/Tetr.	63	6	1
Interr.c.c	80		1

Subtotal aparatos:	3
Subtotal elementos:	12

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	63	300	2

Subtotal aparatos:	2
Subtotal elementos:	8

TOTAL APARATOS CUADRO: 5

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 20

4.1.1.21 OFI 7 2 1.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	16	4.5	1
Mag/Trip.	25	4.5	1
Mag/Tetr.	32	4.5	1
Interr.c.c	50		1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 15

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	1
Diferen./Tetr.	AC	25	300	1
Diferen./Tetr.	AC	40	30	1

Subtotal aparatos: 3

Subtotal elementos: 12

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 27

4.1.1.22 OFI 7 2 2.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	16	4.5	1
Mag/Trip.	25	4.5	1
Interr.c.c	63		1
Mag/Tetr.	63	4.5	1
Subtotal aparatos:		4	
Subtotal elementos:		15	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	1
Diferen./Tetr.	AC	25	300	1
Diferen./Tetr.	AC	63	30	1
Subtotal aparatos:			3	
Subtotal elementos:			12	

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 27

4.1.1.23 EMA 8.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Tetr.	10	25	9
Interr.c.c	16		1
Subtotal aparatos:		10	
Subtotal elementos:		40	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	9
Subtotal aparatos:			9	
Subtotal elementos:			36	

TOTAL APARATOS CUADRO: 19

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 76

4.1.1.24 EMF 9.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Interr.c.c	63		1
Mag/Tetr.	63	25	3
Subtotal aparatos:		4	
Subtotal elementos:		16	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
--------------------	--------------	------------------	-------------------------	-----------------

Diferen./Tetr.	AC	63	300	3
Subtotal aparatos:			3	
Subtotal elementos:			12	

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 28

4.1.2 Presupuesto

MEDICION DE CABLES

Sección (mm ²)	Metal	Designación	Polar.	Total (m)	Pu (Euros)	P.total (Euros)
1.5	Cu	H07V-K Eca	Bipolar	30	0.48	14.4
1.5	Cu	RV-K Eca	Unipolar	2585	0.4	1034
1.5	Cu	RV-K Eca	Bipolar	90	0.51	45.9
1.5	Cu	RV-K Eca	Tripolar	2585	1.37	3541.45
1.5	Cu	RV-K Eca	Tetrapolar	15	1.5	22.5
1.5	Cu	TT	Unipolar	2720	0.76	2067.2
2.5	Cu	H07 Eca	Unipolar	40	0.72	28.8
2.5	Cu	H07 Eca	Tripolar	40	2.3	92
2.5	Cu	RV-K Eca	Unipolar	1409	0.93	1310.37
2.5	Cu	RV-K Eca	Tripolar	1469	0.92	1351.48
2.5	Cu	RV-K Eca	Tetrapolar	360	2.64	950.4
2.5	Cu	TT	Unipolar	1869	0.46	859.74
4	Cu	RV-K Eca	Unipolar	73	0.86	62.78
4	Cu	RV-K Eca	Tripolar	118	0.86	101.48

4	Cu	TT	Unipolar	118	1.67	197.06
6	Cu	RV-K Eca	Unipolar	15	1.01	15.15
6	Cu	RV-K Eca	Tripolar	15	1.83	27.45
6	Cu	TT	Unipolar	15	1.63	24.45
10	Cu	RV-K Eca	Unipolar	127		0
10	Cu	RV-K Eca	Tripolar	267	2.83	755.61
10	Cu	RV-K Eca	Tetrapolar	228		0
10	Cu	TT	Unipolar	495	2.11	1044.45
16	Cu	RV-K Eca	Unipolar	64	2.45	156.8
16	Cu	RV-K Eca	Tripolar	264	4.28	1129.92
16	Cu	TT	Unipolar	368	2.45	901.6
25	Cu	H07V-K Eca	Unipolar	32	3.08	98.56
25	Cu	H07 Eca	Unipolar	36	3.12	112.32
25	Cu	RV-K Eca	Unipolar	94	3.69	346.86
25	Cu	RV-K Eca	Tripolar	54	12.85	693.9
25	Cu	TT	Unipolar	230.5	2.13	490.965
35	Cu	H07V-K Eca	Unipolar	24	3.97	95.28
35	Cu	RV-K Eca	Unipolar	56	4.34	243.04
35	Cu	TT	Unipolar	8	4.34	34.72
50	Cu	RV-K Eca	Unipolar	691.5	6.28	4342.62
70	Cu	H07 Eca	Unipolar	24	6.39	153.36
70	Cu	TT	Unipolar	454	8.38	3804.52
120	Cu	H07V-K Eca	Unipolar	72	13.05	939.6
120	Cu	RV-K Eca	Unipolar	1720	13.83	23787.6
240	Al	RZ1-Al(AS) Cca- s1b,d1,a1	Unipolar	48	26.91	1291.68

600	Cu	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	17.2	98.33	1691.276
600	Cu	TT	Unipolar	3	67.93	203.79
TOTAL						54065.081

MEDICIÓN DE TUBOS

Diámetro(mm)	Total metros	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
16	120	3.55	426
20	3783	4.62	17477.46
32	313	13.2	4131.6
40	6	17.41	104.46
50	14	20.35	284.9
TOTAL			22424.42

MEDICIÓN DE BANDEJAS

Dimensiones(mm)	Tipo	Total metros	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
75x60	Perforada	1052.5	6.99	7356.975
200x60	Perforada	6	12.38	74.28
300x60	Perforada	83	16.2	1344.6
TOTAL				8775.855

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Interr.c.c	10		3	11.73	35.19

Mag/Tetr.	10	4.5	6	12.63	75.78
Mag/Tetr.	10	6	2	13.53	27.06
Mag/Tetr.	10	10	2	14.43	28.86
Mag/Bip.	10	15	4	15.33	61.32
Mag/Tetr.	10	15	20	16.23	324.6
Mag/Tetr.	10	25	9	20.55	184.95
Mag/Tetr.	10	35	12	24.87	298.44
Interr.c.c	16		1	29.19	29.19
Mag/Trip.	16	4.5	2	33.51	67.02
Mag/Tetr.	16	4.5	2	37.83	75.66
Mag/Tetr.	16	20	7	42.15	295.05
Mag/Trip.	16	35	1	46.47	46.47
Mag/Tetr.	16	35	24	50.79	1218.96
Interr.c.c	20		1	55.11	55.11
Mag/Tetr.	20	4.5	1	41.83	41.83
Mag/Tetr.	20	15	2	44.69	89.38
Mag/Tetr.	20	20	3	47.55	142.65
Mag/Tetr.	20	25	1	47.55	47.55
Mag/Trip.	25	4.5	2	77.93	155.86
Mag/Trip.	25	15	3	48.9	146.7
Interr.c.c	32		1	75.23	75.23
Mag/Tetr.	32	4.5	2	75.23	150.46
Mag/Tetr.	32	10	1	75.23	75.23
Mag/Tetr.	32	25	1	89.12	89.12
Interr.c.c	40		1	93.46	93.46
Mag/Tetr.	40	35	3	114.2	342.6

Interr.c.c	50		2		0
Mag/Tetr.	50	6	1	143.66	143.66
Mag/Trip.	50	10	2	147.36	294.72
Mag/Trip.	50	15	4	151.06	604.24
Mag/Tetr.	50	35	4	154.76	619.04
Interr.c.c	63		3		0
Mag/Tetr.	63	4.5	1	136.86	136.86
Mag/Tetr.	63	6	1	174.5	174.5
Mag/Tetr.	63	25	3	212.14	636.42
Mag/Tetr.	63	35	2	249.78	499.56
Interr.c.c	80		2	315.6	631.2
I.Aut/Tetr.	80	10	1	342.01	342.01
I.Aut/Trip.	80	15	2	361.09	722.18
I.Aut/Trip.	80	20	5	380.17	1900.85
I.Aut/Tetr.	80	35	1	399.25	399.25
Interr.c.c	100		2	406.33	812.66
I.Aut/Tetr.	100	15	1	555.3	555.3
I.Aut/Tetr.	100	25	2	560.39	1120.78
Interr.c.c	125		2	585.48	1170.96
I.Aut/Tetr.	125	25	1	610.57	610.57
I.Aut/Tetr.	125	35	1	635.66	635.66
I.Aut/Tetr.	160	35	1	660.75	660.75
Interr.c.c	200		1	685.84	685.84
Interr.c.c	250		1	693.2	693.2
I.Aut/Tetr.	250	6	1	614.4	614.4
I.Aut/Trip.	250	25	3	636.14	1908.42

I.Aut/Tetr.	250	25	1	657.88	657.88
I.Aut/Trip.	250	35	1	679.62	679.62
Interr.c.c	320		1	701.36	701.36
Interr.c.c	400		1	723.1	723.1
I.Aut/Trip.	400	35	1	860.5	860.5
I.Aut/Tetr.	400	35	1	860.5	860.5
Interr.c.c	500		1	987.69	987.69
I.Aut/Tetr.	630	35	1	1455.3	1455.3
I.Aut/Trip.	1250	35	1	2963.41	2963.41
I.Aut/Tetr.	1600	35	1	6322.72	6322.72
TOTAL					37058.84

MEDICION DE DIFERENCIALES

Descripción	Clase	Intens (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Diferen./Bipo.	AC	25	30	4	160.98	643.92
Diferen./Tetr.	AC	25	30	89	160.98	14327.22
Diferen./Tetr.	AC	25	300	10	167.3	1673
Diferen./Tetr.	AC	40	30	3	163.05	489.15
Diferen./Tetr.	AC	40	300	4	171.35	685.4
Diferen./Tetr.	AC	63	30	1	225.25	225.25
Diferen./Tetr.	AC	63	300	17	215.34	3660.78
Relé y Transf.	AC	80	300	9	152.92	1376.28
Relé y Transf.	AC	100	30	1	213.35	213.35
Relé y Transf.	AC	100	300	2	223.14	446.28
Relé y Transf.	AC	125	300	2	268.33	536.66

Relé y Transf.	AC	160	300	1	291.02	291.02
Relé y Transf.	AC	250	300	6	316.77	1900.62
Relé y Transf.	AC	400	300	2	452.32	904.64
Relé y Transf.	AC	630	300	1	801.47	801.47
Relé y Transf.	AC	1250	300	1	1027.36	1027.36
Relé y Transf.	AC	1600	300	1	1325.83	1325.83
TOTAL						30528.23

4.1.2.1 Resumen de la línea de los servicios generales

MEDICIONES	PRECIO (euros)
Medición de cables	54065.081
Medición de tubos	22424.42
Medición de bandejas	8775.855
Medición de magnetotérmicos, interruptores automáticos y fusibles	37058.84
Medición de diferenciales	30528.23
TOTAL	152852.426

4.2 Medición general línea de producción

4.2.1 Medición por subcuadros

4.2.1.1 Cuadro general.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
I.Aut/Trip.	400	35	1
I.Aut/Trip.	630	35	2
I.Aut/Tetr.	1600	35	2

Subtotal aparatos:	5
Subtotal elementos:	17

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Relé y Transf.	AC	400	300	1
Relé y Transf.	AC	630	300	2
Relé y Transf.	AC	1600	300	1
Subtotal aparatos:			4	
Subtotal elementos:			0	

TOTAL APARATOS CUADRO: 9

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 17

4.2.1.2 FBF 1

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	25	20	2
Mag/Trip.	40	20	1
Mag/Trip.	50	20	3
Mag/Trip.	63	20	1
I.Aut/Trip.	80	20	4
I.Aut/Trip.	100	20	1
Interr.c.c	630		1
Subtotal aparatos:			13

Subtotal elementos: 40

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	2
Diferen./Tetr.	AC	40	300	1
Diferen./Tetr.	AC	63	300	4
Relé y Transf.	AC	80	300	4
Relé y Transf.	AC	100	300	1

Subtotal aparatos: 12

Subtotal elementos: 28

TOTAL APARATOS CUADRO: 25

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 68

4.2.1.3 FBF 16.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	50	15	3
Interr.c.c	80		1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 13

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
--------------------	--------------	------------------	-------------------------	-----------------

Diferen./Tetr.	AC	63	300	3
		Subtotal aparatos:	3	
		Subtotal elementos:	12	

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.4 FBF 17.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	25	10	3
Interr.c.c	40		1
Subtotal aparatos:		4	
Subtotal elementos:		13	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	3
Subtotal aparatos:			3	
Subtotal elementos:			12	

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.5 FBF 19.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	63	15	3
Interr.c.c	100		1
Subtotal aparatos:		4	
Subtotal elementos:		13	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	63	30	1
Diferen./Tetr.	AC	63	300	2
Subtotal aparatos:			3	
Subtotal elementos:			12	

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.6 FBB 2.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	20	20	2
Mag/Trip.	32	20	1
Mag/Trip.	40	20	3

Mag/Trip.	50	20	1
Mag/Trip.	63	20	1
I.Aut/Trip.	80	20	4
Interr.c.c	500		1
Subtotal aparatos:		13	
Subtotal elementos:		40	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	2
Diferen./Tetr.	AC	40	300	4
Diferen./Tetr.	AC	63	300	2
Relé y Transf.	AC	80	300	4
Subtotal aparatos:			12	
Subtotal elementos:			32	

TOTAL APARATOS CUADRO: 25

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 72

4.2.1.7 FBB 26.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	40	10	3
Interr.c.c	63		1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 13

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	40	300	3

Subtotal aparatos: 3

Subtotal elementos: 12

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.8 FBB 27.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	20	6	3
Interr.c.c	32		1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 13

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	30	1
Diferen./Tetr.	AC	25	300	2

Subtotal aparatos: 3

Subtotal elementos: 12

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.9 FBB 29.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	50	10	3
Interr.c.c	80		1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 13

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	63	300	3

Subtotal aparatos: 3

Subtotal elementos: 12

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.10 FBV 3.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
--------------------	------------------	---------------------	-----------------

Mag/Trip.	16	15	2
Mag/Trip.	25	15	4
Mag/Trip.	40	15	2
Mag/Trip.	50	15	1
Mag/Trip.	63	15	3
Interr.c.c	400		1
Subtotal aparatos:		13	
Subtotal elementos:		40	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	6
Diferen./Tetr.	AC	40	300	2
Diferen./Tetr.	AC	63	300	4
Subtotal aparatos:			12	
Subtotal elementos:			48	

TOTAL APARATOS CUADRO: 25

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 88

4.2.1.11 FBV 36.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	25	10	3
Interr.c.c	40		1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 13

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	3

Subtotal aparatos: 3

Subtotal elementos: 12

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.12 FBV 37.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	16	4.5	3
Interr.c.c	25		1

Subtotal aparatos: 4

Subtotal elementos: 13

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	25	300	3

Subtotal aparatos: 3

Subtotal elementos: 12

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.1.13 FBV 39.

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES.

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad
Mag/Trip.	40	6	3
Interr.c.c	63		1
Subtotal aparatos:		4	
Subtotal elementos:		13	

MEDICION DE DIFERENCIALES.

Descripción	Clase	Intens(A)	Sensibilidad(mA)	Cantidad
Diferen./Tetr.	AC	40	300	3
Subtotal aparatos:			3	
Subtotal elementos:			12	

TOTAL APARATOS CUADRO: 7

TOTAL ELEMENTOS CUADRO: 25

4.2.2 Presupuesto

MEDICION DE CABLES

Sección (mm²)	Metal	Designación	Polar.	Total (m)	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
2.5	Cu	RV-K Eca	Tripolar	138	0.92	126.96
2.5	Cu	TT	Unipolar	138	0.46	63.48
4	Cu	RV-K Eca	Tripolar	36	0.86	30.96
4	Cu	TT	Unipolar	36	0.37	13.32
6	Cu	H07V-K Eca	Tripolar	8	1.72	13.76
6	Cu	RV-K Eca	Tripolar	58	1.83	106.14
6	Cu	TT	Unipolar	66	1.63	107.58
10	Cu	H07 Eca	Tripolar	6	2.93	17.58
10	Cu	RV-K Eca	Tripolar	220	2.83	622.6
10	Cu	TT	Unipolar	226	2.11	476.86
16	Cu	RV-K Eca	Tripolar	114	4.28	487.92
16	Cu	TT	Unipolar	228	2.45	558.6
25	Cu	H07 Eca	Unipolar	54	3.08	166.32
25	Cu	RV-K Eca	Tripolar	16	12.85	205.6
25	Cu	TT	Unipolar	80	2.13	170.4
35	Cu	RV-K Eca	Unipolar	210	4.34	911.4
35	Cu	RV-K Eca	Tripolar	10	18.12	181.2
35	Cu	TT	Unipolar	126	2.81	354.06
50	Cu	RV-K Eca	Unipolar	240	6.28	1507.2
70	Cu	RV-K Eca	Unipolar	414	8.38	3469.32
540	Al	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	3	60.58	181.74
1080	Al	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	9	139.53	1255.77
TOTAL						11028.77

MEDICION DE TUBOS

Diámetro(mm)	Total metros	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
20	72	4.62	332.64
25	16	7.81	124.96
32	128	13.2	1689.6
40	16	17.41	278.56
50	10	20.35	203.5
TOTAL			2629.26

MEDICION DE BANDEJAS

Dimensiones(mm)	Tipo	Total metros	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
75x60	Perforada	439	6.99	3068.61
100x35	Rejilla	18	6.63	119.34
100x60	Rejilla	45	12.03	541.35
200x60	Perforada	6	12.38	74.28
TOTAL				3803.58

MEDICION DE MAGNETOTERMICOS, INTERRUPTORES AUTOMATICOS Y FUSIBLES

Descripción	Intens(A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Mag/Trip.	16	4.5	3	37.83	113.49
Mag/Trip.	16	15	2	42.15	84.3
Mag/Trip.	20	6	3	44.69	134.07
Mag/Trip.	20	20	2	47.55	95.1
Interr.c.c	25		1	56.39	56.39

Mag/Trip.	25	10	6	77.93	467.58
Mag/Trip.	25	15	4	48.9	195.6
Mag/Trip.	25	20	2	63.26	126.52
Interr.c.c	32		1	75.23	75.23
Mag/Trip.	32	20	1	89.12	89.12
Interr.c.c	40		2	93.46	186.92
Mag/Trip.	40	6	3	98.69	296.07
Mag/Trip.	40	10	3	114.2	342.6
Mag/Trip.	40	15	2	118.37	236.74
Mag/Trip.	40	20	4	123.6	494.4
Mag/Trip.	50	10	3	147.36	442.08
Mag/Trip.	50	15	4	151.06	604.24
Mag/Trip.	50	20	4	158.34	633.36
Interr.c.c	63		2	169.22	338.44
Mag/Trip.	63	15	6	174.5	1047
Mag/Trip.	63	20	2	212.14	424.28
Interr.c.c	80		2	315.6	631.2
I.Aut/Trip.	80	20	8	380.17	3041.36
Interr.c.c	100		1	406.33	406.33
I.Aut/Trip.	100	20	1	560.39	560.39
Interr.c.c	400		1	723.1	723.1
I.Aut/Trip.	400	35	1	860.5	860.5
Interr.c.c	500		1	987.69	987.69
Interr.c.c	630		1	1123.3	1123.3
I.Aut/Trip.	630	35	2	1455.3	2910.6

I.Aut/Tetr.	1600	35	2	6322.72	12645.44
TOTAL					30373.44

MEDICION DE DIFERENCIALES

Descripción	Clase	Intens (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Diferen./Tetr.	AC	25	30	1	160.98	160.98
Diferen./Tetr.	AC	25	300	21	163.05	3424.05
Diferen./Tetr.	AC	40	300	13	171.35	2227.55
Diferen./Tetr.	AC	63	30	1	225.25	225.25
Diferen./Tetr.	AC	63	300	18	215.34	3876.12
Relé y Transf.	AC	80	300	8	152.92	1223.36
Relé y Transf.	AC	100	300	1	213.35	213.35
Relé y Transf.	AC	400	300	1	452.32	452.32
Relé y Transf.	AC	630	300	2	801.47	1602.94
Relé y Transf.	AC	1600	300	1	1325.83	1325.83
TOTAL						14731.75

4.2.2.1 Resumen

	Ptotal (Euros)
Medición de cables	11028.77
Medición de tubos	2629.26
Medición de bandejas	3803.58
Medición de magnetotérmicos, interruptores automáticos y fusibles	30373.44
Medición de diferenciales	14731.75
TOTAL	62566.8

4.3 Medición del centro de transformación

4.3.1 Obra civil

Envolvente obra civil	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
5x10x3 m.	1	13607.82	13607.82
Total			13607.82

4.3.2 Celdas de alta tensión

Denominación	I.Asig. (A)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Línea	400	1	6715.42	6715.42
Protección con automático	400	3	15039.02	45117.06
Medida	400	1	2300.12	2300.12
Total				54132.6

4.3.3 Interconexión celdas alta tensión y transformador

Denominación	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Cables A.T. aisl. seco	3	8669.57	26008.71
Total			26008.71

4.3.4 Equipos de potencia

Denominación	Potencia (kVA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Trafo aisl. seco	1000	3	15107.88	45323.64
Total				15107.88

4.3.5 Interconexión transformador y cuadros de baja tensión

Denominación	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Cables B.T. 0,6/1 kV	3	517.86	1553.58
Total			1553.58

4.3.6 Equipos de baja tensión

Denominación	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Cuadro B.T.	17	2074.69	35269.73
Total			35269.73

4.3.7 Red de tierras

Denominación	Cantidad	m.	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Picas 14 mm	11		12.5	137.5
Conductor desnudo Cu 50 mm ²		30	8.32	249.6
Total				387.1

4.3.8 Varios

Denominación	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Equipo iluminación	1	54.56	54.56
Equipo seguridad y maniobra	1	769.28	769.28
Rejillas protección	1	242.48	242.48
Total			1066.32

4.3.9 Resumen

	Ptotal (Euros)
Obra civil	13607.82
Celdas a.t.	54132.6
Interconexión celdas a.t. y trafo	26008.71
Equipos de potencia	15107.88
Interconexión trafo y cuadros b.t.	1553.58
Equipos de b.t.	35269.73
Red de tierras	387.1
Varios	1066.32
Total	147133.74

4.4 Resumen de las líneas y del centro de transformación

	Ptotal (Euros)
Línea de producción	62566.8
Línea de servicios	152852.426
Centro de transformación	147133.74
TOTAL	362552.966

5 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACIÓN ÍNTEGRA DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

5.1 Prevención de riesgos laborales

5.1.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

5.1.2 Derechos y obligaciones

5.1.2.1 Derecho a la protección frente a los riesgos laborales

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

5.1.2.2 Principios de la acción preventiva

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

5.1.2.3 Evaluación de los riesgos

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aun cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

5.1.2.4 Equipos de trabajo y medios de protección

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

5.1.2.5 Información, consulta y participación de los trabajadores

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

5.1.2.6 Formación de los trabajadores

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

5.1.2.7 Medidas de emergencia

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

5.1.2.8 Riesgo grave e inminente

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

5.1.2.9 Vigilancia de la salud

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

5.1.2.10 Documentación

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

5.1.2.11 Coordinación de actividades empresariales

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

5.1.2.12 Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

5.1.2.13 Protección de la maternidad

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

5.1.2.14 Protección de los menores

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

5.1.2.15 Relaciones de trabajos temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

5.1.2.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

5.1.3 Servicios de prevención

5.1.3.1 Protección y prevención de riesgos profesionales

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

5.1.3.2 Servicios de prevención

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

5.1.4 Consulta y participación de los trabajadores

5.1.4.1 Consulta de los trabajadores

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

5.1.4.2 Derechos de participación y representación

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

5.1.4.3 Delegados de prevención

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

5.2 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

5.2.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre

éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

5.2.2 Obligación general del empresario

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

5.3 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

5.3.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para

establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

5.3.2 Obligación general del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

5.3.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

5.3.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

5.3.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con “pestillos de seguridad” y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

5.3.2.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

5.3.2.5 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los

que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antiretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

5.4 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

5.4.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

5.4.2 Estudio básico de seguridad y salud

5.4.2.1 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción

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

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Enfoscados y enlucidos.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

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

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).

- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

5.4.2.2 Medidas preventivas de carácter general

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

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

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

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

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc.) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

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

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

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

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

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

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

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

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

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

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

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

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

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

5.4.2.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

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

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

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

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

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

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

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

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

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

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.
- Relleno de tierras.

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

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

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

- Encofrados.

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

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

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

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

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

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

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

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

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

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

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

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

- Trabajos de manipulación del hormigón.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

- Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

- Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

- Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

- Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablonces, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

- Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

- Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

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

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

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

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

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

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

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

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

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

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

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

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

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

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

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

5.4.2.4 Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc.).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.

- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc.).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc.).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Arco eléctrico.
- Incendio y explosiones. Electrouciones y quemaduras.
- Ventilación e Iluminación.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130°) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400°). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Se inspeccionará el estado del terreno.

Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).

Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.

Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.

No se almacenarán objetos en el interior del CT.

Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y contraincendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc.).

Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.

Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc.).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc. no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc., deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

5.4.3 Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las

previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

5.5 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

5.5.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

5.5.2 Obligaciones generales del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

5.5.2.1 Protectores de la cabeza

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

5.5.2.2 Protectores de manos y brazos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

5.5.2.3 Protectores de pies y piernas

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeable.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

5.5.2.4 Protectores del cuerpo

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

5.5.2.5 Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc.).

6 CONCLUSIONES

Se ha tratado de asegurar la continuidad de suministro en el proceso procurando que las interrupciones sean las mínimas posibles. Por ello en los equipos de compresores, calderas... se ha optado por la elección de dos equipos de esta forma se asegura la continuidad de suministro. Esto permite también que haya una continuidad en la producción del proceso productivo.

En la acometida de alta tensión, con una única línea en caso de avería pararía todo el proceso, se puede plantear el poner dos acometidas (tendrían un coste elevado, y no siempre te lo va a poder permitir la compañía distribuidora). Al tratarse de una empresa relativamente pequeña se ha descartado la opción de duplicarlas y de esta forma se reduciría el coste fijo que ocasionaría.

En el centro de transformación se podría optar por la elección de un único transformador, pero en caso de avería no se aseguraría la continuidad de suministro.

Otra opción que se puede plantear en el centro de transformación, sería la de elegir dos transformadores, uno que se encuentre en reserva de la misma potencia, pero ese transformador que está en reserva deberá de tener la potencia total de la instalación (en este caso no se evalúa la opción de que se averiaran los dos transformadores a la vez).

Se opta por la elección de tres transformadores donde uno de ellos se encuentra en reserva, y los otros dos se distribuyen la potencia total de la instalación (no se considera la opción de que se averíen dos transformadores a la vez).

Los transformadores se separaran de los servicios generales del proceso productivo para evitar que si ocurriera algún problema en la red por la deformación de onda, no pueda influir nada en el lado de la instalación.

La elección del transformador, se ha optado por un transformador seco por las ventajas que presentan respecto a los transformadores de baño de aceite ya que los secos, no necesitan fosos de recogida para la capacidad total del volumen de aceite de cada transformador. Además habría que disponer de muros cortafuegos resistentes al fuego.

También se ha dejado un espacio para un posible cuarto transformador si hiciera falta en un futuro.

Los coeficientes de utilización se han escogido según la experiencia y sabiendo que puede estar en torno a esos valores.

Una salida de un cuadro tiene que estar protegida por un interruptor automático para proteger el cable que sale del mismo. Cuando ese cable llega a un cuadro del siguiente nivel no es necesario que el interruptor sea automático, sería suficiente con un interruptor de corte.

Las bombas se seguirá el criterio de que hasta 15 kW tendrá un arranque directo, para valores entre 15 y 50 kW será un arranque estrella-triángulo, y para potencias mayores será un arrancador suave con variadores de velocidad. Si se tiene un motor más pequeño podría tener un arrancador con variador de velocidades siempre y cuando se tenga una carga variable.

La salida de los conductores del centro de transformación a la nave industrial se llevaran mediante un RAR y a partir de ahí con bandejas. A las oficinas bajo tubo enterrado, y una vez allí, empotrado.

En los almacenes se realiza una agrupación de cuadros para que permita desconectar los dos almacenes a la vez, pero también teniendo la opción de desconectarlos individualmente, esto también ocasiona un encarecimiento de la línea.

La nave se ha dividido en tres zonas según las líneas de producción que se tienen y esto se ha seguido para la distribución de los almacenes.

Se ha procurado minimizar el consumo y tener un mayor control sobre el mismo, reduciendo los cuadros y evitando introducirlos en la nave, situándolos en el centro de transformación.

Se ha creado una línea de fuerza de la nave con tres líneas en previsión de que hubiera otros consumidores que fueran necesarios, se opta para ello por canalizaciones prefabricadas.

7 BIBLIOGRAFÍA

La realización del proyecto y la ejecución de las instalaciones se efectuarán de acuerdo con la normativa vigente:

- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “Iberdrola distribución eléctrica S.A.”
- Ley de prevención de riesgos laborales. Real Decreto 31/1995, de 8 de noviembre.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Real Decreto 1267/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Reglamento sobre centrales eléctricas subestaciones y centros de transformación. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía Eléctrica. Real Decreto de 12 de Marzo de 1954.
- Reglamento sobre Acometidas Eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía. Real Decreto 2949/1982 de 15 de octubre.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 diciembre. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- NBC-CPI/96: condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en el BOE el día 29 de octubre de 1996.
- Normas del R.E.B.T. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Con respecto al centro de transformación, deberá de recoger las características de los materiales, cálculos que justifiquen su empleo y forma de ejecución de las obras a realizar con el cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- 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 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.
- 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.
- Norma Básica de la Edificación.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

También se han usado los siguientes softwares informáticos:

- DMELECT: DMCAD para el centro de transformación y CIEBT para las redes de baja tensión.
- DIALUX: para el cálculo de las luminarias.
- AUTOCAD: generar planos.
- CYPE: generador de precios para el presupuesto.

1 ANEXO: CÁLCULOS

Los cálculos tanto del centro de transformación como de las redes de distribución de baja tensión han sido realizados con el software DMELECT, DMCAD para el centro de transformación y CIEBT para las redes de baja tensión.

1.1 Cuadro general de mando y protección

Para el cálculo del cuadro general de mando y protección dónde se diferenciarán entre:

- Sistema Trifásico:

$$I = \frac{P_c}{1.732 \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot R} = [A]$$
$$e = \left(\frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos\varphi} \right) = [V]$$

- Sistema Monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos\varphi \cdot R} = [A]$$
$$e = \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} \right) + \left(\frac{2 \cdot L \cdot P_c \cdot X_u \cdot \sin\varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos\varphi} \right) = [V]$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos\varphi$ = Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

1.1.1 Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = \frac{1}{\rho}$$
$$\rho = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$
$$T = T_0 + \left[(T_{max} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}} \right)^2 \right]$$

Siendo:

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

1.1.2 Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I_n como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I_n).

1.1.3 Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}$$

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

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

Monofásico - Trifásico conexión estrella:

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

Trifásico conexión triángulo:

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

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

φ₁ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

φ₂ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2 · π · f ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); c · 1000000(μF).

1.1.4 Fórmulas Cortocircuito

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

Siendo:

I_{pccI}: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Z_t: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

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

Siendo:

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t: Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la 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:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = \frac{L \cdot 1000 \cdot C_R}{K \cdot S \cdot n} [m\Omega]$$

$$X = \frac{X_u \cdot L}{n} [m\Omega]$$

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

C_R : Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

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

Siendo:

t_{mcicc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .

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 de c.c. en fin de línea en A.

$$t_{ficc} = \frac{cte. fusible}{I_{pccF}^2}$$

Siendo:

t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$L_{max} = \frac{0.8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1.5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{n \cdot 1000}\right)^2}}$$

Siendo:

L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F : Tensión de fase (V)

K : Conductividad

S : Sección del conductor (mm²)

X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n : nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

Curva válida. Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético.

CURVA B IMAG = 5 In

CURVA C IMAG = 10 In

CURVA D Y MA IMAG = 20 In

1.1.5 Fórmulas Embarrados

1.1.5.1 Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n}$$

Siendo:

σ_{max} : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L : Separación entre apoyos (cm)

d : Separación entre pletinas (cm)

n : nº de pletinas por fase

W_y : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

σ_{adm} : Tensión admisible material (kg/cm²)

1.1.5.2 Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

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

Siendo:

I_{pcc} : Intensidad permanente de c.c. (kA)

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

K_c : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

1.1.6 Fórmulas Resistencia Tierra

1.1.6.1 Placa enterrada

$$R_t = \frac{0.8 \cdot \rho}{P}$$

Siendo:

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

1.1.6.2 Pica vertical

$$R_t = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

1.1.6.3 Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Siendo:

R_t : Resistencia de tierra (Ohm)

ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

1.1.6.4 Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = \frac{1}{\frac{L_c}{2 \cdot \rho} + \frac{L_p}{\rho} + \frac{P}{0.8 \cdot \rho}}$$

Siendo:

- R_t: Resistencia de tierra (Ohm)
- ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)
- L_c: Longitud total del conductor (m)
- L_p: Longitud total de las picas (m)
- P: Perímetro de las placas (m)

1.2 Línea de fabricación

1.2.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Fabricación de balones de fútbol	FBF 1	375000 W
Fabricación de balones de baloncesto	FBB 2	300000 W
Fabricación de balones de voleibol	FBV 3	218400 W
TOTAL		893400 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 893400
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 1000

1.2.2 Cálculo de las líneas

1.2.2.1 Cálculo de la Línea del transformador

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 3 m; Cos φ: 0.8; X_u(mΩ/m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1000 kVA.
- Índice carga c: 0.95.

$$I = \frac{C_t \cdot S_t \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.42 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x1080/540mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1600 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.69

$$e(\text{parcial}) = \frac{3 \cdot 800000}{28.42 \cdot 400 \cdot 1080} + \frac{3 \cdot 800000 \cdot 0.1 \cdot 0.6}{1000 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 0.8} = 0.65 \text{ V.} = 0.16 \%$$
$$e(\text{total}) = 0.16 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1600 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1522 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2 Cálculo de la Línea: fabricación de balones de fútbol (FBF 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 45 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 375000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 35000 \cdot 1.25 + 265000 = 308750 \text{ W} . (\text{Coef. de Simult. : } 0.8)$$

$$I = \frac{308750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 557.07 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(3x70+TTx35) mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 579 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm. Sección útil: 4157 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86.28

$$e(\text{parcial}) = \frac{45 \cdot 308750}{46.02 \cdot 400 \cdot 2 \cdot 70} = 5.39 \text{ V.} = 1.35 \%$$
$$e(\text{total}) = 1.51 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut. /Tri. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 568 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 630 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1 Subcuadro línea de fabricación de balones de fútbol (FBF 1)

1.2.2.2.1.1 Demanda de potencias de la línea de fabricación de balones de fútbol (FBF 1)

- Potencia total instalada:

Cortador de caucho	FBF 11	10000 W
Molino de mezcla de 12"	FBF 12	20000 W
Calandria de 8" diámetro	FBF 13	25000 W
Cortador y rociador automático de polvo	FBF 14	20000 W
Prensa hidráulica para la producción de cámara	FBF 15	35000 W
Vulcanizadores para la producción de cámaras	FBF 16	60000 W
Máquina bobinadora de hilos de cámara	FBF 17	30000 W
Prensa hidráulica para la cubierta de cámara	FBF 18	35000 W
Vulcanizadores automáticos de balones	FBF 19	75000 W
Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo	FBF 110	10000 W
Prensa para la producción de válvulas y pasadores	FBF 111	35000 W
Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta	FBF 112	20000 W
TOTAL		375000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 375000

1.2.2.2.1.2 Cálculo de la Línea: Cortador de caucho (FBF 11)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{1,732 \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.07

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 12500}{53.18 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 0.15 \text{ V} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.55 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.3 Cálculo de la Línea: Molino de mezcla de 12" (FBF 12)

Datos.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.75 \text{ V} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.7 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.4 Cálculo de la Línea: Calandria de 8" diámetro (FBF 13)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 = 31250 \text{ W}$$

$$I = \frac{31250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 56.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 31250}{47.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1.31 \text{ V} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.84 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.5 Cálculo de la Línea: Cortador y rociador automático de polvo (FBF 14)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1.26 \text{ V} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.82 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.6 Cálculo de la Línea: Prensa hidráulica para la producción de cámara (FBF 15)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 35000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 35000 \cdot 1.25 = 43750 \text{ W}$$

$$I = \frac{43750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 78.94 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{12 \cdot 43750}{47.29 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 1.26 \text{ V} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.94 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.7 Cálculo de la Línea: Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBF 16)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 60000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 + 16000 = 41000 \text{ W} . (\text{Coef. de Simult. : } 0.6)$$

$$I = \frac{41000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 73.98 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 41000}{48 \cdot 400 \cdot 25} = 0.51 \text{ V} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.64 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 80 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.7.1 Subcuadro : Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBF 16)

1.2.2.2.1.7.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Vulcanizador para la producción de cámaras 1	FBF 161	20000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 2	FBF 162	20000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 3	FBF 163	20000 W
TOTAL		60000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 60000

1.2.2.2.1.7.1.2 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 1 (FBF 161)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 25000}{47.71 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.52 \text{ V} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.77 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.1.7.1.3 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 2 (FBF 162)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 25000}{47.71 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.79 \text{ V} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.83 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.1.7.1.4 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 3 (FBF 163)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 25000}{47.71 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1.05 \text{ V} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.9 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.7.1.5 Cálculo de embarrado Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBF 16)

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): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{11^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1} = 1007.845 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 73.98 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 150 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 34.79 \text{ kA}$$

1.2.2.2.1.8 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara (FBF 17)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 8000 = 20500 \text{ W (Coef.de simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{20500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 36.99 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.46

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 20500}{49.54 \cdot 400 \cdot 10} = 0.83 \text{ V} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.72 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.8.1 Subcuadro: Máquina bobinadora de hilos de cámara (FBF 17)

1.2.2.2.1.8.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Máquina bobinadora de hilos de cámara 1	FBF 171	10000 W
Máquina bobinadora de hilos de cámara 2	FBF 172	10000 W
Máquina bobinadora de hilos de cámara 3	FBF 173	10000 W

TOTAL

30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

1.2.2.2.1.8.1.2 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara 1 (FBF 171)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 12500}{48.76 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 1} = 0.64 \text{ V} = 0.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.88 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.8.1.3 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara 2 (FBF 172)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 12500}{48.76 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 1} = 0.96 \text{ V} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.96 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.1.8.1.4 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara 3 (FBF 173)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 12500}{50.44 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 1} = 0.83 \text{ V} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.92 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.8.1.5 Cálculo de embarrado: Máquina bobinadora de hilos de cámara (FBF 17)

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): 75
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 3
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.312, 0.39, 0.037, 0.005
- I. admisible del embarrado (A): 270

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{6.18^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.037 \cdot 1} = 1073.926 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 36.99 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 270 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 6.18 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 75 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 17.39 \text{ kA}$$

1.2.2.2.1.9 Cálculo de la Línea: Prensa hidráulica para la cubierta de cámara (FBF 18)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 35000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 35000 \cdot 1.25 = 43750 \text{ W}$$

$$I = \frac{43750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 78.94 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{18 \cdot 43750}{47.29 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 2.6 \text{ V} = 0.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.16 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.10 Cálculo de la Línea: Vulcanizadores automáticos de balones (FBF 19)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 75000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 + 20000 = 51250 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{51250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 92.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 114 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.9

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 51250}{48.02 \cdot 400 \cdot 35} = 0.76 \text{ V} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.7 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.10.1 Subcuadro: Vulcanizadores automáticos de balones (FBF 19)

1.2.2.2.1.10.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Vulcanizador automático de balones 1	FBF 191	25000 W
Vulcanizador automático de balones 2	FBF 192	25000 W
Vulcanizador automático de balones 3	FBF 193	25000 W
TOTAL		75000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 75000

1.2.2.2.1.10.1.2 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 1 (FBF 191)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 = 31250 \text{ W}$$

$$I = \frac{31250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 56.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.66

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 31250}{48.37 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 0.4 \text{ V} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.8 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.1.10.1.3 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 2 (FBF 192)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 = 31250 \text{ W}$$

$$I = \frac{31250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 56.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.66

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 31250}{48.37 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 0.61 \text{ V} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.85 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.10.1.4 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 3 (FBF 193)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 = 31250 \text{ W}$$

$$I = \frac{31250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 56.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.66

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 31250}{48.37 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 0.81 \text{ V} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.9 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.10.1.5 Cálculo de embarrado: Vulcanizador automático de balones (FBF 19)

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): 125
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.521, 0.651, 0.104, 0.026
- I. admisible del embarrado (A): 350

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{10.36^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.104 \cdot 1} = 1075.108 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 92.47 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 350 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 10.36 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 125 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 28.99 \text{ kA}$$

1.2.2.2.1.11 Cálculo de la Línea: Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo (FBF 110)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.44

$$e(\text{parcial}) = \frac{22 \cdot 12500}{48.09 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 5.72 \text{ V} = 1.43 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.94 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.12 Cálculo de la Línea: Presna para la producción de válvulas y pasadores (FBF 111)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 24 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 35000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 35000 \cdot 1.25 = 43750 \text{ W}$$

$$I = \frac{43750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 78.94 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{24 \cdot 43750}{47.29 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 3.47 \text{ V} = 0.87 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.38 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.13 Cálculo de la Línea: Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta (FBF 112)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 26 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{26 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 3.26 \text{ V} = 0.82 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.33 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.2.1.14 Cálculo de embarrado: Fabricación de balones de fútbol (FBF 1)

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): 300
- Ancho (mm): 60
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 3, 9, 0.25, 0.063
- I. admisible del embarrado (A): 750

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{15.84^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.25 \cdot 1} = 1045.792 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 557.07 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 750 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 15.84 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 300 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 69.58 \text{ kA}$$

1.2.2.3 Cálculo de la Línea: Fabricación de balones de baloncesto (FBB 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 300000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 + 210000 = 247500 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{247500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 446.56 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(3x50+TTx25)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 448 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.68

$$e(\text{parcial}) = \frac{40 \cdot 247500}{45.54 \cdot 400 \cdot 2 \cdot 50} = 5.44 \text{ V} = 1.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.52 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 447 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 500 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1 Subcuadro: Fabricación de balones de baloncesto (FBB 2)

1.2.2.3.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Cortador de caucho	FBB 21	8000 W
Molino de mezcla de 12"	FBB 22	15000 W
Calandria de 8" diámetro	FBB 23	20000 W

Cortador y rociador automático de polvo	FBB 24	15000 W
Prensa hidráulica para la producción de cámara	FBB 25	30000 W
Vulcanizadores para la producción de cámaras	FBB 26	45000 W
Máquina bobinadora de hilos de cámara	FBB 27	24000 W
Prensa hidráulica para la cubierta de cámara	FBB 28	30000 W
Vulcanizadores automáticos de balones	FBB 29	60000 W
Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo	FBB 210	8000 W
Prensa para la producción de válvulas y pasadores	FBB 211	30000 W
Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta	FBB 212	15000 W
TOTAL		300000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 300000

1.2.2.3.1.2 Cálculo de la Línea: Cortador de caucho (FBB 21)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 8000 \cdot 1.25 = 10000 \text{ W}$$

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 18.04 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.97

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 10000}{53.39 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 0.12 \text{ V} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.55 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.3 Cálculo de la Línea: Molino de mezcla de 12" FBB 22

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.83

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 18750}{49.48 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 1} = 0.95 \text{ V} = 0.24 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Calandria de 8" diametro (FBB 23)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1 \text{ V} = 0.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.77 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.4 Cálculo de la Línea: Cortador y rociador automático de polvo (FBB 24)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.83

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 18750}{49.48 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 1} = 1.58 \text{ V} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.91 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.5 Cálculo de la Línea: Prensa hidráulica para la producción de cámara (FBB 25)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 12 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 3000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.5

$$e(\text{parcial}) = \frac{12 \cdot 37500}{45.56 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 2.47 \text{ V} = 0.62 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.14 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 68 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.6 Cálculo de la Línea: Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBB 26)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 45000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 + 12000 = 30750 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{30750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 55.48 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.69

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 30750}{48.53 \cdot 400 \cdot 16} = 0.59 \text{ V} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.67 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.6.1 Subcuadro: Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBB 26)

1.2.2.3.1.6.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Vulcanizador para la producción de cámaras 1	FBB 261	15000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 2	FBB 262	15000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 3	FBB 263	15000 W
TOTAL		45000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 45000

1.2.2.3.1.6.1.2 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 1 (FBB 261)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 18750}{50.19 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.37 \text{ V} = 0.09 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.6.1.3 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 2 (FBB 262)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 18750}{50.19 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.56 \text{ V} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.81 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.6.1.4 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 3 (FBB 263)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 18750}{50.19 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.75 \text{ V} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.86 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.6.1.5 Cálculo de embarrado: Fabricación de balones de baloncesto (FBB 26)

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): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{8.51^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1} = 909.437 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 55.48 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 290 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 8.51 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 100 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 23.19 \text{ kA}$$

1.2.2.3.1.7 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara (FBB 27)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 24000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 8000 \cdot 1.25 + 6400 = 16400 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{16400}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 29.59 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 39 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.78

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 16400}{48.67 \cdot 400 \cdot 6} = 1.12 \text{ V} = 0.28 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.8 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.7.1 Subcuadro: Máquina bobinadora de hilos de cámara (FBB 27)

1.2.2.3.1.7.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Vulcanizador para la producción de cámaras 1	FBB 271	8000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 2	FBB 272	8000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 3	FBB 273	8000 W
TOTAL		24000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 24000

1.2.2.3.1.7.1.2 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 1 (FBB 271)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 8000 \cdot 1.25 = 10000 \text{ W}$$

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 18.04 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.63

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 10000}{47.91 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 0.083 \text{ V} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.01 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.7.1.3 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 2 (FBB 272)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 8000 \cdot 1.25 = 10000 \text{ W}$$

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 18.04 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.63

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 10000}{47.91 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 1.25 \text{ V} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.11 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

1.2.2.3.1.7.1.4 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 3 (FBB 273)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 8000 \cdot 1.25 = 10000 \text{ W}$$

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 18.04 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.63

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 10000}{47.91 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 1.67 \text{ V} = 0.42 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.22 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.7.1.5 Cálculo de embarrado: Vulcanizador para la producción de cámaras (FBB 27)

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): 45
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 3
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.112, 0.084, 0.022, 0.003
- I. admisible del embarrado (A): 170

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{4.13^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.022 \cdot 1} = 808.675 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 29.59 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 170 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 4.13 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 45 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 10.44 \text{ kA}$$

1.2.2.3.1.8 Cálculo de la Línea: Prensa hidráulica para la cubierta de cámara (FBB 28)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 18 m; Cos φ: 0.8; X_u(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 146.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x35 mm. Sección útil: 2150 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.67

$$e(\text{parcial}) = \frac{18 \cdot 37500}{51.76 \cdot 400 \cdot 25 \cdot 1} = 1.3 \text{ V} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.85 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.9 Cálculo de la Línea: Vulcanizadores automáticos de balones (FBB 29)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 60000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 + 16000 = 41000 \text{ W (Coerf. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{41000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 73.98 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 41000}{48 \cdot 400 \cdot 25} = 0.85 \text{ V} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.73 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 80 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.9.1 Subcuadro: Vulcanizadores automáticos de balones (FBB 29)

1.2.2.3.1.9.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Vulcanizador automático de balones 1	FBB 291	20000 W
Vulcanizador automático de balones 2	FBB 292	20000 W
Vulcanizador automático de balones 3	FBB 293	20000 W
TOTAL		60000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 60000

1.2.2.3.1.9.1.2 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 1 (FBB 291)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 25000}{47.71 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.52 \text{ V} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.86 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.9.1.3 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 2 (FBB 292)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 25000}{47.71 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.79 \text{ V} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.93 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.9.1.4 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 3 (FBB 293)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 25000}{47.71 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1.05 \text{ V} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 2 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.9.1.5 Cálculo de embarrado: Vulcanizador automático de balones (FBB 29)

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): 120
- Ancho (mm): 40

- Espesor (mm): 3
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.8, 1.6, 0.06, 0.009
- I. admisible del embarrado (A): 420

- o Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{8.29^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.06 \cdot 1} = 1192.932 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- o Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 73.98 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 420 \text{ A}$$

- o Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 8.29 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 120 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 27.83 \text{ kA}$$

1.2.2.3.1.10 Cálculo de la Línea: Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo (FBB 210)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 8000 \cdot 1.25 = 10000 \text{ W}$$

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 18.04 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.76

$$e(\text{parcial}) = \frac{22 \cdot 10000}{49.99 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 4.4 \text{ V} = 1.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.1 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.11 Cálculo de la Línea: Prensa para la producción de válvulas y pasadores (FBB 211)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 24 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.5

$$e(\text{parcial}) = \frac{24 \cdot 37500}{45.56 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 4.94 \text{ V} = 1.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.75 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 68 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta (FBB 212)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 26 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.83

$$e(\text{parcial}) = \frac{26 \cdot 18750}{49.48 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 1} = 4.11 \text{ V} = 1.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.55 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.3.1.12 Cálculo de embarrado: Fabricación de balones de baloncesto (FBB 2)

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): 250
- Ancho (mm): 50

- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 2.08, 5.2, 0.208, 0.052
- I. admisible del embarrado (A): 630

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{13.92^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.208 \cdot 1} = 970.222 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 446.56 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 630 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 13.92 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 250 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 57.98 \text{ kA}$$

1.2.2.4 Cálculo de la Línea: Fabricación de balones de voleibol (FBV 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 218400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 + 149720 = 180970 \text{ W}$$

$$I = \frac{180970}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 326.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(3x35+TTx16)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 366 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.79

$$e(\text{parcial}) = \frac{35 \cdot 180970}{46.97 \cdot 400 \cdot 2 \cdot 35} = 4.82 \text{ V} = 1.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.37 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 346 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 400 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1 Subcuadro: Fabricación de balones de voleibol (FBV 3)

1.2.2.4.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Cortador de caucho	FBV 3 1	6000 W
Molino de mezcla de 12"	FBV 3 2	10000 W
Calandria de 8" diámetro	FBV 3 3	15000 W
Cortador y rociador automático de polvo	FBV 3 4	10000 W
Prensa hidráulica para la producción de cámara	FBV 3 5	18400 W
Vulcanizadores para la producción de cámaras	FBV 16	30000 W
Máquina bobinadora de hilos de cámara	FBV 17	18000 W
Prensa hidráulica para la cubierta de cámara	FBV 3 8	25000 W
Vulcanizadores automáticos de balones	FBF 19	45000 W
Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo	FBV 3 10	6000 W
Prensa para la producción de válvulas y pasadores	FBV 3 11	25000 W
Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta	FBV 3 12	10000 W
TOTAL		218400 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 218400

1.2.2.4.1.2 Cálculo de la Línea: Cortador de caucho (FBV 3 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 6000 \cdot 1.25 = 7500 \text{ W}$$

$$I = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 13.53 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.11

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 7500}{53.56 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 0.09 \text{ V} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.39 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.3 Cálculo de la Línea: Molino de mezcla de 12" (FBV 3 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.07

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 12500}{53.18 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 0.22 \text{ V} = 0.06 \%$$
$$e(\text{total}) = 1.42 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.4 Cálculo de la Línea: Calandria de 8" diametro (FBV 3 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 49 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.83

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 18750}{49.48 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 1} = 1.26 \text{ V} = 0.32 \%$$
$$e(\text{total}) = 1.68 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.5 Cálculo de la Línea: Cortador y rociador automático de polvo (FBV 3 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$
$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.44

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 12500}{48.09 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 2.6 \text{ V} = 0.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.02 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.6 Cálculo de la Línea: Prensa hidráulica para la producción de cámara (FBV 3 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 18400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 18400 \cdot 1.25 = 23000 \text{ W}$$

$$I = \frac{23000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 41.5 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{12 \cdot 23000}{50.36 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1.37 \text{ V} = 0.34 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.71 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.7 Cálculo de la Línea: Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBV 3 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 8000 = 20500 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{20500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 36.99 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.46

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 20500}{49.54 \cdot 400 \cdot 10} = 0.62 \text{ V} = 0.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.52 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.7.1 Subcuadro: Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBV 3 6)

1.2.2.4.1.7.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Vulcanizador para la producción de cámaras 1	FBV 3 6 1	10000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 2	FBV 3 6 2	10000 W
Vulcanizador para la producción de cámaras 3	FBV 3 6 3	10000 W
TOTAL		30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

1.2.2.4.1.7.1.2 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 1 (FBV 3 6 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 12500}{48.76 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 1} = 0.64 \text{ V} = 0.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.68 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.7.1.3 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 2 (FBV 3 6 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 12500}{48.76 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 1} = 0.96 \text{ V} = 0.24 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.7.1.4 Cálculo de la Línea: Vulcanizador para la producción de cámaras 3 (FBV 3 6 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 12500}{48.76 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 1} = 1.28 \text{ V} = 0.32 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.84 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.7.1.5 Cálculo de embarrado: Vulcanizadores para la producción de cámaras (FBV 3 6)

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): 75
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 3
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.312, 0.39, 0.037, 0.005
- I. admisible del embarrado (A): 270

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{6.28^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.037 \cdot 1} = 1111.735 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 36.99 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 270 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 6.28 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 75 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 17.39 \text{ kA}$$

1.2.2.4.1.8 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara (FBV 3 7)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; X_u(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 18000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 6000 \cdot 1.25 + 4800 = 12300 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{12300}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 22.19 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.36

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 12300}{48.9 \cdot 400 \cdot 4} = 1.26 \text{ V} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.68 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.8.1 Subcuadro: Máquina bobinadora de hilos de cámara (FBV 17)

1.2.2.4.1.8.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Máquina bobinadora de hilos de cámara 1	FBV 3 7 1	6000 W
Máquina bobinadora de hilos de cámara 2	FBV 3 7 2	6000 W
Máquina bobinadora de hilos de cámara 3	FBV 3 7 3	6000 W
TOTAL		18000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 18000

1.2.2.4.1.8.1.2 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara 1 (FBV 3 7 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 6000 \cdot 1.25 = 7500 \text{ W}$$

$$I = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 13.53 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.92

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 7500}{50.31 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 0.6 \text{ V} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.83 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.8.1.3 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara 2 (FBV 3 7 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 6000 \cdot 1.25 = 7500 \text{ W}$$

$$I = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 13.53 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.92

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 7500}{50.31 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 0.89 \text{ V} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.9 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.8.1.4 Cálculo de la Línea: Máquina bobinadora de hilos de cámara 3 (FBV 3 7 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 6000 \cdot 1.25 = 7500 \text{ W}$$

$$I = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 13.53 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.92

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 7500}{50.31 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 1.19 \text{ V} = 0.3 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.98 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.8.1.5 Cálculo de embarrado: Máquina bobinadora de hilos de camara (FBV 3 7)

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): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{2.91^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1} = 1105.145 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 22.19 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 2.91 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 24 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 5.57 \text{ kA}$$

1.2.2.4.1.9 Cálculo de la Línea: Prensa hidráulica para la cubierta de cámara (FBV 3 8)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 = 31250 \text{ W}$$

$$I = \frac{31250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 56.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.66

$$e(\text{parcial}) = \frac{18 \cdot 31250}{48.37 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 1.82 \text{ V} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.82 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.10 Cálculo de la Línea: Vulcanizadores automáticos de balones (FBV 3 9)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 45000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 + 12000 = 30750 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{30750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 55.48 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.28

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 30750}{47.96 \cdot 400 \cdot 10} = 1.6 \text{ V} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.77 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.10.1 Subcuadro: Vulcanizadores automáticos de balones (FBV 3 9)

1.2.2.4.1.10.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Vulcanizador automático de balones 1	FBV 3 9 1	15000 W
Vulcanizador automático de balones 2	FBV 3 9 2	15000 W
Vulcanizador automático de balones 3	FBV 3 9 3	15000 W
TOTAL		45000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 45000

1.2.2.4.1.10.1.2 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 1 (FBV 3 9 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 \cdot 18750}{50.19 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.37 \text{ V} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.86 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.10.1.3 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 2 (FBV 3 9 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 18750}{50.19 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.56 \text{ V} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.91 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.10.1.4 Cálculo de la Línea: Vulcanizador automático de balones 3 (FBV 3 9 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 15000 \cdot 1.25 = 18750 \text{ W}$$

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 33.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 18750}{50.19 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 0.75 \text{ V} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.95 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.10.1.5 Cálculo de embarrado: Vulcanizador automático de balones (FBV 3 9)

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): 45
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 3
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.112, 0.084, 0.022, 0.003
- I. admisible del embarrado (A): 170

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{4.73^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.022 \cdot 1} = 1060.368 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 55.48 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 170 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 4.73 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 45 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 10.44 \text{ kA}$$

1.2.2.4.1.11 Cálculo de la Línea: Máquina de insertado del pasador e inflado al mismo tiempo (FBV 3 10)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 22 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 6000 \cdot 1.25 = 75000 \text{ W}$$

$$I = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 13.53 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.68

$$e(\text{parcial}) = \frac{22 \cdot 7500}{51.58 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 3.2 \text{ V} = 0.8 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.17 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.12 Cálculo de la Línea: Prensa para la producción de válvulas y pasadores (FBV 3 11)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 24 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 25000 \cdot 1.25 = 31250 \text{ W}$$

$$I = \frac{31250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 56.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{24 \cdot 31250}{47.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 3.92 \text{ V} = 0.98 \%$$
$$e(\text{total}) = 2.37 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.13 Cálculo de la Línea: Máquina de mezcla y batido para la producción de pasta (FBV 3 12)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 26 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.44

$$e(\text{parcial}) = \frac{26 \cdot 12500}{48.09 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 6.76 \text{ V} = 1.69 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.05 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.2.2.4.1.14 Cálculo de embarrado: Fabricación de balones de voleibol (FBV 3)

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): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

- o Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{11.97^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1} = 1194.359 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- o Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 326.52 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

- o Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 11.97 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 150 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 34.79 \text{ kA}$$

1.2.2.5 Cálculo de la Batería de Condensadores

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

- Suministro: Trifásico.
- Tensión Compuesta: 400 V.
- Potencia activa: 893400 W.
- $\cos\phi$ actual: 0.8.
- $\cos\phi$ a conseguir: 1.
- Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

- Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 670.05
- Gama de Regulación: (1:2:4)
- Potencia de Escalón (kVAr): 95.72
- Capacidad Condensadores (μF): 634.77

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas).

1. Primera salida.
2. Segunda salida.
3. Primera y segunda salida.
4. Tercera salida.
5. Tercera y primera salida.
6. Tercera y segunda salida.
7. Tercera, primera y segunda salida.

Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia.

Se recomienda utilizar escalones múltiplos de 5 kVAr.

Cálculo de la Línea: Batería Condensadores

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 6 m; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia reactiva: 670049.94 VAR.

$$I = \frac{CR_e \cdot Q_c}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1.5 \cdot 670049.93}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1450.74 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 6(4x70+TTx35)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1737 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm. Sección útil: 9900 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.88

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 670049.93}{47.71 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 70} = 0.5 \text{ V} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.29 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1600 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1594 A.

1.2.2.6 Cálculo de embarrado descarga directa trafos

Datos:

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 2
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada:

- Sección (mm²): 400
- Ancho (mm): 80
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 5.333, 21.33, 0.333, 0.0833
- I. admisible del embarrado (A): 1650

○ Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{26.26^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.333 \cdot 2} = 1078.404 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

○ Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 1443.42 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 1650 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 26.26 \text{ kA}$$

$$I_{ccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 400 \cdot 2}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 185.54 \text{ kA}$$

1.2.2.7 Cálculo de la puesta a tierra

Datos:

- La resistividad del terreno es 300 ohmios·m.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se puede constituir con los siguientes elementos:
 - Material conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.
 - Material conductor de Acero galvanizado 95 mm²
 - Picas verticales de Cobre 14 mm
 - de Acero recubierto Cu 14 mm 8 picas de 2m.
 - de Acero galvanizado 25 mm
 - Ud. Placa enterrada de Cu espesor 2 mm 3 m. de lado o de Hierro galvanizado de espesor 2.5 mm 3 placas cuadradas 1m. de lado

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 20 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

1.3 Línea de servicios

1.3.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Almacén de materia prima	AMP 4	112032 W
Almacén de producto terminado	APT 4	112032 W
Servicios generales nave	SGN 5	592164 W
Servicios generales centrales	SGC 6	322274 W
Oficinas	OFI 7	84076 W
Emergencia alumbrado	EMA 8	5604 W
Emergencia de fuerza	EMF 9	84000 W
TOTAL		1312182 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 62462
- Potencia Instalada Fuerza (W): 1249720
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 1000

1.3.2 Cálculo de las líneas

1.3.2.1 Cálculo de la Línea del transformador

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.85; Xu(m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1000 kVA.
- Índice carga c: 0.99.

$$I = \frac{C_t \cdot S_t \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.42 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4(4x240)mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-Al(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1488 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 15301 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 87.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{3 \cdot 850000.02}{27.85 \cdot 4 \cdot 240} + \frac{3 \cdot 850000.02 \cdot 0.1 \cdot 0.53}{1000 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 0.85} = 0.34 V = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1600 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1466 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.2 Cálculo de la Línea: Línea generador (LG)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 3 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia activa: 94.09 kW.
- Potencia aparente generador: 135 kVA.

$$I = \frac{C_g \cdot S_g \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1.25 \cdot 135 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 243.58 A$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300+TTx600mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.98

$$e(\text{parcial}) = \frac{3 \cdot 108000}{53.58 \cdot 400 \cdot 600} = 0.03 V = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

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

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador:

Contactador Tetrapolar In: 250 A.

Contactador Tetrapolar In: 250 A.

1.3.2.3 Cálculo de la Línea: Agrupación cuadros de almacenes (A0)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 0.2 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 224064 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 92206.08 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{92206.08}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 147.88 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.6

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.2 \cdot 92206.08}{53.66 \cdot 400 \cdot 600} = 0 \text{ V} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.1 Cálculo de la Línea: Almacén de materia prima (AMP 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 45 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 112032 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 34577.28 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.3)}$$

$$I = \frac{34577.28}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 55.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 5(4x120+TTx70)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 2065 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 15301 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{45 \cdot 34577.28}{53.77 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 120} = 0.12 \text{ V} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.11\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.1.1 Subcuadro: Almacén de materias primas (AMP 4)

1.3.2.3.1.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 1	AMP 4 1 1	672 W
Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 2	AMP 4 1 2	672 W
Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 3	AMP 4 1 3	672 W
Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 1 (2x16 A) monofásico	AMP 4 1 4	9000 W
Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 2 (2x16 A) trifásico	AMP 4 1 5	9000 W
Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 1 (2x16 A) monofásico	AMP 4 1 6	9000 W

Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 2 (2x16 A) trifásico	AMP 4 1 7	9000 W
Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 1 (2x16 A) monofásico	AMP 4 1 8	9000 W
Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 2 (2x16 A) trifásico	AMP 4 1 9	9000 W
Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 1	AMP 4 2 1	672 W
Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 2	AMP 4 2 2	672 W
Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 3	AMP 4 2 3	672 W
Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 1 (2x16 A) monofásico	AMP 4 2 4	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 2 (2x16 A) trifásico	AMP 4 2 5	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 1 (2x16 A) monofásico	AMP 4 2 6	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 2 (2x16 A) trifásico	AMP 4 2 7	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 1 (2x16 A) monofásico	AMP 4 2 8	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 2 (2x16 A) trifásico	AMP 4 2 9	9000 W
TOTAL		112032 W
- Potencia Instalada Alumbrado (W): 4032		
- Potencia Instalada Fuerza (W): 108000		

1.3.2.3.1.1.2 Cálculo de la Línea: Almacenamiento de caucho (AMP 4 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 56016 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 23051.52 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{23051.52}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 36.97 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.3 \cdot 23051.52}{53.77 \cdot 400 \cdot 600} = 0 \text{ V} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.11\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.1.1.2.1 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 1 (AMP 4 1 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0 \text{ V} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 2 (AMP 4 1 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 675 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{1.732 \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.8 \text{ V} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.57\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.3 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Caucho Zona 1 3 (AMP 4 1 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 46 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	40	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{43 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.62 V = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.4 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 1 (2x16 A) monofásico (AMP 4 1 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$P = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 V = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.5 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Caucho Zona 1 2 (2x16 A) trifásico (AMP 4 1 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$P = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 V = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.6 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 1 (2x16 A) monofásico (AMP 4 1 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{90000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.7 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Caucho Zona 2 2 (2x16 A) trifásico (AMP 4 1 7)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.8 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 1 (2x16 A) monofásico (AMP 4 1 8)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 46 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	40	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{43 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 7.76 \text{ V} = 1.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.2.9 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Caucho Zona 3 2 (2x16 A) trifásico (AMP 4 1 9)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 46 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	40	3	3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{43 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 7.76 \text{ V} = 1.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3 Cálculo de la Línea: Almacenamiento de Productos químicos (AMP 4 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 0.2 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 56016 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 23051.52 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{23051.52}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 36.97 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.2 \cdot 23051.52}{53.77 \cdot 400 \cdot 600} = 0 \text{ V} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.11\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.1.1.3.1 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 1 (AMP 4 2 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{23051.52}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.99 \text{ V} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 2 (AMP 4 2 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.8 \text{ V} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.57\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.3 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. quimi Zona 1 3 (AMP 4 2 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 46 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	40	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{43 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.62 \text{ V} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.4 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 1 (2x16 A) monofásico (AMP 4 2 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.5 *Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 1 2 (2x16 A) trifásico (AMP 4 2 5)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.6 *Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 1 (2x16 A) monofásico (AMP 4 2 6)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.7 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 2 2 (2x16 A) trifásico (AMP 4 2 7)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.8 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 1 (2x16 A) monofásico (AMP 4 2 8)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 46 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo 1 2 3

Longitud(m) 40 3 3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{43 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 7.76 \text{ V} = 1.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.3.9 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos químicos Zona 3 2 (2x16 A) trifásico (AMP 4 2 9)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 46 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	40	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{43 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 7.76 V = 1.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.1.1.4 Cálculo de embarrado amp 4: Almacén de materia prima (AMP4)

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): 400
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 2.666, 5.333, 0.666, 0.333
- admisible del embarrado (A): 750

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{24.69^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.666 \cdot 1} = 953.197 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 55.45 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 750 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 24.69 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 400 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 92.77 \text{ kA}$$

1.3.2.3.2 Cálculo de la Línea: Almacén de producto terminado (APT 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 112032 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 69154.56 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{69154.56}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 110.91 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 5(4x120+TTx70)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 2065 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 15301 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{35 \cdot 69154.56}{53.75 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 120} = 0.19 \text{ V} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 125 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.2.1 Subcuadro: Almacén de producto terminado (APT 4)

1.3.2.3.2.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 1	APT 4 1 1	672 W
Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 2	APT 4 1 2	672 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 1 (2x16 A) monofásico	APT 4 1 3	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 1 (2x16 A) trifásico	APT 4 1 4	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 2 (2x16 A) monofásico	APT 4 1 5	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 2 (2x16 A) trifásico	APT 4 1 6	9000 W
Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 1	APT 4 2 1	672 W
Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 2	APT 4 2 2	672 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 1 (2x16 A) monofásico	APT 4 2 3	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 1 (2x16 A) trifásico	APT 4 2 4	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 2 (2x16 A) monofásico	APT 4 2 5	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 2 (2x16 A) trifásico	APT 4 2 6	9000 W
Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 1	APT 4 3 1	672 W
Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 2	APT 4 3 2	672 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 1(2x16 A) monofásico	APT 4 3 3	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 1(2x16 A) trifásico	APT 4 3 4	9000 W
Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 2(2x16 A) monofásico	APT 4 3 5	9000 W

Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 2 APT 4 3 6 9000 W
(2x16 A) trifásico

TOTAL 112032 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 4032
- Potencia Instalada Fuerza (W): 108000

1.3.2.3.2.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Productos Terminado fútbol (APT 4 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 0.2 m; Cos ϕ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 37344 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 30735.36 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{30735.36}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 49.29 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.2 \cdot 30735.36}{53.77 \cdot 400 \cdot 600} = 0 \text{ V} = 0.0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.2.1.2.1 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 1 (APT 4 1 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.99 \text{ V} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.2.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. Terminado fútbol 2 (APT 4 1 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.8 \text{ V} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.2.3 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 1 (2x16 A) monofásico (APT 4 1 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
-------	---	---	---

Longitud(m) 50 3 3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.52 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.2.4 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 1 (2x16 A) trifásico (APT 4 1 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo 1 2 3

Longitud(m) 50 3 3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.52 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.2.5 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 1 2 (2x16 A) monofásico (APT 4 1 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.3 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.2.6 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado fútbol 2 2 (2x16 A) trifásico (APT 4 1 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.3 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.3 Cálculo de la Línea: Almacenamiento de Productos terminado baloncesto (APT 4 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 0.2 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 37344 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 30735.36 \text{ W (Coef. de Simult. : 0.8)}$$

$$I = \frac{30735.36}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 49.29 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.2 \cdot 30735.36}{53.77 \cdot 400 \cdot 600} = 0 \text{ V} = 0.0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.2.1.3.1 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 1 (APT 4 2 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.99 \text{ V} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.3.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. Terminado baloncesto 2 (APT 4 2 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.8 \text{ V} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.3.3 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 1 (2x16 A) monofásico (APT 4 2 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.52 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.3.4 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 1 (2x16 A) trifásico (APT 4 2 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo 1 2 3

Longitud(m) 50 3 3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.52 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.3.5 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 1 2 (2x16 A) monofásico (APT 4 2 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.3 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.3.6 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado baloncesto 2 2 (2x16 A) trifásico (APT 4 2 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 V = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.3 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.4 Cálculo de la Línea: Almacenamiento de Productos terminado voleibol (APT 4 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Barras Blindadas
- Longitud: 0.2 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 37344 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 30735.36 W \text{ (Coef. de Simult. : 0.8)}$$

$$I = \frac{30735.36}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 49.29 A$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. barras blindadas

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.2 \cdot 30735.36}{53.77 \cdot 400 \cdot 600} = 0 V = 0.0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.13\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.3.2.1.4.1 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 1 (APT 4 3 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.99 \text{ V} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.4.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado Almacén Prod. Terminado voleibol 2 (APT 4 3 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 51 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
P.des.nu.(W)	224	224	224
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.8 \text{ V} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.4.3 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 1(2x16 A) monofásico (APT 4 3 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.52 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.4.4 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 1(2x16 A) trifásico (APT 4 3 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 56 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	3	3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{53 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 9.57 \text{ V} = 2.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.52 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.4.5 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 1 2(2x16 A) monofásico (APT 4 3 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo 1 2 3

Longitud(m) 45 3 3

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.3 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.4.6 Cálculo de la Línea: Toma Corriente Almacén Productos terminado voleibol 2 2 (2x16 A) trifásico (APT 4 3 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 51 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	45	3	3
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{48 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.66 \text{ V} = 2.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.3 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.3.2.1.5 Cálculo de embarrado: Almacén de producto terminado (APT 4)

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): 400
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 10
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 2.666, 5.333, 0.666, 0.333
- admisible del embarrado (A): 750

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{25.28^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.666 \cdot 1} = 999.692 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 110.91 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 750 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 25.28 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 400 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 92.77 \text{ kA}$$

1.3.2.4 Cálculo de la Línea: Servicios generales nave SGN 5

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.85; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 592164 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P = 30000 \cdot 1.25 + 199084.97 = 236584.97 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.38)}$$

$$I = \frac{236584.97}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = 401.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x120+TTx70mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 413 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 87.31

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 236584.97}{45.87 \cdot 400 \cdot 120} = 1.07 \text{ V} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.35 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 410 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 500 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1 Subcuadro: Servicios generales nave (SGN 5)

1.3.2.4.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado nave	SGN 5 1	13364 W
Fuerza Nave	SGN 5 2	360000 W
Tomas de corriente nave	SGN 5 3	68800 W
Cámaras de calefacción de la nave	SGN 5 4	150000 W
TOTAL		592164 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 13364
- Potencia Instalada Fuerza (W): 578800

1.3.2.4.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave (SGN 5 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.95; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 13364 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 24055.2 \text{ W (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = \frac{24055.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.95} = 36.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.88

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 24055.2}{51.36 \cdot 400 \cdot 16} = 0.44 \text{ V} = 0.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.46 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.2.1 Subcuadro: Alumbrado nave (SGN 5 1)

1.3.2.4.1.2.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado nave Zona 1 1	SGN 5 1 1	672 W
Alumbrado nave Zona 1 2	SGN 5 1 2	672 W
Alumbrado nave Zona 1 3	SGN 5 1 3	672 W
Alumbrado nave Zona 2 1	SGN 5 1 4	672 W
Alumbrado nave Zona 2 2	SGN 5 1 5	672 W
Alumbrado nave Zona 2 3	SGN 5 1 6	672 W
Alumbrado nave Zona 3 1	SGN 5 1 7	672 W
Alumbrado nave Zona 3 2	SGN 5 1 8	672 W
Alumbrado nave Zona 3 3	SGN 5 1 9	672 W
Alumbrado localizado Zona 1	SGN 5 1 10	1344 W
Alumbrado localizado Zona 2	SGN 5 1 11	1344 W
Alumbrado localizado Zona 3	SGN 5 1 12	1344 W
Alumbrado servicios 1	SGN 5 1 13	176 W
Alumbrado servicios 2	SGN 5 1 14	176 W
Alumbrado vestuarios 1	SGN 5 1 15	66 W
Alumbrado vestuarios 2	SGN 5 1 16	66 W
Alumbrado exterior 1 (12x50)	SGN 5 1 17	600 W
Alumbrado exterior 2 (4x80)	SGN 5 1 18	320 W

Alumbrado exterior 3 (6x80)	SGN 5 1 19	480 W
Alumbrado exterior 4 (12x50)	SGN 5 1 20	600 W
Alumbrado exterior 5 (4x80)	SGN 5 1 21	320 W
Alumbrado exterior 6 (6x80)	SGN 5 1 22	480 W
	TOTAL....	13364 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 13364

1.3.2.4.1.2.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 1 1 (SGN 5 1 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	50	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{57.5 \cdot 1209.6}{51.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 2.16 \text{ V} = 0.54 \%$$

$$e(\text{total}) = 1 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.3 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 1 2 (SGN 5 1 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 61 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	46	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

Potencia a instalar: 672 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{53.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 2.01 \text{ V} = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.97 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.4 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 1 3 (SGN 5 1 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 57 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	42	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{49.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.86 \text{ V} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.93 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.5 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 2 1 (SGN 5 1 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 57 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	42	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{49.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.86 \text{ V} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.93 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.6 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 2 2 (SGN 5 1 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 53 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	38	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{45.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.71 \text{ V} = 0.43 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.89 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.7 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 2 3 (SGN 5 1 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 49 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	34	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$
$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{41.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.56 \text{ V} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.85 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.8 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 3 1 (SGN 5 1 7)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 49 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	34	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{41.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.56 \text{ V} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.85 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.9 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 3 2 (SGN 5 1 8)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 47 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	32	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{39.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.48 \text{ V} = 0.37 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.83 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.10 Cálculo de la Línea: Alumbrado nave Zona 3 3 (SGN 5 1 9)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 43 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	28	5	5	5
P.des.nu.(W)	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 672 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 672 \cdot 1.8 = 1209.6 \text{ W}$$

$$I = \frac{1209.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.75 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.56

$$e(\text{parcial}) = \frac{35.5 \cdot 1209.6}{53.67 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.33 \text{ V} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.8 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.11 Cálculo de la Línea: Alumbrado localizado Zona 1 (SGN 5 1 10)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 72 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

Longitud(m)	44	4	4	4	4	4	4	4
P.des.nu.(W)	168	168	168	168	168	168	168	168
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1344 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1344 \cdot 1.8 = 2419.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{2419.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 3.49 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.24

$$e(\text{parcial}) = \frac{58 \cdot 2419.2}{53.38 \cdot 400 \cdot 1.5} = 4.38 \text{ V} = 1.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.56 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.12 Cálculo de la Línea: Alumbrado localizado Zona 2 (SGN 5 1 11)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 66 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	38	4	4	4	4	4	4	4

P.des.nu.(W) 168 168 168 168 168 168 168 168

P.inc.nu.(W) 0 0 0 0 0 0 0 0

- Potencia a instalar: 1344 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1344 \cdot 1.8 = 2419.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{2419.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 3.49 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.24

$$e(\text{parcial}) = \frac{52 \cdot 2419.2}{53.34 \cdot 400 \cdot 1.5} = 3.93 \text{ V} = 0.98 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.45 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.13 Cálculo de la Línea: Alumbrado localizado Zona 3 (SGN 5 1 12)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	32	4	4	4	4	4	4	4
P.des.nu.(W)	168	168	168	168	168	168	168	168

P.inc.nu.(W) 0 0 0 0 0 0 0 0

- Potencia a instalar: 1344 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1344 \cdot 1.8 = 2419.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{2419.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 3.49 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.24

$$e(\text{parcial}) = \frac{46 \cdot 2419.2}{53.34 \cdot 400 \cdot 1.5} = 3.48 \text{ V} = 0.87 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.33 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.14 Cálculo de la Línea: Alumbrado servicios 1 (SGN 5 1 13)

Datos:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 176 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 176 \cdot 1.8 = 316.8 \text{ W}$$

$$I = \frac{316.8}{230 \cdot 1} = 1.38 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.31

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 25 \cdot 316.8}{53.71 \cdot 230 \cdot 1.5} = 0.85 \text{ V} = 0.37 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.83 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.2.1.15 Cálculo de la Línea: Alumbrado servicios 2 (SGN 5 1 14)

Datos:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 176 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 176 \cdot 1.8 = 316.8 \text{ W}$$

$$I = \frac{316.8}{230 \cdot 1} = 1.38 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.31

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 30 \cdot 316.8}{53.71 \cdot 230 \cdot 1.5} = 1.03 \text{ V} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.91 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.2.1.16 Cálculo de la Línea: Alumbrado vestuarios 1 (SGN 5 1 15)

Datos:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 66 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 66 \cdot 1.8 = 118.8 \text{ W}$$

$$I = \frac{118.8}{230 \cdot 1} = 0.52 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 35 \cdot 118.8}{53.77 \cdot 230 \cdot 1.5} = 0.45 \text{ V} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.66 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.2.1.17 Cálculo de la Línea: Alumbrado vestuarios 2 (SGN 5 1 16)

Datos:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 66 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 66 \cdot 1.8 = 118.8 \text{ W}$$

$$I = \frac{118.8}{230 \cdot 1} = 0.52 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 17.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 \cdot 30 \cdot 118.8}{53.77 \cdot 230 \cdot 1.5} = 0.38 \text{ V} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.2.1.18 Cálculo de la Línea: Alumbrado exterior 1 (12x50) (SGN 5 1 17)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 75 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Longitud(m)	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0

- Potencia a instalar: 600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 600 \cdot 1.8 = 1080 \text{ W}$$

$$I = \frac{1080}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.56 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{47.5 \cdot 1080}{53.72 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.59 \text{ V} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.86 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.19 Cálculo de la Línea: Alumbrado exterior 2 (4x80) (SGN 5 1 18)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 35 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	20	5	5	5
P.des.nu.(W)	80	80	80	80
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 320 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 320 \cdot 1.8 = 576 \text{ W}$$

$$I = \frac{576}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = \frac{27.5 \cdot 576}{53.76 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.49 \text{ V} = 0.12 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.20 Cálculo de la Línea: Alumbrado exterior 3 (6x80) (SGN 5 1 19)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 45 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	20	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	80	80	80	80	80	80
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 480 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 480 \cdot 1.8 = 864 \text{ W}$$

$$I = \frac{864}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.25 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$$e(\text{parcial}) = \frac{32.5 \cdot 864}{53.74 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.87 \text{ V} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.68 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.21 Cálculo de la Línea: Alumbrado exterior 4 (12x50) (SGN 5 1 20)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 75 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Longitud(m)	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 600 \cdot 1.8 = 1080 \text{ W}$$

$$I = \frac{1080}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.56 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{47.5 \cdot 1080}{53.72 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.59 \text{ V} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.86 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.22 Cálculo de la Línea: Alumbrado exterior 5 (4x80) (SGN 5 1 21)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 35 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	20	5	5	5
P.des.nu.(W)	80	80	80	80
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 320 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 320 \cdot 1.8 = 576 \text{ W}$$

$$I = \frac{576}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.83 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = \frac{27.5 \cdot 576}{53.76 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.49 \text{ V} = 0.12 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.23 Cálculo de la Línea: Alumbrado exterior 6 (6x80) (SGN 5 1 22)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 45 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	20	5	5	5	5	5
P.des.nu.(W)	80	80	80	80	80	80
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 480 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 480 \cdot 1.8 = 864 \text{ W}$$

$$I = \frac{864}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 1.25 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$$e(\text{parcial}) = \frac{32.5 \cdot 864}{53.74 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.87 \text{ V} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.68 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.2.1.24 Cálculo de embarrado: Alumbrado nave SGN 5 1

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): 200
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 1.333, 2.666, 0.166, 0.042
- admisible del embarrado (A): 520

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{12.79^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.166 \cdot 1} = 1026.86 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 36.55 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 520 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 12.79 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 200 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 46.39 \text{ kA}$$

1.3.2.4.1.3 Cálculo de la Línea: Fuerza Nave (SGN 5 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 360000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 134000 = 146500 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{146500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 264.33 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x70+TTx35mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

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

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.68

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 146500}{46.69 \cdot 400 \cdot 70} = 0.9 \text{ V} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.58 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 277 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 320 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.3.1 Subcuadro: Fuerza Nave (SGN 5 2)

1.3.2.4.1.3.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 1 SGN 5 2 1 120000 W

Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 2 SGN 5 2 2 120000 W

Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 3 SGN 5 2 3 120000 W

TOTAL

360000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 360000

1.3.2.4.1.3.1.2 Cálculo de la Línea: Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 1 (SGN 5 2 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 73.5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Longitud(m)	46	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Pot.nudo(kW)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

- Potencia a instalar: 120000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 110000 = 122500 \text{ W}$$

$$I = \frac{122500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 221.02 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.68

$$e(\text{parcial}) = \frac{60.03 \cdot 122500}{45.68 \cdot 400 \cdot 50 \cdot 1} = 8.05 \text{ V} = 2.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.59 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 223 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.3.1.3 Cálculo de la Línea: Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 2 (SGN 5 2 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 73.5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Longitud(m)	46	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Pot.nudo(kW)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

- Potencia a instalar: 120000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 110000 = 122500 \text{ W}$$

$$I = \frac{122500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 221.02 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.68

$$e(\text{parcial}) = \frac{60.03 \cdot 122500}{45.68 \cdot 400 \cdot 50 \cdot 1} = 8.05 \text{ V} = 2.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.59 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 223 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.3.1.4 Cálculo de la Línea: Fuerza nave Zona canalizaciones prefabricadas 3 (SGN 5 2 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 73.5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Longitud(m)	46	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Pot.nudo(kW)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

- Potencia a instalar: 120000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 110000 = 122500 \text{ W}$$

$$I = \frac{122500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 221.02 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.68

$$e(\text{parcial}) = \frac{60.03 \cdot 122500}{45.68 \cdot 400 \cdot 50 \cdot 1} = 8.05 \text{ V} = 2.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.59 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 223 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.3.1.5 Cálculo de embarrado: Fuerza Nave (SGN 5 2)

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): 500
- Ancho (mm): 100
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 8.333, 41.66, 0.4166, 0.104
- admisible del embarrado (A): 1200

- o Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{19.99^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.4166 \cdot 1} = 999.231 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{Cu}$$

- o Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 264.33 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 1200 \text{ A}$$

- o Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 19.99 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 500 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 115.97 \text{ kA}$$

1.3.2.4.1.4 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente nave (SGN 5 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; X_u(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 68800 W.
- Potencia de cálculo:

$$P = 27520 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{27520}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 49.65 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.48

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 27520}{51.44 \cdot 400 \cdot 25} = 0.43 \text{ V} = 0.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.46 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.4.1 Subcuadro: Tomas de corriente nave (SGN 5 3)

1.3.2.4.1.4.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Toma de corriente zona 1 1 (2x16 A) monofásico	SGN 5 3 1	9000 W
Toma de corriente zona 1 2 (2x16 A) trifásico	SGN 5 3 2	9000 W
Toma de corriente zona 2 1 (2x16 A) monofásico	SGN 5 3 3	9000 W
Toma de corriente zona 2 2 (2x16 A) trifásico	SGN 5 3 4	9000 W
Toma de corriente zona 3 1 (2x16 A) monofásico	SGN 5 3 5	9000 W
Toma de corriente zona 3 2 (2x16 A) trifásico	SGN 5 3 6	9000 W
Toma de corriente vestuarios 1 (3x10 A)	SGN 5 3 7	5600 W
Toma de corriente vestuarios 2 (3x10 A)	SGN 5 3 8	5600 W
Toma de corriente servicios 1 (1x10 A)	SGN 5 3 9	1800 W
Toma de corriente servicios 2 (1x10 A)	SGN 5 3 10	1800 W
TOTAL		68800 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 68800

1.3.2.4.1.4.1.2 Cálculo de la Línea: Toma de corriente zona 1 1 (2x16 A) monofásico (SGN 5 3 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 62 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	6	6
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{56 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 10.11 \text{ V} = 2.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.99 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.3 Cálculo de la Línea: Toma de corriente zona 1 2 (2x16 A) trifásico (SGN 5 3 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 62 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	50	6	6
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 16.24 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.24

$$e(\text{parcial}) = \frac{56 \cdot 9000}{48.92 \cdot 400 \cdot 2.5} = 10.3 \text{ V} = 2.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.04 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.4 Cálculo de la Línea: Toma de corriente zona 2 1 (2x16 A) monofásico (SGN 5 3 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 52 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
-------	---	---	---

Longitud(m) 40 6 6

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{46 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.3 \text{ V} = 2.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.54 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.5 Cálculo de la Línea: Toma de corriente zona 2 2 (2x16 A) trifásico (SGN 5 3 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 52 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo 1 2 3

Longitud(m) 40 6 6

Pot.nudo(kW) 3 3 3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 16.24 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.24

$$e(\text{parcial}) = \frac{46 \cdot 9000}{48.92 \cdot 400 \cdot 2.5} = 8.46 \text{ V} = 2.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.58 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.6 Cálculo de la Línea: Toma de corriente zona 3 1 (2x16 A) monofásico (SGN 5 3 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 42 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	30	6	6
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.43 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.52

$$e(\text{parcial}) = \frac{36 \cdot 9000}{49.87 \cdot 400 \cdot 2.5} = 6.5 V = 1.62 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.08 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.7 Cálculo de la Línea: Toma de corriente zona 3 2 (2x16 A) trifásico (SGN 5 3 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 42 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	30	6	6
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 16.24 A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.24

$$e(\text{parcial}) = \frac{36 \cdot 9000}{48.92 \cdot 400 \cdot 2.5} = 6.62 V = 1.66 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.12 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.8 Cálculo de la Línea: Toma de corriente vestuarios 1 (3x10 A) (SGN 5 3 7)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5600 W.
- Potencia de cálculo: 5600 W.

$$I = \frac{5600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 8.98 A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.33

$$e(\text{parcial}) = \frac{35 \cdot 5600}{52.12 \cdot 400 \cdot 2.5} = 3.76 V = 0.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.4 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.9 Cálculo de la Línea: Toma de corriente vestuarios 2 (3x10 A) (SGN 5 3 8)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5600 W.
- Potencia de cálculo: 5600 W.

$$I = \frac{5600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 8.98 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.33

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 \cdot 5600}{52.12 \cdot 400 \cdot 2.5} = 3.22 \text{ V} = 0.8 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.26 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.10 Cálculo de la Línea: Toma de corriente servicios 1 (1x10 A) (SGN 5 3 9)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: 1800 W.

$$I = \frac{1800}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 2.89 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.86

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 1800}{53.61 \cdot 400 \cdot 2.5} = 0.84 V = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.11 Cálculo de la Línea: Toma de corriente servicios 2 (1x10 A) (SGN 5 3 10)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: 1800 W.

$$I = \frac{1800}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 2.89 A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.86

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 \cdot 1800}{53.61 \cdot 400 \cdot 2.5} = 1.01 V = 0.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.71 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.4.1.4.1.12 Cálculo de embarrado: Tomas de corriente nave (SGN 5 3)

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): 250
- Ancho (mm): 50
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 2.08, 5.2, 0.208, 0.052
- admisible del embarrado (A): 630

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{15.01^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.208 \cdot 1} = 1128.099 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 49.65 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 630 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 15.01 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 250 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 57.98 \text{ kA}$$

1.3.2.4.1.5 Cálculo de la Línea: Cámaras de calefacción de la nave (SGN 5 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 150000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 + 82500 = 1200000 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.75)}$$

$$I = \frac{1200000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 216.51 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86.71

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 120000}{45.96 \cdot 400 \cdot 50} = 1.31 \text{ V} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.68 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 220 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 250 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.5.1 Subcuadro: Cámaras de calefacción de la nave (SGN 5 4)

1.3.2.4.1.5.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Cámara de calefacción de la nave zona 1	SGN 5 4 1	30000 W
Cámara de calefacción de la nave zona 2	SGN 5 4 2	30000 W
Cámara de calefacción de la nave zona 3	SGN 5 4 3	30000 W

Cámara de calefacción del almacén 1	SGN 5 4 5	30000 W
Cámara de calefacción del almacén 2	SGN 5 4 4	30000 W
TOTAL		150000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 150000

1.3.2.4.1.5.1.2 Cálculo de la Línea: Cámara de calefacción de la nave zona 1 (SGN 5 4 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.15

$$e(\text{parcial}) = \frac{45 \cdot 37500}{46.32 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 5.69 \text{ V} = 1.42 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.1 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.5.1.3 Cálculo de la Línea: Cámara de calefacción de la nave zona 2 (SGN 5 4 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.15

$$e(\text{parcial}) = \frac{35 \cdot 37500}{46.32 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 4.43 \text{ V} = 1.11 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.79 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.5.1.4 Cálculo de la Línea: Cámara de calefacción de la nave zona 3 (SGN 5 4 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.15

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 \cdot 37500}{46.32 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 3.79 \text{ V} = 0.95 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.63 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.5.1.5 Cálculo de la Línea: Cámara de calefacción del almacén 2 (SGN 5 4 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.15

$$e(\text{parcial}) = \frac{40 \cdot 37500}{46.32 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 5.06 \text{ V} = 1.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.94 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.5.1.6 Cálculo de la Línea: Cámara de calefacción del almacén 1 (SGN 5 4 4)

Datos:

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

Potencia a instalar: 30000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.15

$$e(\text{parcial}) = \frac{50 \cdot 37500}{46.32 \cdot 400 \cdot 16 \cdot 1} = 6.32 \text{ V} = 1.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.26 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.4.1.5.1.7 Cálculo de embarrado: Cámaras de calefacción de la nave (SGN 5 4)

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): 400
- Ancho (mm): 80
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 5.333, 21.33, 0.333, 0.0833
- admisible del embarrado (A): 950

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{17.09^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.333 \cdot 1} = 913.979 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 216.51 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 950 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 17.09 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 400 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 92.77 \text{ kA}$$

1.3.2.4.1.6 Cálculo de embarrado: Servicios generales nave (SGN 5)

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): 400
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 10
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 2.666, 5.333, 0.666, 0.333
- admisible del embarrado (A): 750

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{24.39^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.666 \cdot 1} = 913.979 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 401.75 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 750 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 24.39 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 400 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 92.77 \text{ kA}$$

1.3.2.5 Cálculo de la Línea: Servicios generales centrales (SGC 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; X_u(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 322274 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P = 30000 \cdot 1.25 + 179863.92 = 217363.92 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{217363.92}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 392.18 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x120+TTx70mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 413 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 85.09

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 217363.92}{46.19 \cdot 400 \cdot 120} = 1.96 V = 0.49 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.57 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 400 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1 Subcualadro: Servicios generales centrales (SGC 6)

1.3.2.5.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Centro de transformación	SGC 6 1	14904 W
Grupo electrógeno	SGC 6 2	46200 W
Central de producción de calor	SGC 6 3	72268 W
Central de compresores	SGC 6 4	112234 W
Central de bombeo de agua	SGC 6 5	58334 W
Taller de mantenimiento	SGC 6 6	18334 W
TOTAL		322274 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 34374

- Potencia Instalada Fuerza (W): 287900

1.3.2.5.1.2 Cálculo de la Línea: Centro de transformación (SGC 6 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.85; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 14904 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P = 1500 \cdot 1.25 + 8293.68 = 10168.68 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.65)}$$

$$I = \frac{10168.68}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = 17.27 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.02

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 10168.68}{50.29 \cdot 400 \cdot 2.5} = 1.62 \text{ V} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.98 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 20 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.2.1 Subcuadro: Centro de transformación (SGC 6 1)

1.3.2.5.1.2.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado del centro de transformación	SGC 6 1 1	204 W
Tomas de corriente centro de transformación (2x16 A) monofásico	SGC 6 1 2	12200 W
Ventilación del centro de transformación	SGC 6 1 3	1500 W
Batería estacionaria del centro de transformación	SGC 6 1 4	1000 W

TOTAL

14904 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 204
- Potencia Instalada Fuerza (W): 14700

1.3.2.5.1.2.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado del centro de transformación (SGC 6 1 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 204 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 204 \cdot 1.8 = 367.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{367.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.53 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 367.2}{53.77 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.17 \text{ V} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.02 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.2.1.3 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente centro de transformación (2x16 A) monofásico (SGC 6 1 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 12200 W.
- Potencia de cálculo: 12200 W.

$$I = \frac{12200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 19.57 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.42

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 12200}{49.38 \cdot 400 \cdot 2.5} = 2.47 \text{ V} = 0.62 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.6 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.2.1.4 Cálculo de la Línea: Ventilación del centro de transformación (SGC 6 1 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 1500 \cdot 1.25 = 1875 \text{ W}$$

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 3.38 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.73

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 1875}{53.63 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 0.35 V = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.07 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.2.1.5 Cálculo de la Línea: Batería estacionaria del centro de transformación (SGC 6 1 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 1.8 A$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 1000}{53.71 \cdot 400 \cdot 2.5} = 0.19 V = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.03 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.2.1.6 Cálculo de embarrado: Centro de transformación (SGC 6 1)

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): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- admisible del embarrado (A): 110

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{2.18^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1} = 620.267 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 17.27 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 2.18 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 24 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 5.57 \text{ kA}$$

1.3.2.5.1.3 Cálculo de la Línea: Grupo electrógeno (SGC 6 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 46200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 29360 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{29360}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 52.97 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 146.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.54

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 29360}{52.52 \cdot 400 \cdot 25} = 0.56 \text{ V} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.71 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tete. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.3.1 Subcuadro: Grupo electrógeno (SGC 6 2)

1.3.2.5.1.3.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado del cuarto del grupo electrógeno	SGC 6 2 1	34000 W
Tomas de corriente del grupo electrógeno monofásico (2x16 A)	SGC 6 2 2	12200 W
TOTAL		46200 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 34000

- Potencia Instalada Fuerza (W): 12200

1.3.2.5.1.3.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado del cuarto del grupo electrógeno (SGC 6 2 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 34000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 34000 \cdot 1.8 + 0 = 61200 \text{ W}$$

$$I = \frac{61200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 88.34 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 91 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 87.12

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 61200}{45.9 \cdot 400 \cdot 16} = 4.17 \text{ V} = 1.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.76 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 90 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.3.1.3 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente del grupo electrógeno (2x16 A) monofásico (SGC 6 2 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 12200 W.

- Potencia de cálculo: 12200 W.

$$I = \frac{12200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 19.57 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.42

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 12200}{49.38 \cdot 400 \cdot 2.5} = 4.94 \text{ V} = 1.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.95 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.3.1.4 Cálculo de embarrado: Grupo electrógeno (SGC 6 2)

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): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- admisible del embarrado (A): 400

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{10.96^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1} = 1001.612 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 52.97 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 10.96 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 150 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 34.79 \text{ kA}$$

1.3.2.5.1.4 Cálculo de la Línea: Central de producción de calor (SGC 6 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 72268 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P = 20000 \cdot 1.25 + 37857.92 = 62857.92 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{62857.92}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 113.41 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.63

$$e(\text{parcial}) = \frac{12 \cdot 62857.92}{45.68 \cdot 400 \cdot 25} = 1.65 \text{ V} = 0.41 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.99 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 114 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 125 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.4.1 Subcuadro: Central de producción de calor (SGC 6 3)

1.3.2.5.1.4.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Bomba de alimentación a calderas 1	SGC 6 3 1	10000 W
Bomba de alimentación a calderas 2	SGC 6 3 2	10000 W
Pupitre de fuerza y mandos de calderas 1	SGC 6 3 3	20000 W
Pupitre de fuerza y mandos de calderas 2	SGC 6 3 4	20000 W
Alumbrado de central de producción de calor	SGC 6 3 5	68 W
Tomas de corriente de la central de producción de calor (2x16 A) monofásico	SGC 6 3 6	12200 W
TOTAL		72268 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 68

- Potencia Instalada Fuerza (W): 72200

1.3.2.5.1.4.1.2 Cálculo de la Línea: Bomba de alimentación a calderas 1 (SGC 6 3 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.44

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 12500}{48.09 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 5.2 V = 1.3 \%$$
$$e(\text{total}) = 2.29 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.4.1.3 Cálculo de la Línea: Bomba de alimentación a calderas 2 (SGC 6 3 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 W$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 A$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.44

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 12500}{48.09 \cdot 400 \cdot 2.5 \cdot 1} = 5.2 V = 1.3 \%$$
$$e(\text{total}) = 2.29 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.4.1.4 Cálculo de la Línea: Pupitre de fuerza y mandos de calderas 1 (SGC 6 3 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 40.09 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 25000}{48.09 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 3.09 \text{ V} = 0.77 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.4.1.5 Cálculo de la Línea: Pupitre de fuerza y mandos de calderas 2 (SGC 6 3 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 40.09 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 25000}{48.09 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 3.09 \text{ V} = 0.77 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.4.1.6 Cálculo de la Línea: Alumbrado de central de producción de calor (SGC 6 3 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 68 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 68 \cdot 1.8 = 122.4 \text{ W}$$

$$I = \frac{122.4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.18 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 122.4}{53.77 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.09 \text{ V} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.01 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.4.1.7 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente de la central de producción de calor (2x16 A) monofásico (SGC 6 3 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 12200 W.
- Potencia de cálculo: 12200 W.

$$I = \frac{12200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 19.57 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.42

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 \cdot 12200}{49.38 \cdot 400 \cdot 2.5} = 7.41 \text{ V} = 1.85 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.84 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.4.1.8 Cálculo de embarrado: Central de producción de calor (SGC 6 3)

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): 125
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.521, 0.651, 0.104, 0.026
- admisible del embarrado (A): 350

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{9.89^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.104 \cdot 1} = 980.184 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 113.41 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 350 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 9.89 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 125 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 28.99 \text{ kA}$$

1.3.2.5.1.5 Cálculo de la Línea: Central de compresores (SGC 6 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 14 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 112234 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P = 30000 \cdot 1.25 + 59808.97 = 97308.97 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{97308.97}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 175.57 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 183 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86.02

$$e(\text{parcial}) = \frac{14 \cdot 97308.97}{46.05 \cdot 400 \cdot 35} = 2.11 \text{ V} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.1 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 179 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 200 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.5.1 Subcuadro: Central de compresores (SGC 6 4)

1.3.2.5.1.5.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Bomba de agua de refrigeración compresores 1	SGC 6 4 1	30000 W
Bomba de agua de refrigeración compresores 2	SGC 6 4 2	30000 W
Pupitres de fuerza y mando de compresores 1	SGC 6 4 3	20000 W

Pupitres de fuerza y mando de compresores 2	SGC 6 4 4	20000 W
Alumbrado de la central de compresores	SGC 6 4 5	34 W
Tomas de corriente de la central de compresores (2x16 A) monofásico	SGC 6 4 6	12200 W
TOTAL		112234 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 34
- Potencia Instalada Fuerza (W): 112200

1.3.2.5.1.5.1.2 Cálculo de la Línea: Bomba de agua de refrigeración compresores 1 (SGC 6 4 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 89.5

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 37500}{45.56 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 2.06 \text{ V} = 0.51 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.62 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 68 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.5.1.3 Cálculo de la Línea: Bomba de agua de refrigeración compresores 2 (SGC 6 4 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados \geq D
- Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 30000 \cdot 1.25 = 37500 \text{ W}$$

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 67.66 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 146.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.67

$$e(\text{parcial}) = \frac{12 \cdot 37500}{51.76 \cdot 400 \cdot 25 \cdot 1} = 0.87 \text{ V} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.32 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.5.1.4 Cálculo de la Línea: Pupitres de fuerza y mando de compresores 1 (SGC 6 4 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1.88 \text{ V} = 0.47 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.57 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.5.1.5 Cálculo de la Línea: Pupitres de fuerza y mando de compresores 2 (SGC 6 4 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 1.88 V = 0.47 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.57 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.5.1.6 Cálculo de la Línea: Alumbrado de la central de compresores (SGC 6 4 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 34 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 34 \cdot 1.8 = 61.2 W$$

$$I = \frac{61.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.09 A$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 61.2}{53.78 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.03 V = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.11 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.5.1.7 *Cálculo de la Línea: Tomas de corriente de la central de compresores (2x16 A) monofásico (SGC 6 4 6)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 12200 W.
- Potencia de cálculo: 12200 W.

$$I = \frac{12200}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 22.01 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 28 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.9

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 12200}{48.33 \cdot 400 \cdot 2.5} = 5.05 \text{ V} = 1.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.36 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.5.1.8 *Cálculo de embarrado: Central de compresores (SGC 6 4)*

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): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- admisible del embarrado (A): 400

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{10.96^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1} = 1001.612 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 175.57 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 400 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 10.96 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 150 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 37.79 \text{ kA}$$

1.3.2.5.1.6 Cálculo de la Línea: Central de bombeo de agua (SGC 6 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 16 m; Cos φ: 0.8; X_u(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 58334 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P = 20000 \cdot 1.25 + 26688.96 = 51688.96 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{51688.96}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 93.26 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.88

$$e(\text{parcial}) = \frac{16 \cdot 51688.96}{48.02 \cdot 400 \cdot 25} = 1.72 V = 0.43 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.01 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.6.1 Subcuadro: Central de bombeo de agua (SGC 6 5)

1.3.2.5.1.6.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Bomba del agua de alimentación a la planta 1	SGC 6 5 1	20000 W
Bomba del agua de alimentación a la planta 2	SGC 6 5 2	20000 W
Alumbrado de la central de bombeo de agua	SGC 6 5 3	34 W
Toma de corriente de la central de bombeo de agua (3x16 A) monofásico	SGC 6 5 4	18300 W
TOTAL		58334 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 34

- Potencia Instalada Fuerza (W): 58300

1.3.2.5.1.6.1.2 Cálculo de la Línea: Bomba del agua de alimentación a la planta 1 (SGC 6 5 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 3.14 \text{ V} = 0.78 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.79 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.6.1.3 Cálculo de la Línea: Bomba del agua de alimentación a la planta 2 (SGC 6 5 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 20000 \cdot 1.25 = 25000 \text{ W}$$

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 45.11 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 25000}{49.79 \cdot 400 \cdot 10 \cdot 1} = 3.14 \text{ V} = 0.78 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.79 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.6.1.4 Cálculo de la Línea: Alumbrado de la central de bombeo de agua (SGC 6 5 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 35 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 34 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 34 \cdot 1.8 = 61.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{61.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.09 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{35 \cdot 61.2}{53.78 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.07 \text{ V} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.02 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.6.1.5 *Cálculo de la Línea: Toma de corriente de la central de bombeo de agua (3x16 A) monofásico (SGC 6 5 4)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 18300 W.
- Potencia de cálculo: 18300 W.

$$I = \frac{18300}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 29.35 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.83

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 \cdot 18300}{48.51 \cdot 400 \cdot 4} = 7.07 \text{ V} = 1.77 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.77 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.6.1.6 *Cálculo de embarrado: Central de bombeo de agua (SGC 6 5)*

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): 120
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 3
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 0.8, 1.6, 0.06, 0.009
- admisible del embarrado (A): 420

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{8.25^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.06 \cdot 1} = 1181.256 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 93.26 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 420 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 8.25 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 120 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 27.83 \text{ kA}$$

1.3.2.5.1.7 Cálculo de la Línea: Taller de mantenimiento (SGC 6 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 18 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 18334 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 9180.6 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.5)}$$

$$I = \frac{9180.6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 14.72 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.51

$$e(\text{parcial}) = \frac{18 \cdot 9180.6}{52.34 \cdot 400 \cdot 4} = 1.97 V = 0.49 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.07 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.7.1 Subcuadro: Taller de mantenimiento (SGC 6 6)

1.3.2.5.1.7.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado del taller de mantenimiento	SGC 6 6 1	34 W
Tomas de corriente del taller de mantenimiento (3x16 A) monofásico	SGC 6 6 2	18300 W
TOTAL		18334 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 34
- Potencia Instalada Fuerza (W): 18300

1.3.2.5.1.7.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado del taller de mantenimiento (SGC 6 6 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 34 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 34 \cdot 1.8 = 61.2 W$$

$$I = \frac{61.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.09 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 61.2}{53.78 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.05 \text{ V} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.08 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.5.1.7.1.3 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente del taller de mantenimiento (3x16 A) monofásico (SGC 6 62)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 18300 W.
- Potencia de cálculo: 18300 W.

$$I = \frac{18300}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 29.35 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.83

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 18300}{48.51 \cdot 400 \cdot 4} = 5.89 V = 1.47 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.54 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.5.1.7.1.4 Cálculo de embarrado: Taller de mantenimiento (SGC 6 6)

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): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- admisible del embarrado (A): 110

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{1.58^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1} = 327.066 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 14.72 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.58 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 24 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 5.57 \text{ kA}$$

1.3.2.5.1.8 Cálculo de embarrado: Servicios generales centrales (SGC 6)

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): 500
- Ancho (mm): 100
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴) : 8.333, 41.66, 0.4166, 0.104
- admisible del embarrado (A): 1200

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{21.16^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.4166 \cdot 1} = 1119.194 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 392.18 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 1200 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 21.16 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 500 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 115.97 \text{ kA}$$

1.3.2.6 Cálculo de la Línea: Oficinas (OFI 7)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D2-Unip.o Mult.Direct.enterrad.
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 84076 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 32460.4 = 44960.4 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.5)}$$

$$I = \frac{44960.4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.85} = 76.35 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.11

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 44960.4}{49.1 \cdot 400 \cdot 25} = 1.83 \text{ V} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.54 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 80 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1 Subcuadro: Oficinas (OFI 7)

1.3.2.6.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado de oficinas	OFI 7 1	1056 W
Tomas de corriente de oficinas	OFI 7 2	83020 W
TOTAL		84076 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1056
- Potencia Instalada Fuerza (W): 83020

1.3.2.6.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado de oficinas (OFI 7 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 6 m; Cos φ : 0.95; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 1056 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1900.8 \text{ W (Coef. de Simult. : 1)}$$

$$I = \frac{1900.8}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.95} = 2.89 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 1900.8}{53.75 \cdot 400 \cdot 10} = 0.05 \text{ V} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.56 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 10 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.2.1 Subcuadro: Alumbrado de oficinas (OFI 7 1)

1.3.2.6.1.2.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado de oficinas 1	OFI 7 1 1	528 W
Alumbrado de oficinas 2	OFI 7 1 2	528 W
TOTAL		1056 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1056

1.3.2.6.1.2.1.2 Cálculo de la Línea: Alumbrado de oficinas 1 OFI 7 1 1

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.95; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 528 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 950.4 \text{ W (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = \frac{950.4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.95} = 1.44 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 950.4}{53.7 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.24 \text{ V} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 10 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.2.1.2.1 Subcuadro: Alumbrado de oficinas 1 (OFI 7 1 1)

1.3.2.6.1.2.1.2.2 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Alumbrado zona 1 1	OFI 7 1 1 1	264 W
Alumbrado zona 1 2	OFI 7 1 1 2	264 W
TOTAL		528 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 528

1.3.2.6.1.2.1.2.3 *Cálculo de la Línea: Alumbrado zona 1 1 (OFI 7 1 1 1)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 264 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 264 \cdot 1.8 = 475.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{475.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.69 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 475.2}{53.76 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.22 \text{ V} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.6.1.2.1.2.4 *Cálculo de la Línea: Alumbrado zona 1 2 (OFI 7 1 1 2)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 15 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 264 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 264 \cdot 1.8 = 475.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{475.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.69 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 475.2}{53.76 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.22 \text{ V} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.6.1.2.1.2.5 Cálculo de embarrado: Aluminado de oficinas 1 (OFI 7 1 1)

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): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- admisible del embarrado (A): 110

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{1.1^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1} = 158.645 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 1.44 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.1 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 24 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 5.57 \text{ kA}$$

1.3.2.6.1.2.1.3 Cálculo de la Línea: Alumbrado de oficinas 2 (OFI 7 1 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.95; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 528 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 950.4 \text{ W (Coef. de Simult. : 1)}$$

$$I = \frac{950.4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.95} = 1.44 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 950.4}{53.7 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.29 \text{ V} = 0.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.63 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 10 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.2.1.3.1 *Subcuadro: Alumbrado de oficinas 2 (OFI 7 1 2)*

1.3.2.6.1.2.1.3.2 *Demanda de potencias*

- Potencia total instalada:

Alumbrado zona 2 1	OFI 7 1 2 1	264 W
Alumbrado zona 2 2	OFI 7 1 2 2	264 W
TOTAL		528 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 528

1.3.2.6.1.2.1.3.3 *Cálculo de la Línea: Alumbrado zona 2 1 (OFI 7 1 2 1)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 20 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 264 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 264 \cdot 1.8 = 475.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{475.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.69 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 475.2}{53.76 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.29 \text{ V} = 0.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.7 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.6.1.2.1.3.4 Cálculo de la Línea: Alumbrado zona 2 2 (OFI 7 1 2 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 20 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 264 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 264 \cdot 1.8 = 475.2 \text{ W}$$

$$I = \frac{475.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.69 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 475.2}{53.76 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.29 \text{ V} = 0.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.7 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.6.1.2.1.3.5 Cálculo de embarrado: Alumbrado de oficinas 2 (OFI 7 1 2)

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): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- admisible del embarrado (A): 110

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{0.92^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1} = 110.922 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 1.44 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.92 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 24 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 5.57 \text{ kA}$$

1.3.2.6.1.2.1.3.6 Cálculo de embarrado: Alumbrado de oficinas (OFI 7 1)

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
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045
- Admisible del embarrado (A): 220

- o Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{5.05^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1} = 884.925 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- o Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 2.89 \text{ A}$$

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

- o Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 0.92 \text{ kA}$$

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

1.3.2.6.1.3 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente de oficinas (OFI 7 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 83020 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 31510 = 44010 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.5)}$$

$$I = \frac{44010}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 70.58 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 44010}{45.76 \cdot 400 \cdot 16} = 1.2 V = 0.3 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.84 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 71 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 80 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.3.1 Subcuadro: Tomas de corriente de oficinas (OFI 7 2)

1.3.2.6.1.3.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Fuerza oficinas 1	OFI 7 2 1	33000 W
Fuerza oficinas 2	OFI 7 2 2	50020 W
TOTAL		83020 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 83020

1.3.2.6.1.3.1.2 Cálculo de la Línea: Fuerza oficinas 1 (OFI 7 2 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 8 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 33000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 13100 = 25600 W \text{ (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{25600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 41.06 A$$

Se eligen conductores Tripolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.9

$$e(\text{parcial}) = \frac{8 \cdot 25600}{48.65 \cdot 400 \cdot 10} = 1.05 \text{ V} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.11 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.3.1.2.1 Subcuadro: Fuerza oficinas 1 (OFI 7 2 1)

1.3.2.6.1.3.1.2.2 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Tomas de corriente zona 1 1 (7x10 A)	OFI 7 2 1 1	16100 W
Tomas de corriente zona 1 2 (3x10 A)	OFI 7 2 1 2	6900 W
Climatizador zona 1	OFI 7 2 1 3	10000 W
TOTAL		33000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 33000

1.3.2.6.1.3.1.2.3 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente zona 1 1 (7x10 A) (OFI 7 2 1 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 16100 W.
- Potencia de cálculo: 16100 W.

$$I = \frac{16100}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 25.82 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 39 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.92

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 16100}{49.8 \cdot 400 \cdot 6} = 2.02 V = 0.51 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.61 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.3.1.2.4 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente zona 1 2 (3x10 A) (OFI 7 2 1 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 6900 W.
- Potencia de cálculo: 6900 W.

$$I = \frac{6900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 11.07 A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.65

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \cdot 6900}{51.41 \cdot 400 \cdot 2.5} = 2.01 V = 0.5 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.61 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.6.1.3.1.2.5 Cálculo de la Línea: Climatizador zona 1 (OFI 7 2 1 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 12500}{48.76 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 1} = 3.2 \text{ V} = 0.8 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.91 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.3.1.2.6 Cálculo de embarrado: Fuerza oficinas 1 (OFI 7 2 1)

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): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴): 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- Admisible del embarrado (A): 185

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{3.45^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1} = 929.564 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 41.06 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.45 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 40 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 9.28 \text{ kA}$$

1.3.2.6.1.3.1.3 Cálculo de la Línea: Fuerza oficinas 2 (OFI 7 2 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.9; X_u(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 50020 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 + 25014 = 37514 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{37514}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 60.16 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.91

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \cdot 37514}{47.71 \cdot 400 \cdot 16} = 1.23 \text{ V} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.15 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.3.1.3.1 Subcuadro: Fuerza oficinas 2 (OFI 7 2 2)

1.3.2.6.1.3.1.3.2 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Tomas de corriente zona 2 1 (3x10A)	OFI 7 2 2 1	6900 W
Tomas de corriente zona 2 2 (9x10A)	OFI 7 2 2 2	33120 W
Climatizador zona 2	OFI 7 2 2 3	10000 W
TOTAL		50020 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 50020

1.3.2.6.1.3.1.3.3 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente zona 2 1 (3x10A) (OFI 7 2 2 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 6900 W.
- Potencia de cálculo: 6900 W.

$$I = \frac{6900}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 11.07 \text{ A}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.65

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 6900}{51.41 \cdot 400 \cdot 2.5} = 2.68 V = 0.67 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.82 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.6.1.3.1.3.4 Cálculo de la Línea: Tomas de corriente zona 2 2 (9x10A) (OFI 7 2 2 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 33120 W.
- Potencia de cálculo: 33120 W.

$$I = \frac{33120}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 53.12 A$$

Se eligen conductores Tripolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.21

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 \cdot 33120}{48.93 \cdot 400 \cdot 16} = 2.12 V = 0.53 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.68 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.3.1.3.5 *Cálculo de la Línea: Climatizador zona 2 (OFI 7 2 2 3)*

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Unip.o Mult.Falso Techo
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$P = 10000 \cdot 1.25 = 12500 \text{ W}$$

$$I = \frac{12500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8 \cdot 1} = 22.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 \cdot 12500}{48.76 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 1} = 4.01 \text{ V} = 1 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.15 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.6.1.3.1.3.6 *Cálculo de embarrado: Fuerza oficinas 2 (OFI 7 2 2)*

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): 40
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³, cm⁴) : 0.133, 0.133, 0.0133, 0.0013
- admisible del embarrado (A): 185

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{3.74^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.0133 \cdot 1} = 1097.383 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 60.16 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 185 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.74 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 40 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 9.28 \text{ kA}$$

1.3.2.6.1.3.1.3.7 Cálculo de embarrado: Tomas de corriente de oficinas (OFI 7 2)

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

- W_x, I_x, W_y, I_y (cm^3, cm^4) : 0.2, 0.2, 0.03, 0.0045
- admisible del embarrado (A): 220

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{5.41^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.03 \cdot 1} = 1014.499 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 70.58 \text{ A}$$

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

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 5.41 \text{ kA}$$

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

1.3.2.6.1.3.1.4 Cálculo de embarrado: Oficinas (OFI 7)

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 (mm^2): 120
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 3
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm^3, cm^4) : 0.8, 1.6, 0.06, 0.009
- admisible del embarrado (A): 420

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{8.31^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.06 \cdot 1} = 1197.945 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 76.35 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 420 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 8.31 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 120 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 27.83 \text{ kA}$$

1.3.2.7 Cálculo de la Batería de Condensadores

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

- Suministro: Trifásico.
- Tensión Compuesta: 400 V.
- Potencia activa: 1312182 W.
- CosØ actual: 0.8.
- CosØ a conseguir: 0.95.
- Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

- Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 552.84
- Gama de Regulación: (1:2:4)
- Potencia de Escalón (kVAr): 78.98
- Capacidad Condensadores (µF): 523.74

La secuencia que debe realizar el regulador de reactiva para dar señal a las diferentes salidas es:

- Gama de regulación; 1:2:4 (tres salidas).
 1. Primera salida.
 2. Segunda salida.
 3. Primera y segunda salida.
 4. Tercera salida.

5. Tercera y primera salida.
6. Tercera y segunda salida.
7. Tercera, primera y segunda salida.

Obteniéndose así los siete escalones de igual potencia.

Se recomienda utilizar escalones múltiplos de 5 kVAr.

1.3.2.8 Cálculo de la Línea: Bateria Condensadores

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: G-Unip.Separados >= D
- Longitud: 6 m; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia reactiva: 552843 VAr.

$$I = \frac{CR_e \cdot Q_c}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1.5 \cdot 552843.02}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1196.98 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4(3x120+TTx70)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1260 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm. Sección útil: 9900 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.07

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 552843.02}{48.95 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 120} = 0.35 \text{ V} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.17 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1228 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.9 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado (EMA 8)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 5604 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 10087.2 \text{ W (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = \frac{10087.2}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 14.56 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 95 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.7

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 10087.2}{53.64 \cdot 400 \cdot 35} = 0.08 \text{ V} = 0.02 \%$$

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

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.9.1 Subcuadro: Emergencia alumbrado (EMA 8)

1.3.2.9.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Emergencia alumbrado de vigilancia zona 1	EMA 8 1	1328 W
Emergencia alumbrado de vigilancia zona 2	EMA 8 2	1328 W
Emergencia alumbrado de vigilancia zona 3	EMA 8 3	1328 W
Emergencia alumbrado de evacuación zona 1	EMA 8 4	180 W
Emergencia alumbrado de evacuación zona 2	EMA 8 5	180 W
Emergencia alumbrado de evacuación zona 3	EMA 8 6	180 W

Emergencia alumbrado antipánico zona 1	EMA 8 7	360 W
Emergencia alumbrado antipánico zona 2	EMA 8 8	360 W
Emergencia alumbrado antipánico zona 3	EMA 8 9	360 W
TOTAL		5604 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 5604

1.3.2.9.1.2 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado de vigilancia zona 1 (EMA 8 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 113 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	50	9	9	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	166	166	166	166	166	166	166	166
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1328 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 1328 = 2390.4 \text{ W}$$

$$I = \frac{2390.4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 3.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

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

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.2

$$e(\text{parcial}) = \frac{81.5 \cdot 2390.4}{53.74 \cdot 400 \cdot 10} = 0.91 \text{ V} = 0.23 \%$$

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

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.3 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado de vigilancia zona 2 (EMA 8 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 108 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	45	9	9	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	166	166	166	166	166	166	166	166
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1328 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 1328 = 2390.4 \text{ W}$$

$$I = \frac{2390.4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 3.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.19

$$e(\text{parcial}) = \frac{76.5 \cdot 2390.4}{53.35 \cdot 400 \cdot 1.5} = 5.71 \text{ V} = 1.43 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.53 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.4 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado de vigilancia zona 3 (EMA 8 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 103 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	40	9	9	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	166	166	166	166	166	166	166	166
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1328 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 1328 = 2390.4 \text{ W}$$

$$I = \frac{2390.4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 3.45 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.19

$$e(\text{parcial}) = \frac{71.5 \cdot 2390.4}{53.35 \cdot 400 \cdot 1.5} = 5.34 \text{ V} = 1.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.44 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.5 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado de evacuación zona 1 (EMA 8 4)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	55	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	30	30	30	30	30	30
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 180 = 324 \text{ W}$$

$$I = \frac{324}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{77.5 \cdot 324}{53.77 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.78 \text{ V} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.3 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.6 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado de evacuación zona 2 (EMA 8 5)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 95 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	50	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	30	30	30	30	30	30
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 180 = 324 \text{ W}$$

$$I = \frac{324}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{72.5 \cdot 324}{53.77 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.73 \text{ V} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.29 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.7 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado de evacuación zona 3 (EMA 8 6)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	45	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	30	30	30	30	30	30
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 180 = 324 \text{ W}$$

$$I = \frac{324}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{67.5 \cdot 324}{53.77 \cdot 400 \cdot 1.5} = 0.68 \text{ V} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.27 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.8 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado antipánico zona 1 (EMA 8 7)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 95 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	50	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	60	60	60	60	60	60
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 360 = 648 \text{ W}$$

$$I = \frac{648}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.94 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{72.5 \cdot 648}{53.74 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.46 \text{ V} = 0.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.47 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.9 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado antipánico zona 2 (EMA 8 8)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 95 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	50	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	60	60	60	60	60	60
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 360 = 648 \text{ W}$$

$$I = \frac{648}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.94 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{72.5 \cdot 648}{53.74 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.46 \text{ V} = 0.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.47 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.10 Cálculo de la Línea: Emergencia alumbrado antipánico zona 3 (EMA 8 9)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 95 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
-------	---	---	---	---	---	---

Longitud(m)	50	9	9	9	9	9
P.des.nu.(W)	60	60	60	60	60	60
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$P = 1.8 \cdot 360 = 648 \text{ W}$$

$$I = \frac{648}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 0.94 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{72.5 \cdot 648}{53.74 \cdot 400 \cdot 1.5} = 1.46 \text{ V} = 0.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.47 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

1.3.2.9.1.11 Cálculo de embarrado: Emergencia alumbrado (EMA 8)

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): 400
- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴) : 2.666, 5.333, 0.666, 0.333
- admisible del embarrado (A): 750

- o Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{21.91^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.666 \cdot 1} = 750.824 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{Cu}$$

- o Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 14.56 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 750 \text{ A}$$

- o Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 21.91 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 400 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 92.77 \text{ kA}$$

1.3.2.10 Cálculo de la Línea: Emergencia de fuerza (EMF 9)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 6 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 84000 W.
- Potencia de cálculo:

$$P = 33600 \text{ W (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{33600}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 60.62 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tripolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 115 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{6 \cdot 33600}{51.18 \cdot 400 \cdot 25} = 0.39 \text{ V} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.18 \% \text{ ADMIS (4.5\% MAX)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.10.1 Subcuadro: Emergencia de fuerza (EMF 9)

1.3.2.10.1.1 Demanda de potencias

- Potencia total instalada:

Emergencia de fuerza zona 1	EMF 9 1	28000 W
Emergencia de fuerza zona 2	EMF 9 2	28000 W
Emergencia de fuerza zona 3	EMF 9 3	28000 W
TOTAL		84000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 84000

1.3.2.10.1.2 Cálculo de la Línea: Emergencia de fuerza zona 1 (EMF 9 1)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 76 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	40	12	12	12
Pot.nudo(kW)	7	7	7	7

- Potencia a instalar: 28000 W.

- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I = \frac{28000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 50.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.6

$$e(\text{parcial}) = \frac{58 \cdot 28000}{48.86 \cdot 400 \cdot 10} = 8.31 \text{ V} = 2.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.26 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.10.1.3 Cálculo de la Línea: Emergencia de fuerza zona 2 (EMF 9 2)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 76 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	40	12	12	12
Pot.nudo(kW)	7	7	7	7

- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I = \frac{28000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 50.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.6

$$e(\text{parcial}) = \frac{58 \cdot 28000}{48.86 \cdot 400 \cdot 10} = 8.31 \text{ V} = 2.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.26 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.10.1.4 Cálculo de la Línea: Emergencia de fuerza zona 3 (EMF 9 3)

Datos:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 76 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	40	12	12	12
Pot.nudo(kW)	7	7	7	7

- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$$I = \frac{28000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 50.52 \text{ A}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 68 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.6

$$e(\text{parcial}) = \frac{58 \cdot 28000}{48.86 \cdot 400 \cdot 10} = 8.31 \text{ V} = 2.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.26 \% \text{ ADMIS (6.5\% MAX)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

1.3.2.10.1.5 Cálculo de embarrado: Emergencia de fuerza (EMF 9)

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): 400
- Ancho (mm): 80
- Espesor (mm): 5
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴): 5.333, 21.33, 0.333, 0.0833
- admisible del embarrado (A): 950

○ Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W_y \cdot n} = \frac{18.49^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 0.333 \cdot 1} = 1069.545 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

○ Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 60.62 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 950 \text{ A}$$

○ Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 18.49 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 400 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 92.77 \text{ kA}$$

1.3.2.11 Cálculo de embarrado descarga directa trafos

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): 1000
- Ancho (mm): 100
- Espesor (mm): 10
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴): 16.66, 83.3, 1.666, 0.833
- admisible del embarrado (A): 1700

- Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{max} = \frac{I_{pcc}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot Wy \cdot n} = \frac{26.96^2 \cdot 25^2}{60 \cdot 10 \cdot 1.666 \cdot 1} = 454.359 \rightarrow 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

- Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 1443.42 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 1700 \text{ A}$$

- Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 26.96 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = \frac{K_c \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} = \frac{164 \cdot 1000 \cdot 1}{1000 \cdot \sqrt{0.5}} = 231.93 \text{ kA}$$

1.3.2.12 Cálculo de la puesta a tierra

Datos:

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se puede constituir con los siguientes elementos:
 - Material conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.
 - Material conductor de Acero galvanizado 95 mm²

 - Picas verticales de Cobre 14 mm
 - de Acero recubierto Cu 14 mm 8 picas de 2m.
 - de Acero galvanizado 25 mm

 - Ud. Placa enterrada de Cu espesor 2 mm 3 m. de lado o de Hierro galvanizado de espesor 2.5 mm 3 placas cuadradas 1m. de lado

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 20 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

1.4 Centro de transformación

1.4.1 Intensidad en alta tensión.

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
trafo 1	1000	13.2	43.74
trafo 2	1000	13.2	43.74
trafo 3	1000	13.2	43.74

1.4.2 Intensidad en baja tensión.

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_s = Tensión compuesta secundaria en V.

I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Is (A)
trafo 1	1000	400	1443.42
trafo 2	1000	400	1443.42
trafo 3	1000	400	1443.42

1.4.3 Cortocircuitos.

1.4.3.1 Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

1.4.3.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito.

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

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

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

Siendo:

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.

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc}(\%) \cdot U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc}(\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

1.4.3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado anterior

S_{cc} (MVA)	U_p (kV)	I_{ccp} (kA)
350	13.2	15.31

1.4.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado anterior.

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	$U_{cc}(\%)$	I_{ccs} (kA)
trafo 1	1000	400	5	28.87

trafo 2	1000	400	5	28.87
trafo 3	1000	400	5	28.87

1.4.4 Dimensionado del embarrado.

Las características del embarrado son:

- Intensidad asignada : 400 A.
- Límite térmico, 1 s.: 16 kA eficaces.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

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

1.4.4.1 Comprobación por densidad de corriente.

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

1.4.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

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

$$\sigma_{max} \geq \frac{I_{ccp}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W}$$

Siendo:

$\sigma_{m\acute{a}x}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

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

1.4.4.3 Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.

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

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\Delta T}{t}}$$

Siendo:

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

$\alpha = 13$ para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

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

$$I_{th} \geq 16 \text{ kA durante } 1 \text{ s}$$

1.4.5 Selección de las protecciones de alta y baja tensión.

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

1.4.5.1 Protección general en AT.

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

1.4.5.2 Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 2.2.3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

- Para el trafo 1, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.
- Para el trafo 2, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.
- Para el trafo 3, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.

1.4.6 Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

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

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0.24 \cdot k \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Siendo:

W_{Cu} = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

W_{Fe} = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, 1.5 m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

S_r = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

Sustituyendo valores para cada transformador tendremos:

Transformador	Potencia (kVA)	Pérdidas $W_{cu}+W_{fe}$ (kW)	S_r (m ²)
trafo 1	1000	15	1.76
trafo 2	1000	15	1.76
trafo 3	1000	15	1.76

1.4.7 Dimensionado del pozo apagafuegos.

No es necesario dimensionar pozo apagafuegos por tratarse de transformadores con aislamiento seco.

1.4.8 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

1.4.8.1 Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 $\Omega \cdot m$.

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

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

- Tipo de neutro: el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.
- Tipo de protecciones en el origen de la línea: cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

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

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

- Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{d\max}$ (A): 300.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

- Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

1.4.8.3 Diseño de la instalación de tierra.

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

1.4.8.3.1 Tierra de protección.

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

1.4.8.3.2 Tierra de servicio.

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

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

1.4.8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio: $U = 13200$ V.

- Puesta a tierra del neutro:
 - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{bt} = 10000 \text{ V}$.
- Características del terreno:
 - ρ terreno ($\Omega \cdot m$): 150.
 - ρ_H hormigón ($\Omega \cdot m$): 3000.

1.4.8.4.1 Tierra de protección.

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\text{máx}} \text{ (A)}$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

$$U_E = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 8x4.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia:

$$K_r \left(\frac{\Omega}{\Omega \cdot m} \right) = 0.065$$

- De la tensión de paso:

$$K_p \left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A} \right) = 0.0134$$

- De la tensión de contacto exterior:

$$K_c \left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A} \right) = 0.0284$$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.065 \cdot 150 = 9.75 \Omega$$

$$I_d = I_{dmax} = 300 A$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 9.75 \cdot 300 = 2925 V$$

1.4.8.4.2 Tierra de servicio.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

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

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia:

$$K_r \left(\frac{\Omega}{\Omega \cdot m} \right) = 0.135$$

Sustituyendo valores:

$$R_{tNEUTRO} = K_r \cdot \rho = 0.0135 \cdot 150 = 20.25 \Omega$$

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

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

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

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0134 \cdot 150 \cdot 300 = 603 V$$

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

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

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

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

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

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

$$U'_p(acc) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0284 \cdot 150 \cdot 300 = 1278 V$$

1.4.8.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.

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

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s}{1000} \right) [V]$$

$$U_p(acc) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H}{1000} \right) [V]$$

$$C_s = 1 - 0.106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0.106} \right)$$

$$t = t' + t'' [s]$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$U_p(acc)$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

h_s = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωm .

ρ_s = Resistividad superficial del suelo, en Ωm .

ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 2.2.8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 s$$

$$t = t' = 0.7 s$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s}{1000}\right) = 10 \cdot 165.2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1}{1000}\right) = 9746.8 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H}{1000}\right) = 10 \cdot 165.2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) = 2387.4 \text{ V}$$

$$C_s = 1 - 0.106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0.106}\right) = 1 - 0.106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{150}{150}}{2 \cdot 0 + 0.106}\right) = 1$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

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

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 603 \text{ V.}$	\leq	$U_p = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_p(\text{acc}) = 1278 \text{ V.}$	\leq	$U_p(\text{acc}) = 23871.4 \text{ V.}$

- Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 2925 \text{ V.}$	\leq	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

1.4.8.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

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

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

$$D_{n-p} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{150 \cdot 300}{2000 \cdot \pi} = 7.16 \text{ m}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

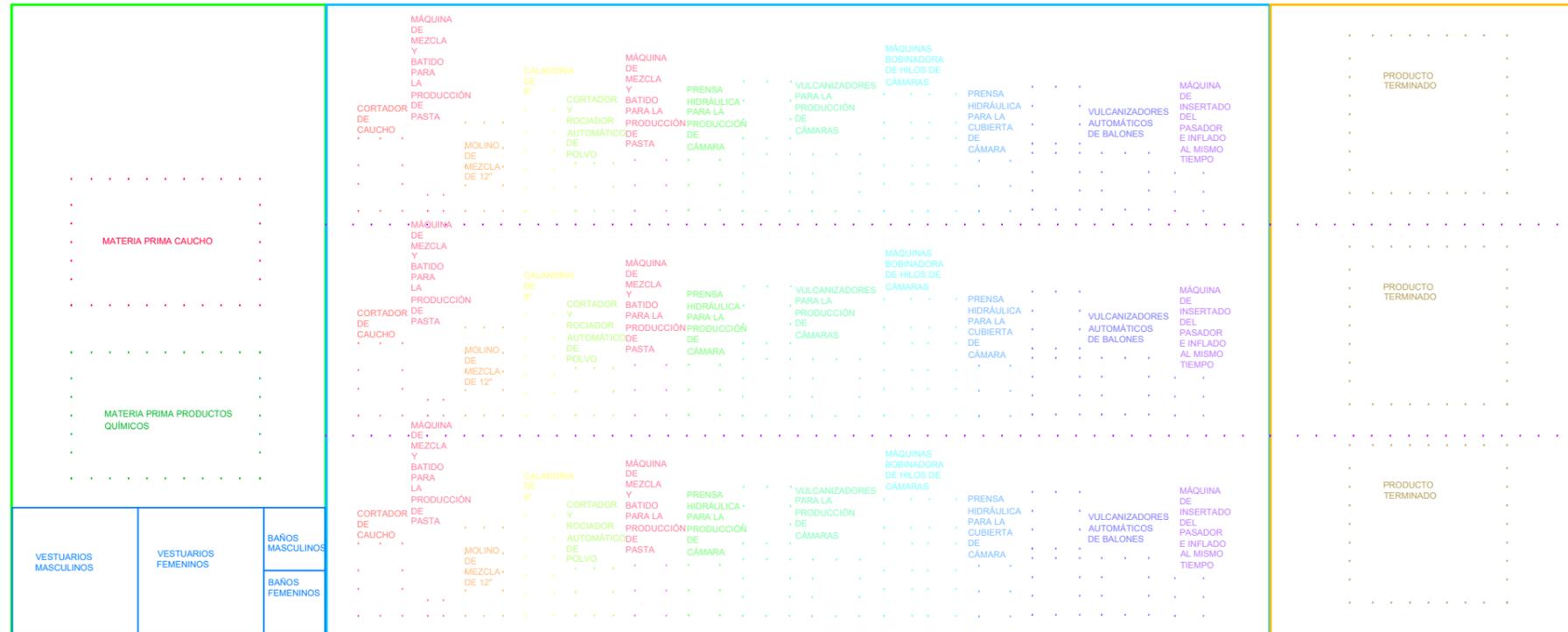
I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

1.4.8.9 Corrección del diseño inicial.

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

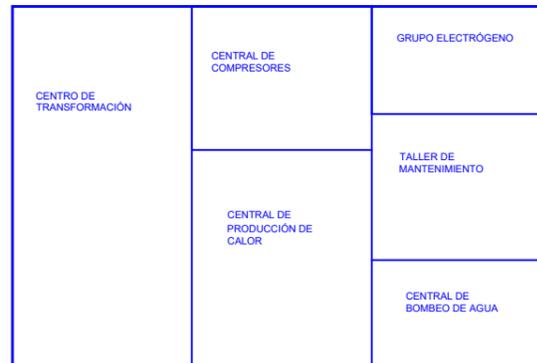
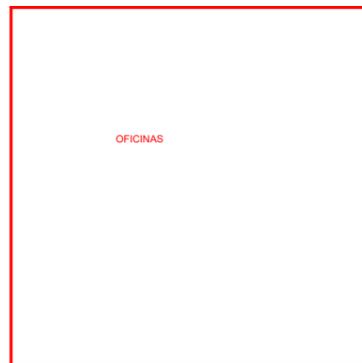
2 ANEXO: PLANOS



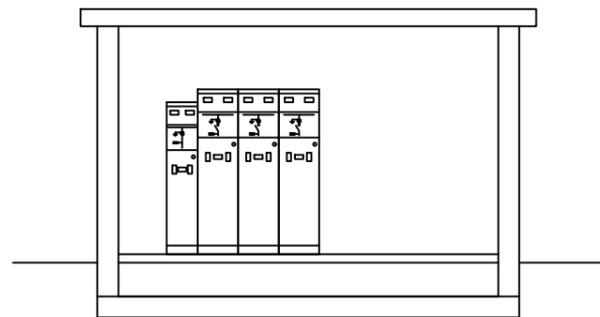
LÍNEA FABRICACIÓN
BALONES FÚTBOL

LÍNEA FABRICACIÓN
BALONES BALONCESTO

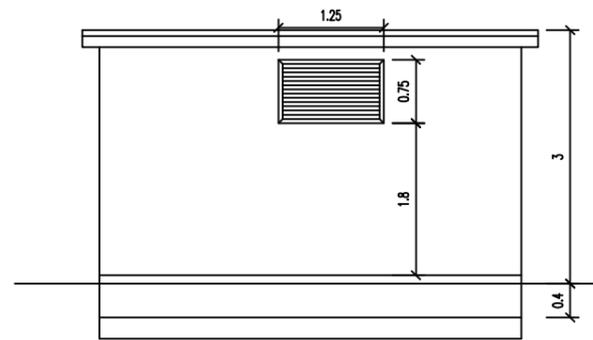
LÍNEA FABRICACIÓN
BALONES VOLEIBOL



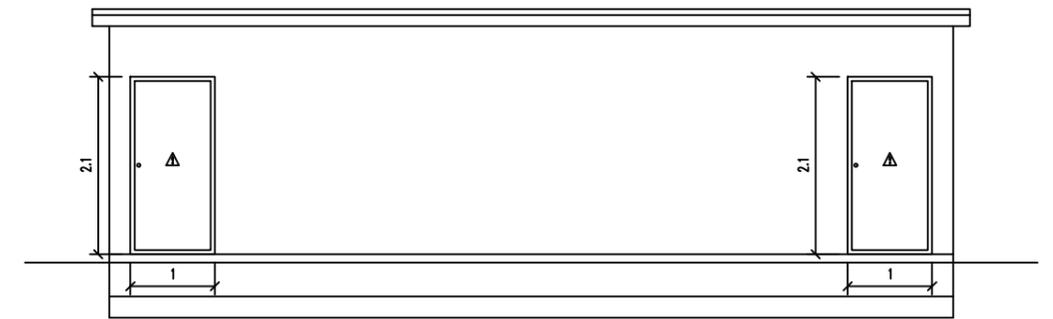
E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado				
Escala	Distribución de la nave industrial			Plano N° 1



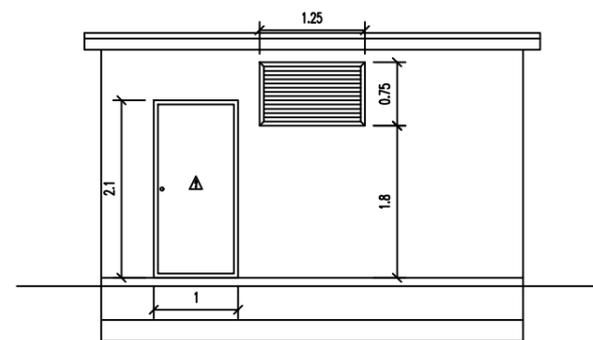
SECCIÓN TRANSVERSAL



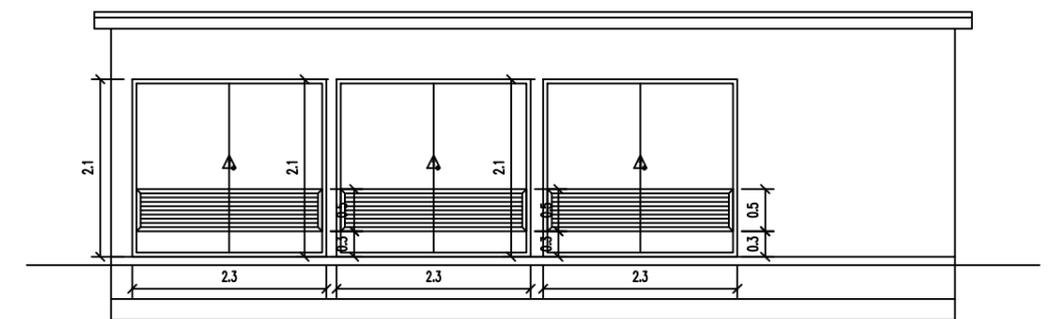
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL DERECHO

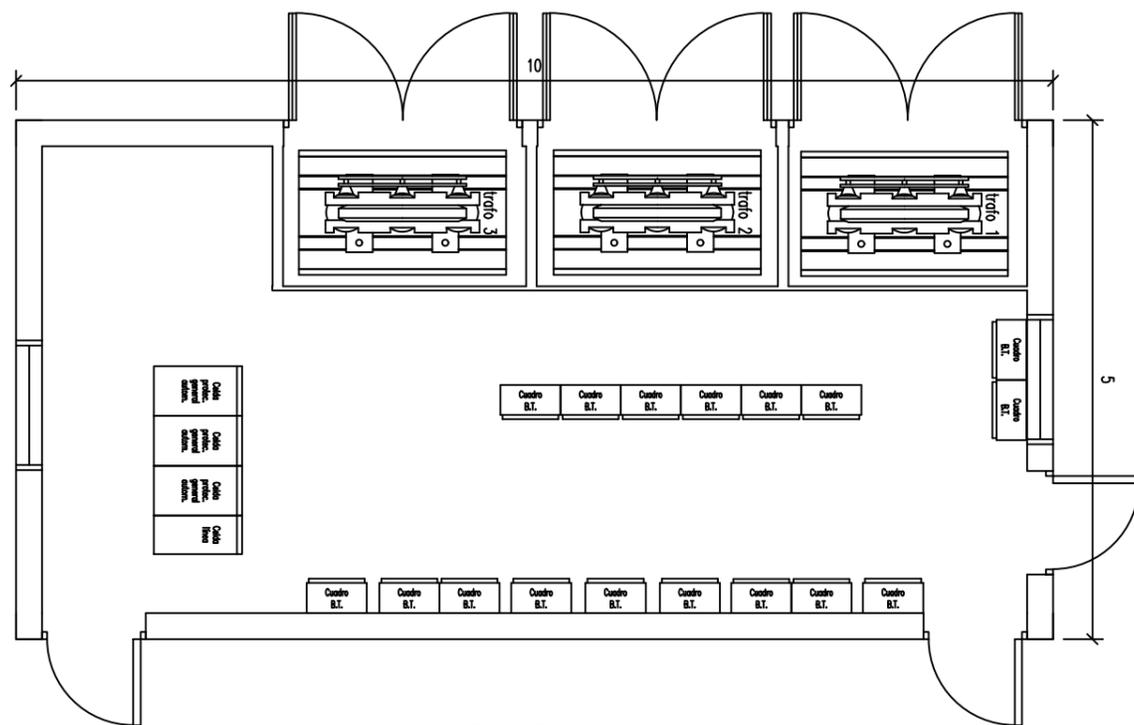


ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/08/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Edificio del centro de transformación			Plano N° 2 1

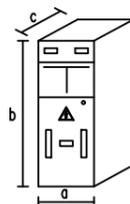
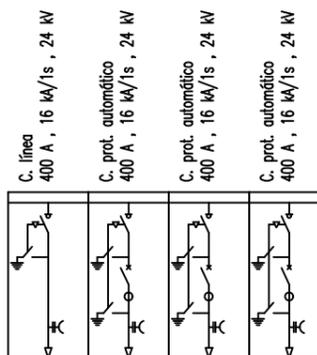


PLANTA

ESQUEMA UNIFILAR

DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.37	1.8	0.85
Prot. automático	0.48	1.95	0.85
Prot. automático	0.48	1.95	0.85
Prot. automático	0.48	1.95	0.85

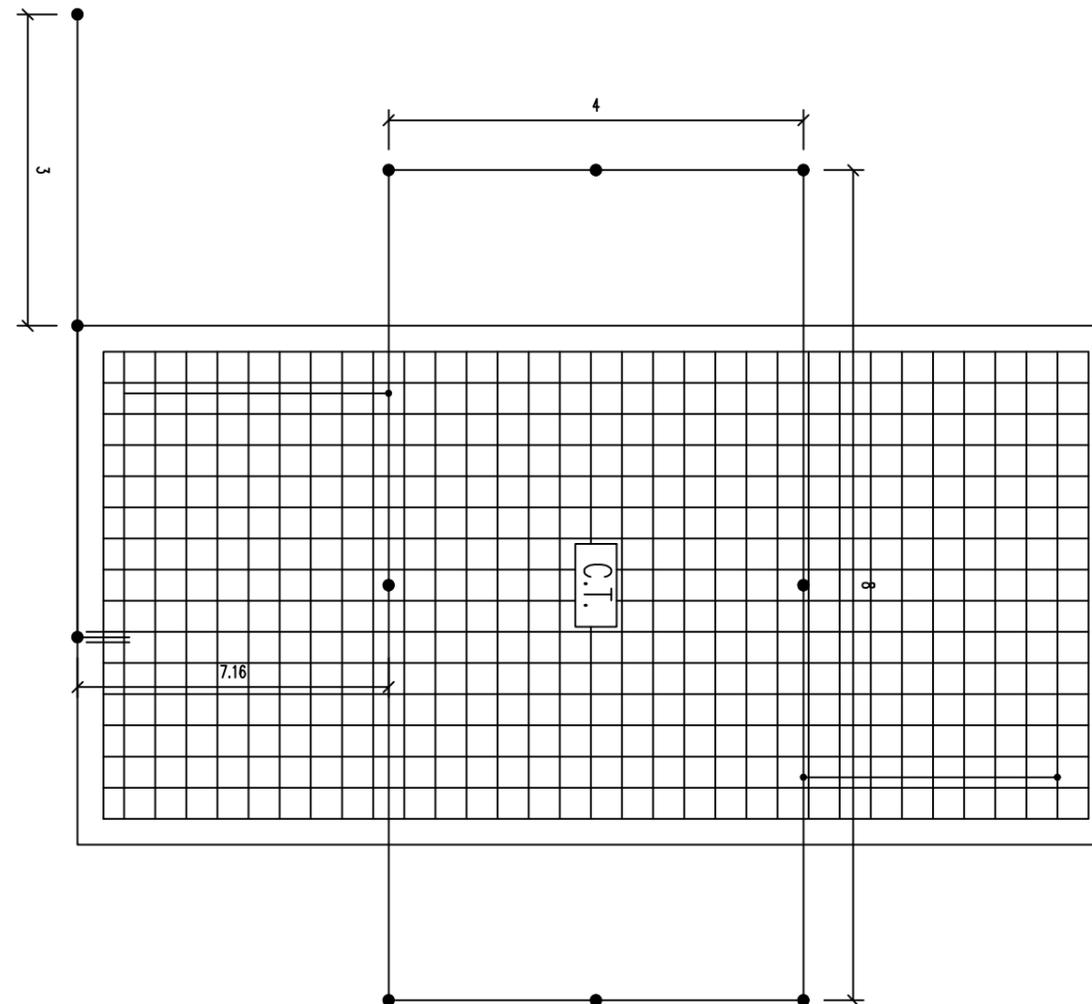


TIERRA DE PROTECCIÓN
 Configuración: 80-40/5/82
 Profundidad electrodo: 0.5 m
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Número de picas: 8
 Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con rondanos 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. 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.

TIERRA DE SERVICIO
 Configuración: 5/32.
 Profundidad electrodo: 0.5 m
 Separación picas: 3 m
 3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
 Sección conductor: 50 mm²
 Diámetro picas: 14 mm
 Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)



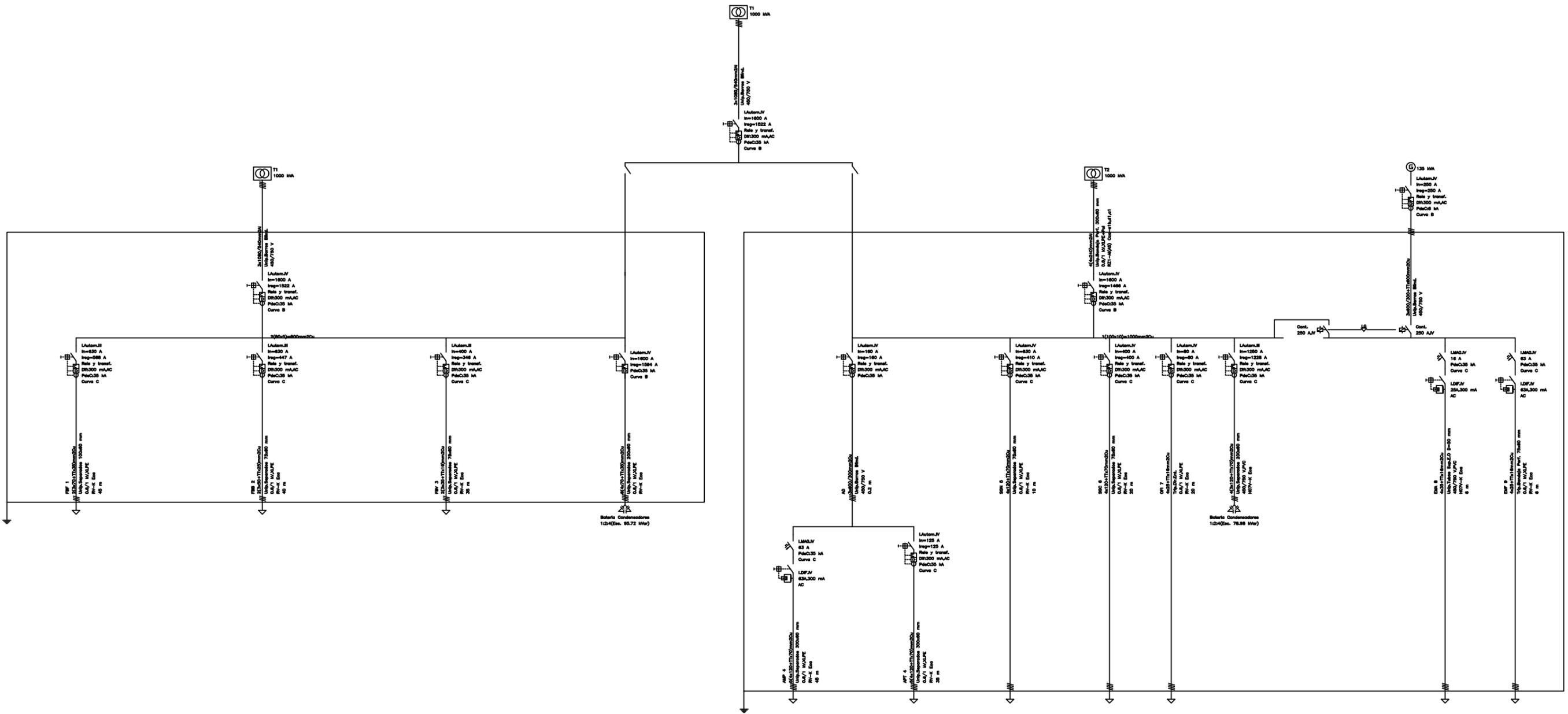
PUESTAS A TIERRA

TIERRA DE PROTECCIÓN
 Picas: L_p = 2 m, Ø = 14 mm
 Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

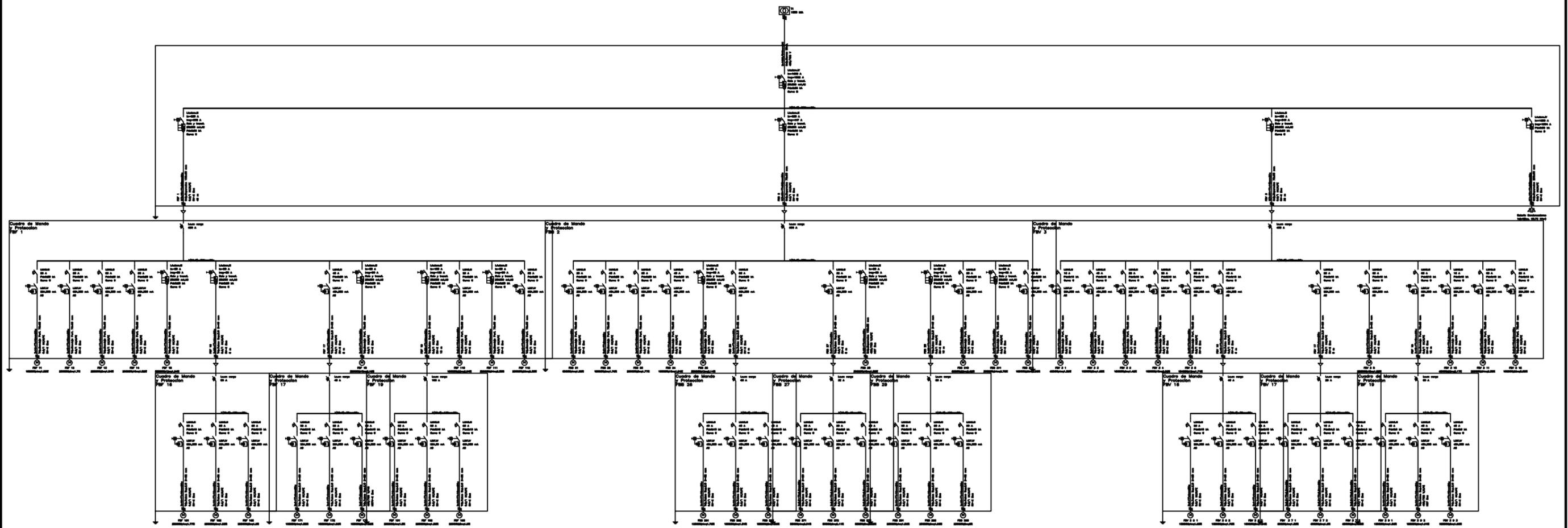
TIERRA DE SERVICIO
 Picas: L_p = 2 m, Ø = 14 mm
 Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Distribución de los componentes del centro de transformación y la puesta a tierra		Plano N° 2 2

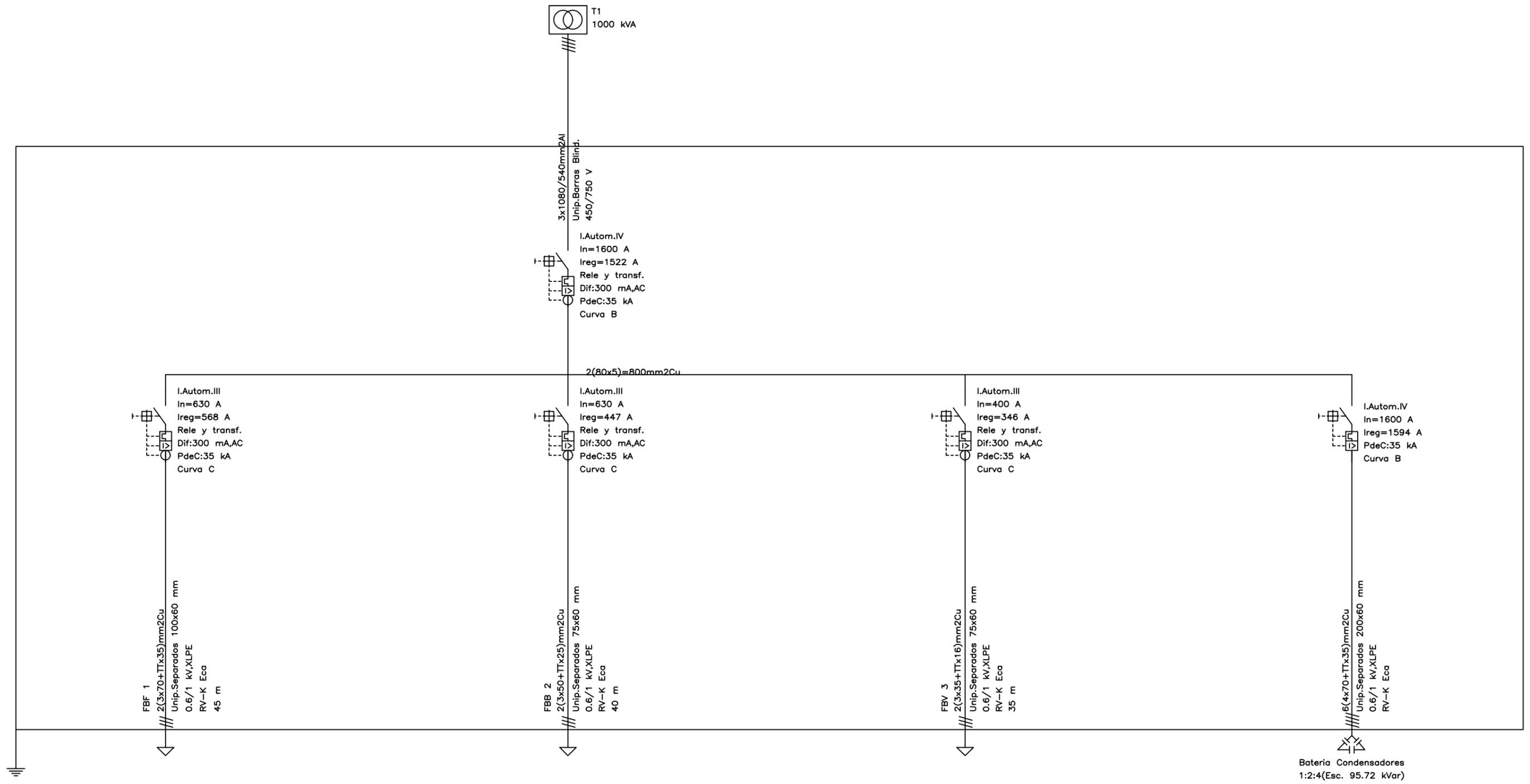
Anexo: Esquemas



E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Situación de los tres transformadores y las líneas		Esquema N° 1 1	

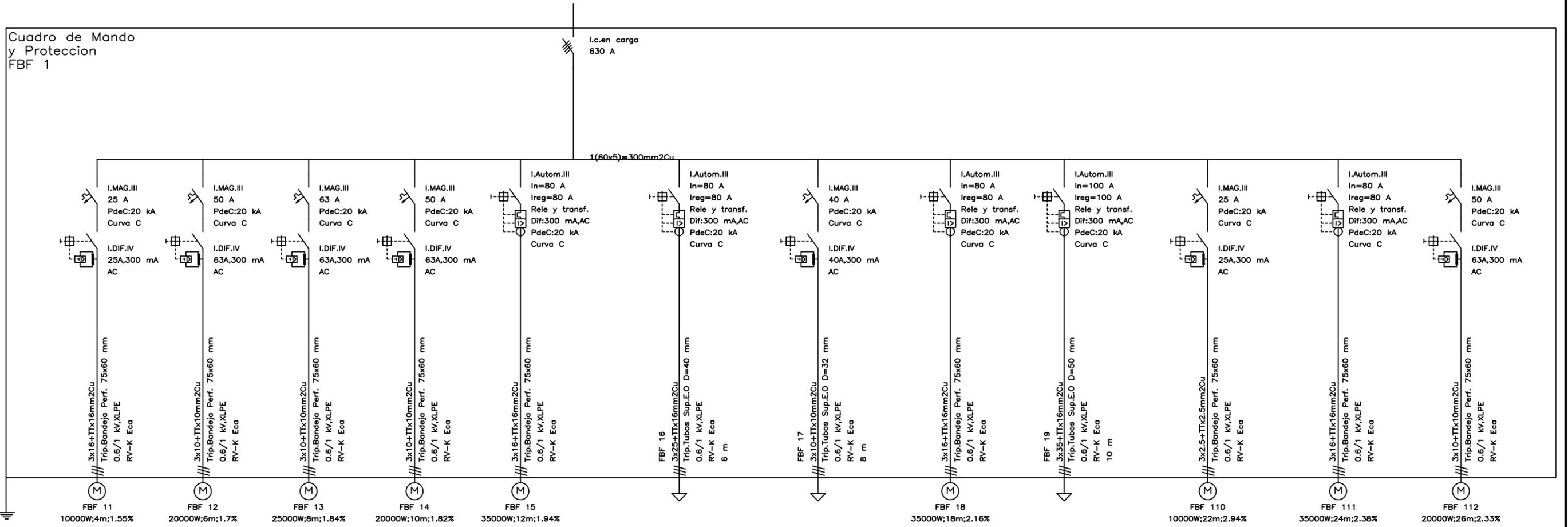


E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Línea de proceso de fabricación		Esquema N° 2 1

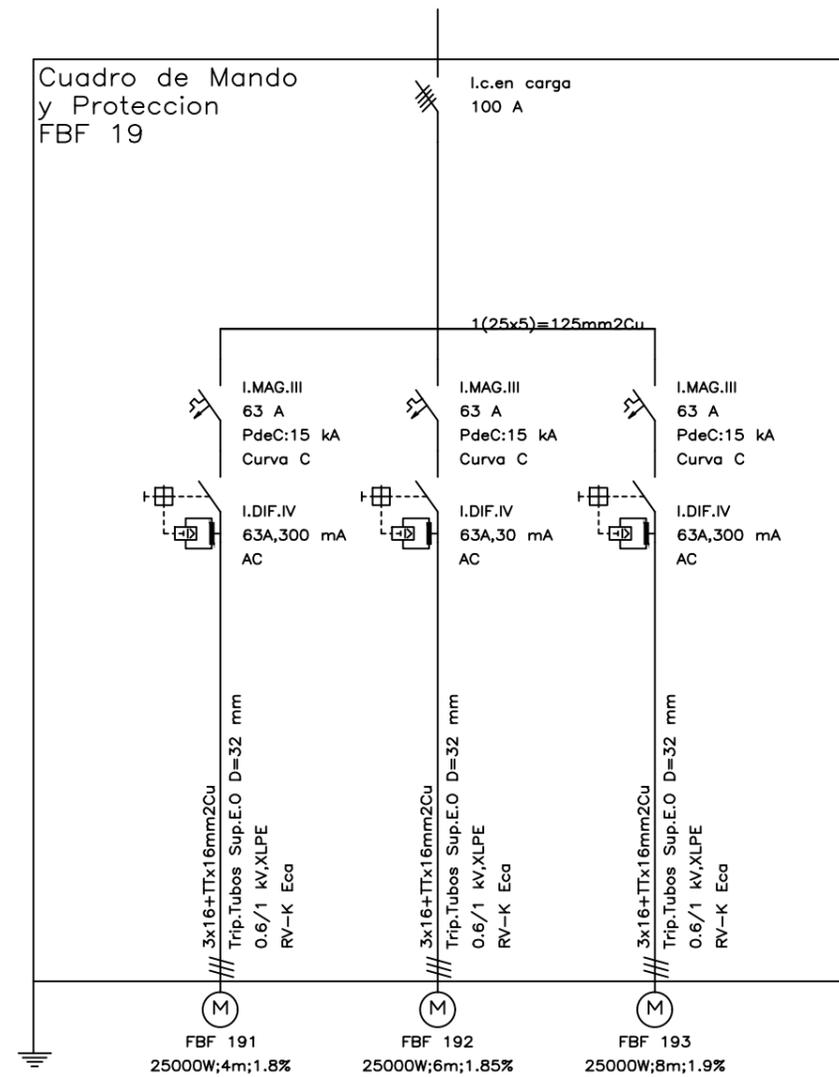
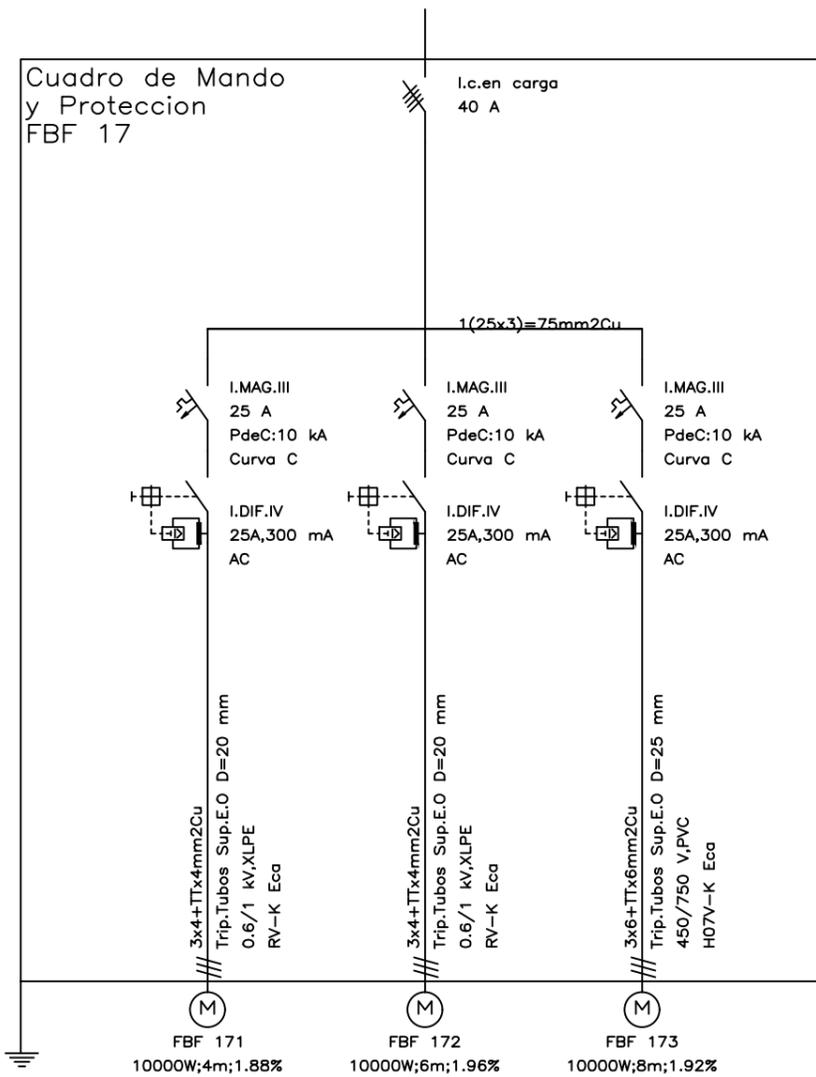
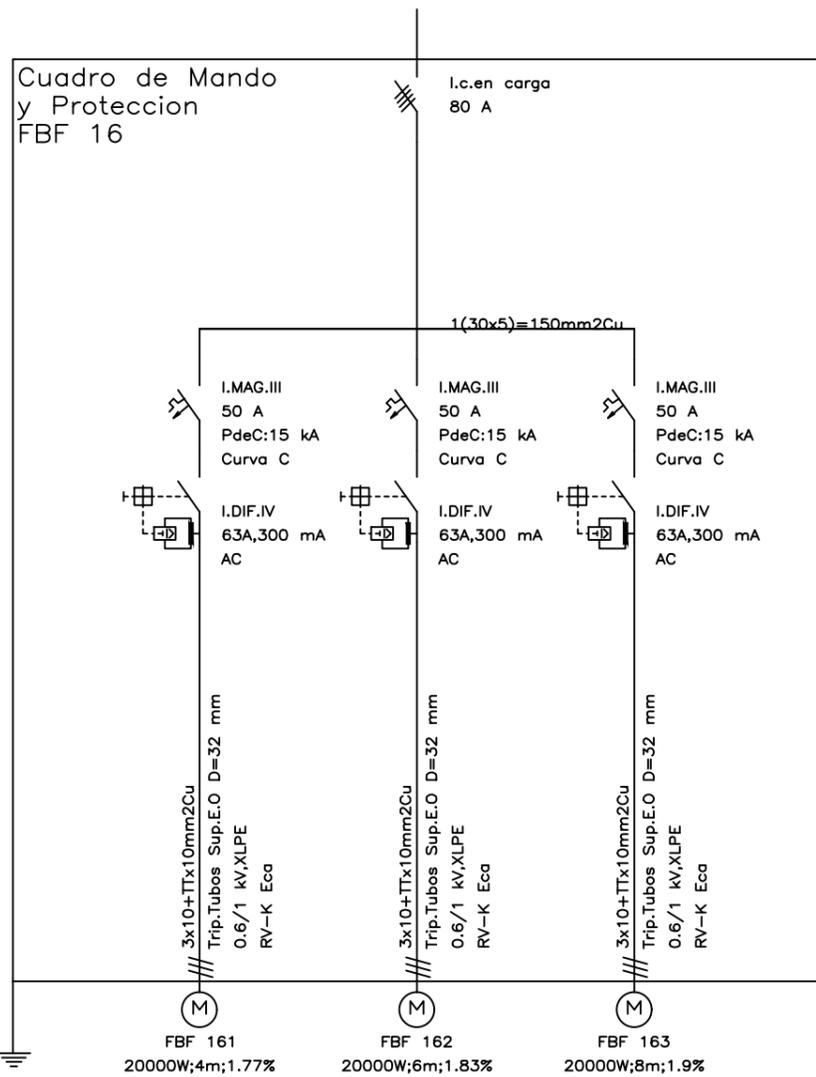


E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Cuadro general de distribución de la línea del proceso de fabricación		Esquema N° 2 2

Cuadro de Mando y Protección
FBF 1

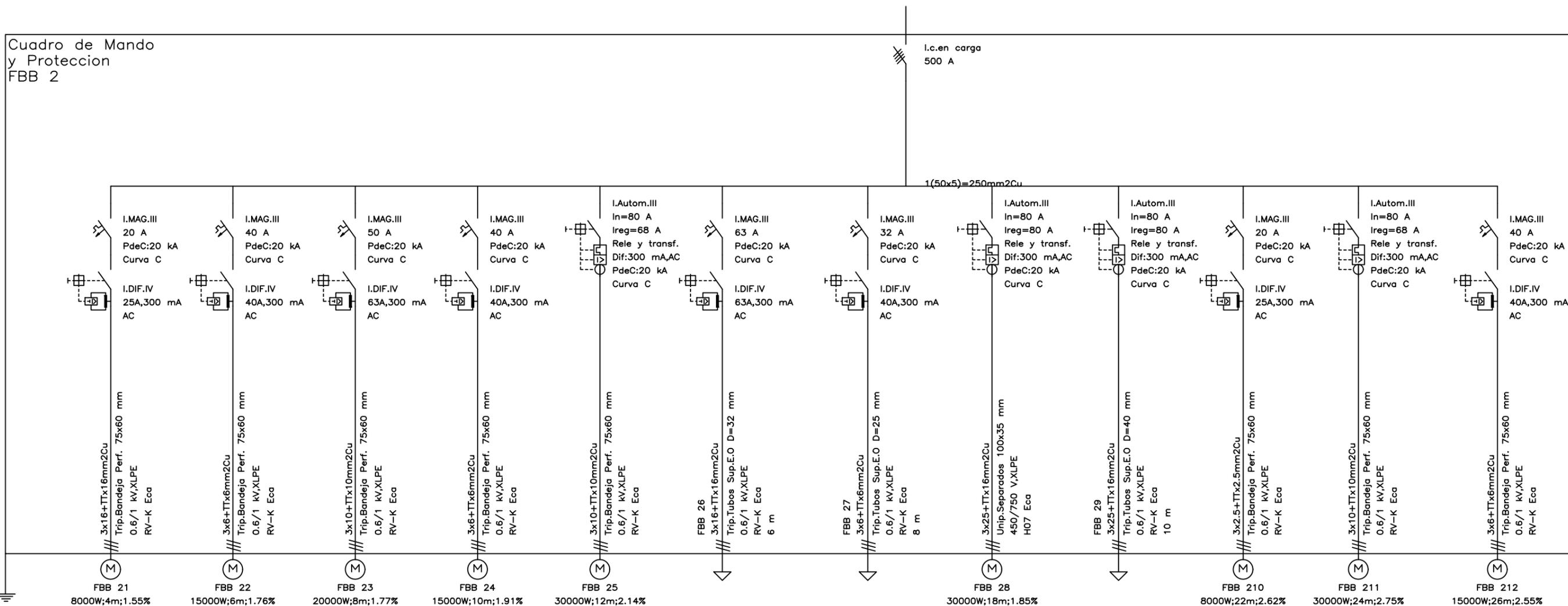


E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20 / 07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de fabricación de balones de fútbol		Esquema N° 2 3



E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro nivel 2: FBF 1 6, FBF 1 7 y FBF 1 9			Esquema N° 2 4

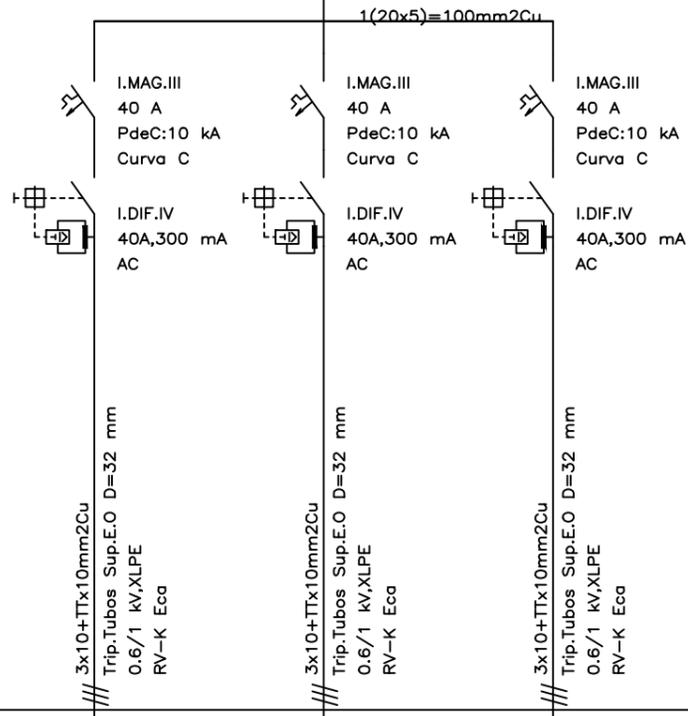
Cuadro de Mando
y Protección
FBB 2



E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de fabricación de balones de baloncesto		Esquema N° 2 5

Cuadro de Mando y Protección
FBB 26

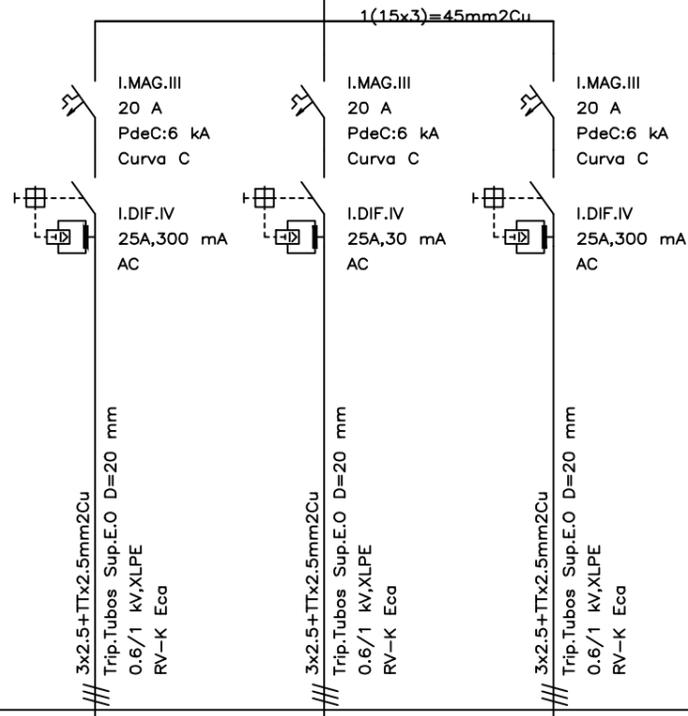
I.c.en carga
63 A



FBB 261 15000W;4m;1.76%
FBB 262 15000W;6m;1.81%
FBB 263 15000W;8m;1.86%

Cuadro de Mando y Protección
FBB 27

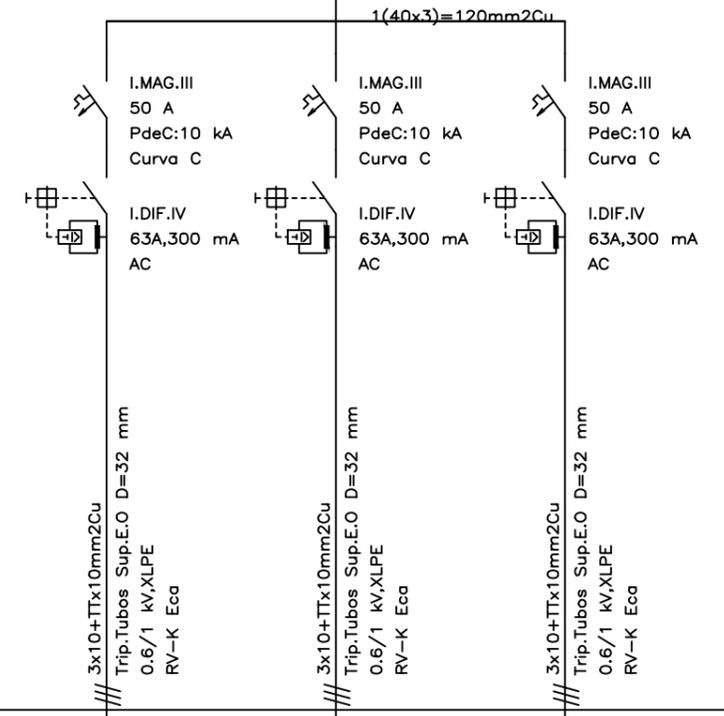
I.c.en carga
32 A



FBB 271 8000W;4m;2.01%
FBB 272 8000W;6m;2.11%
FBB 273 8000W;8m;2.22%

Cuadro de Mando y Protección
FBB 29

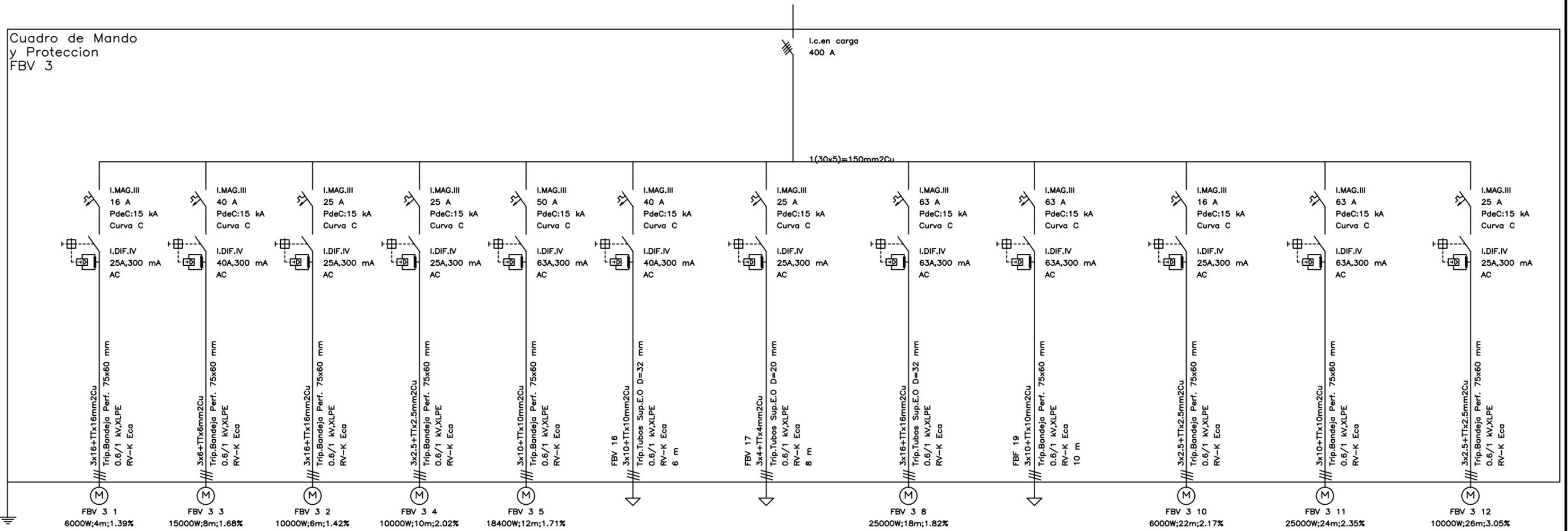
I.c.en carga
80 A



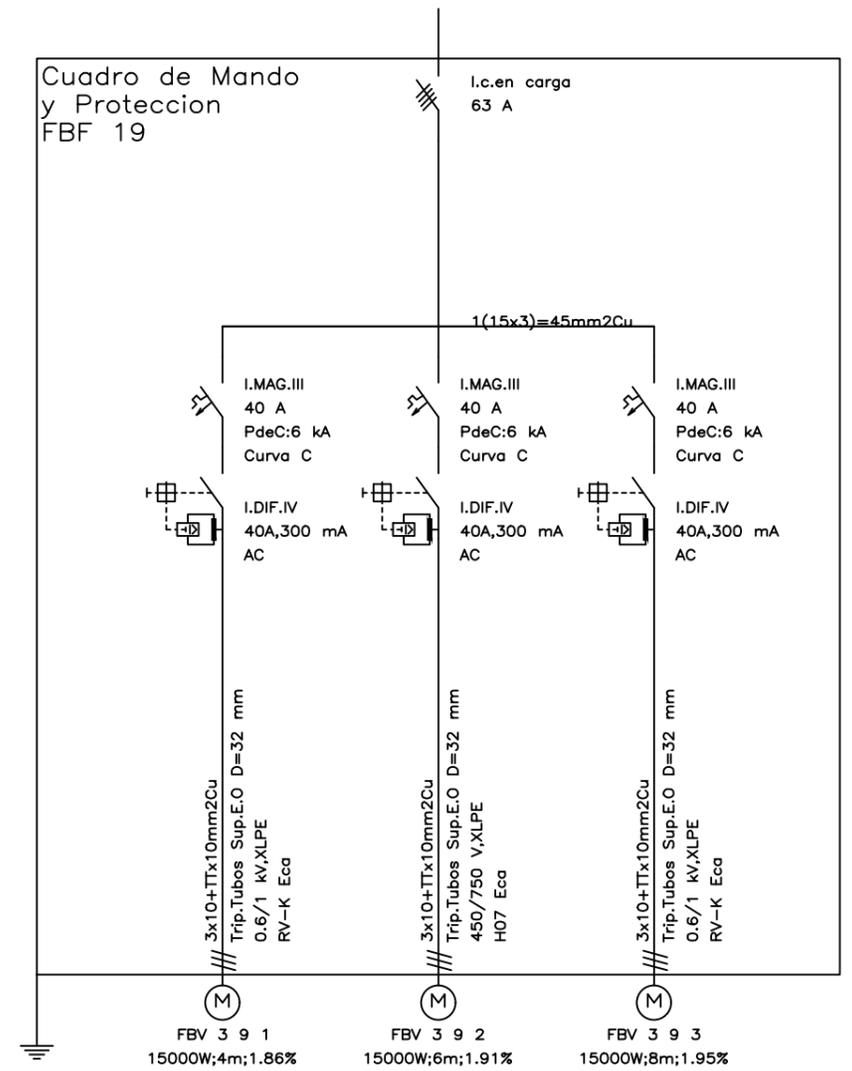
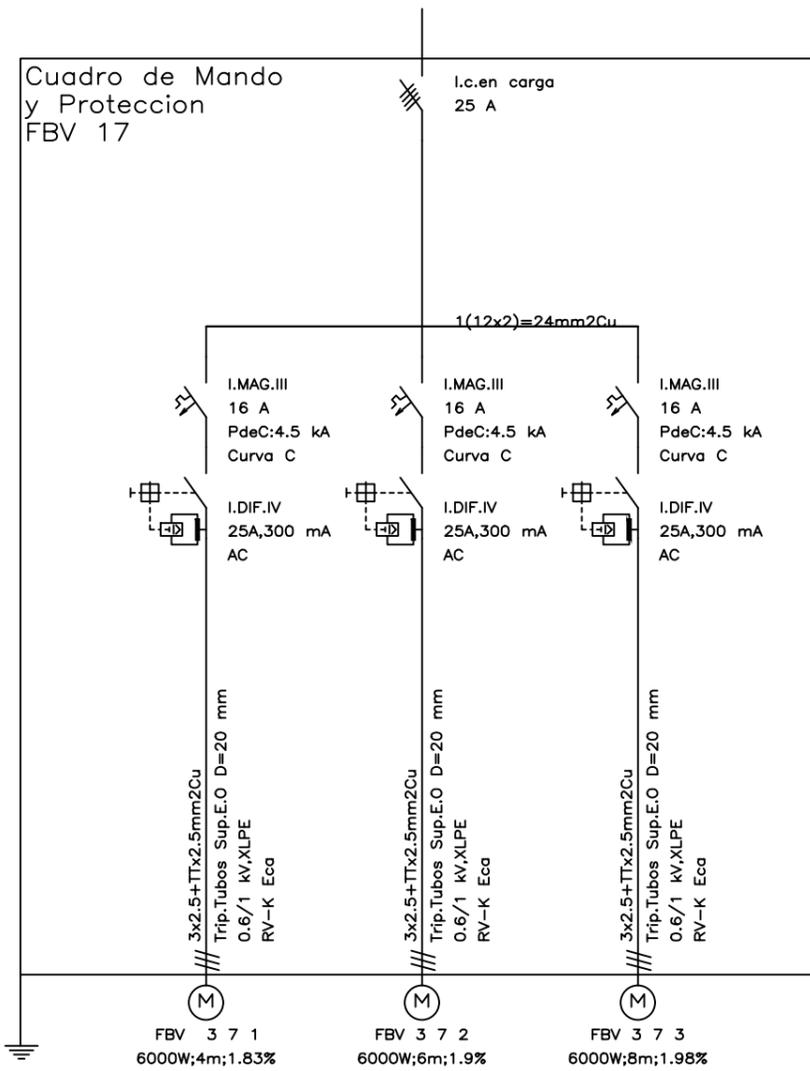
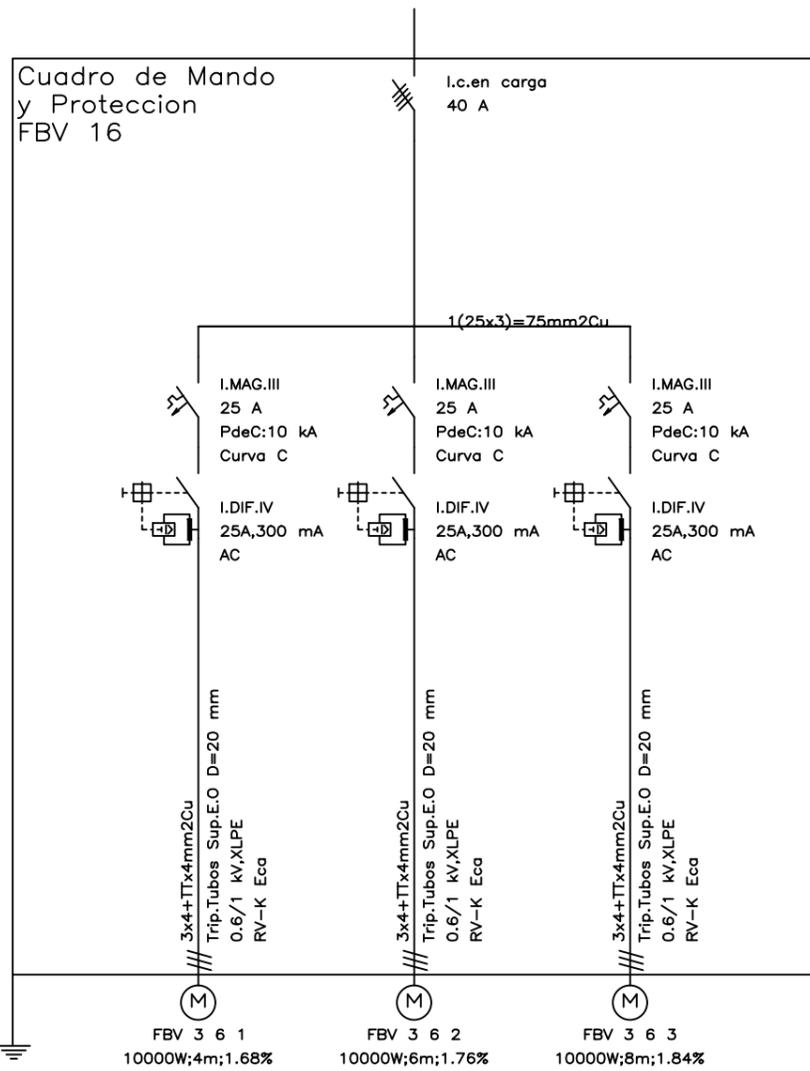
FBB 291 20000W;4m;1.86%
FBB 292 20000W;6m;1.93%
FBB 293 20000W;8m;2%

E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro nivel 2: FBB 1 6, FBB 1 7 y FBB 1 9			Esquema N° 2 6

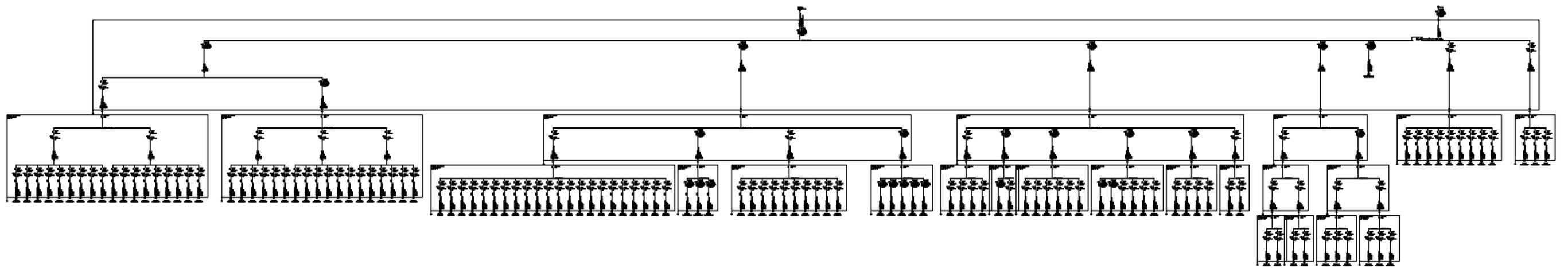
Cuadro de Mando
y Protección
FBV 3



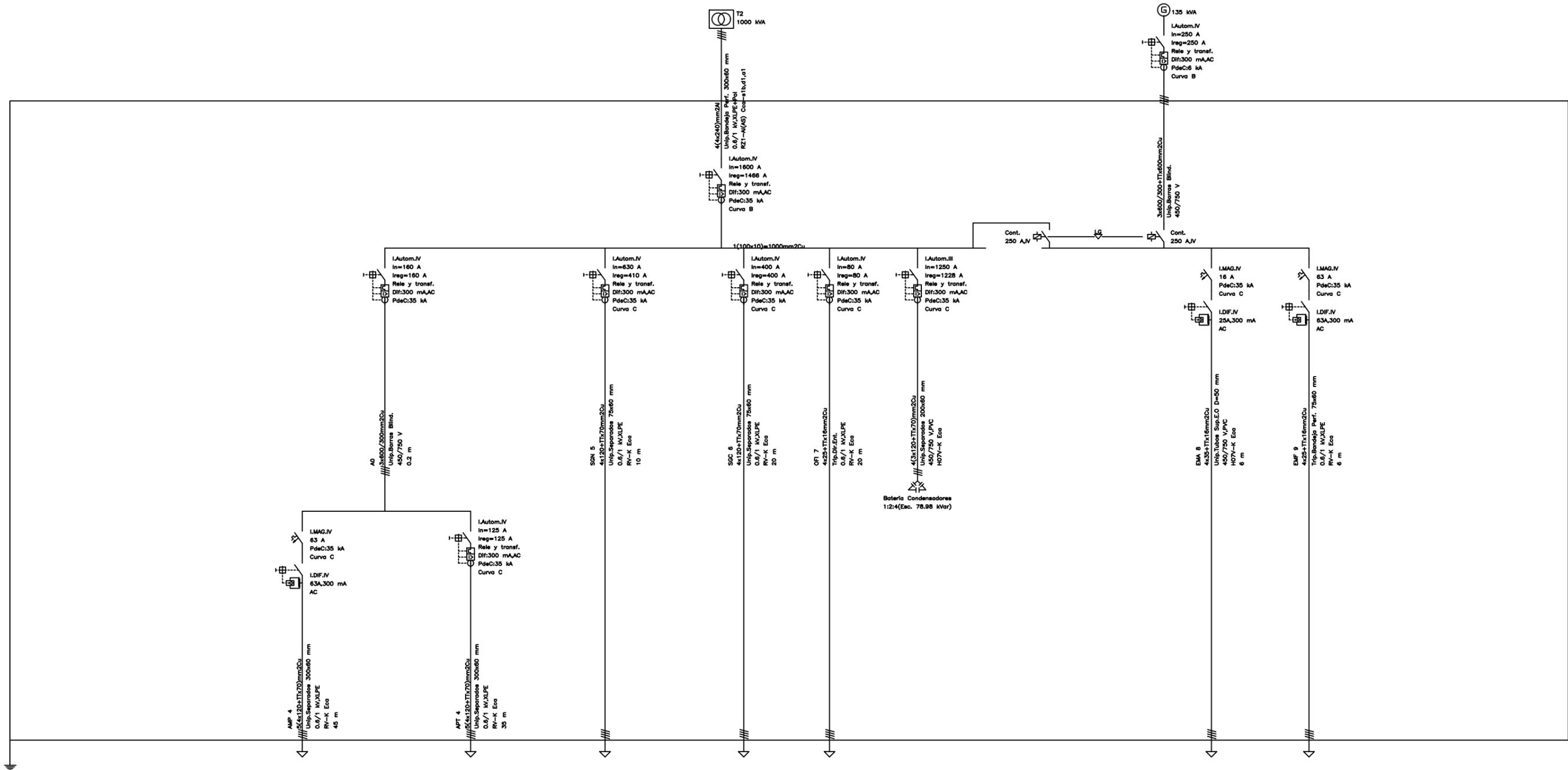
E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de fabricación de balones de voleibol			Esquema N° 2 7



E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro nivel 2: FBV 1 6, FBV 1 7 y FBV 1 9			Esquema N° 2 8

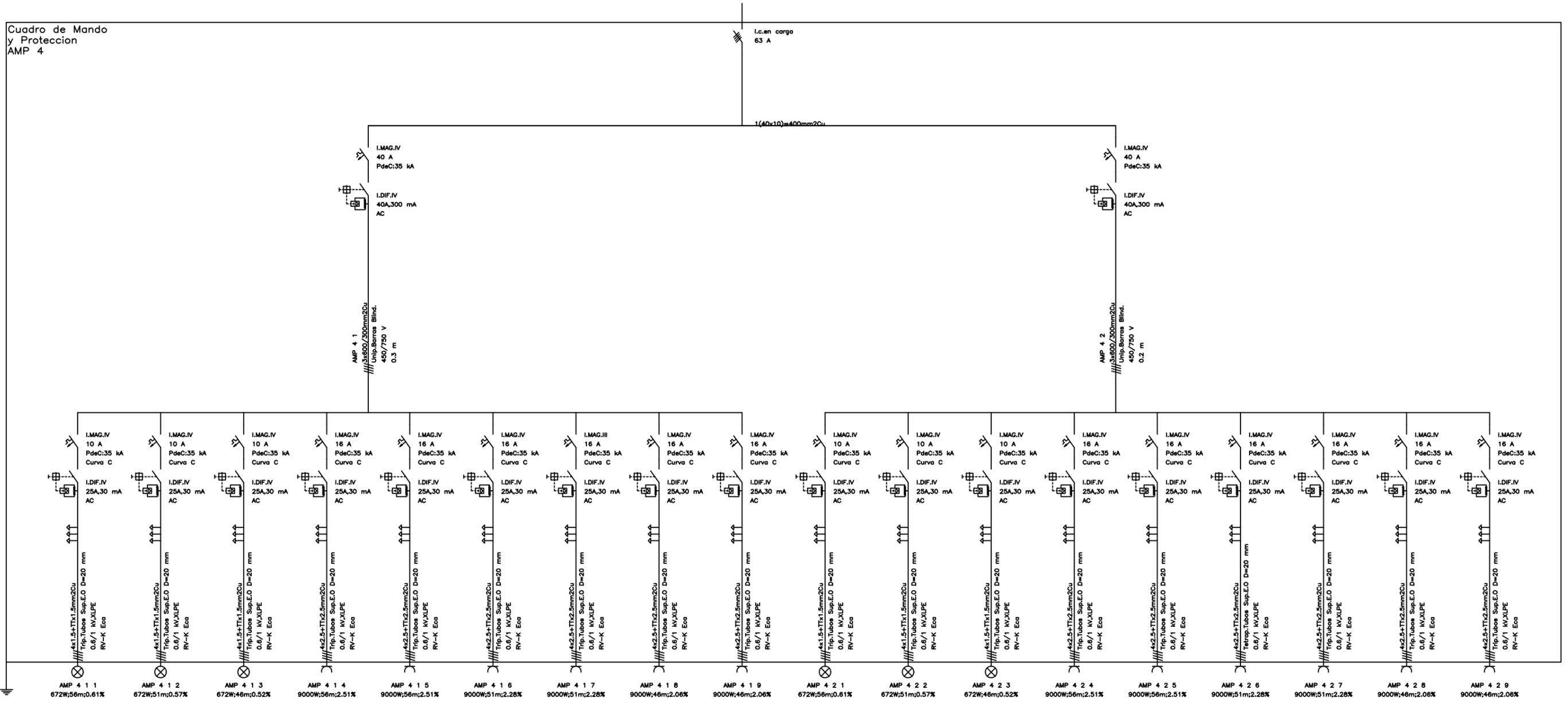


E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Línea de servicios generales			Esquema N° 3 1



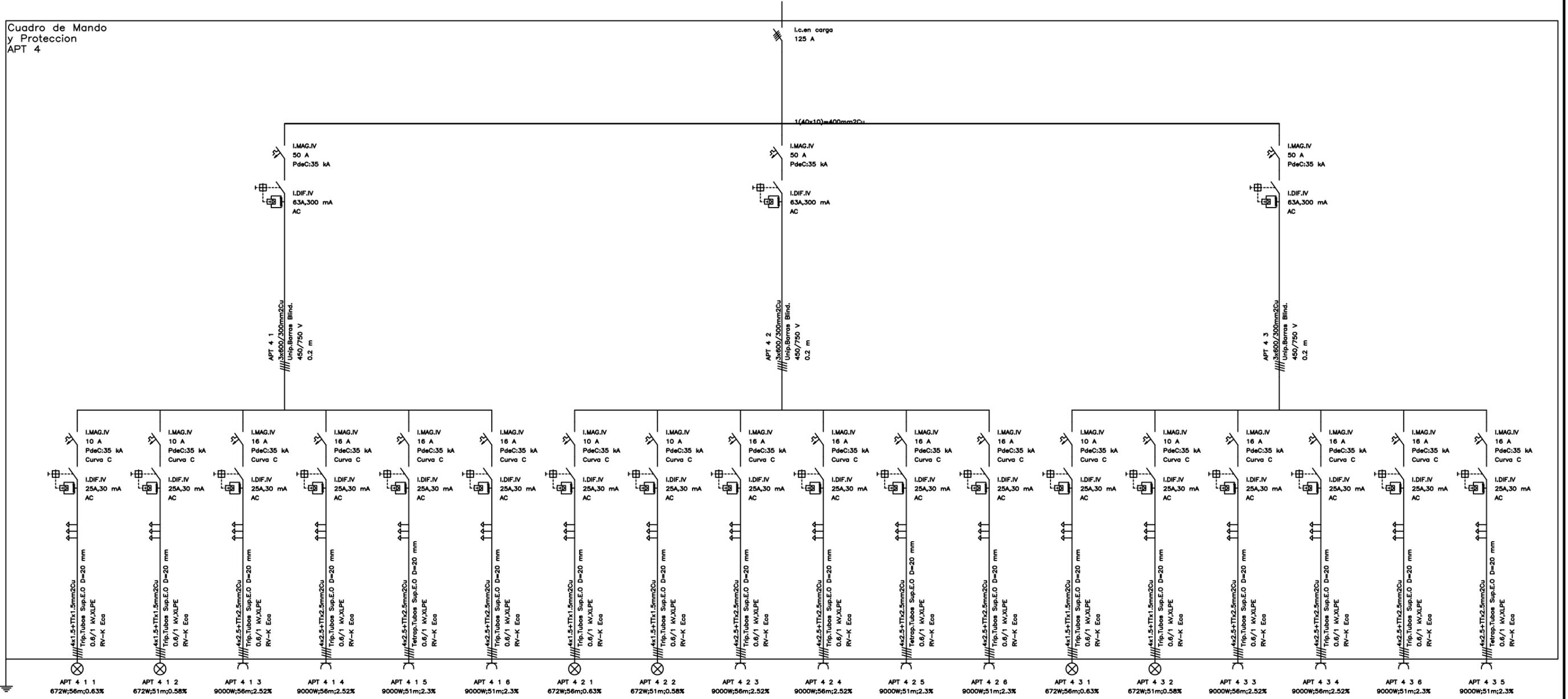
E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Cuadro general de distribución de la línea de servicios generales			Esquema N° 3 2

Cuadro de Mando y Protección
AMP 4



E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de los almacenes de materia prima		Esquema N° 3 3

Cuadro de Mando y Protección
APT 4

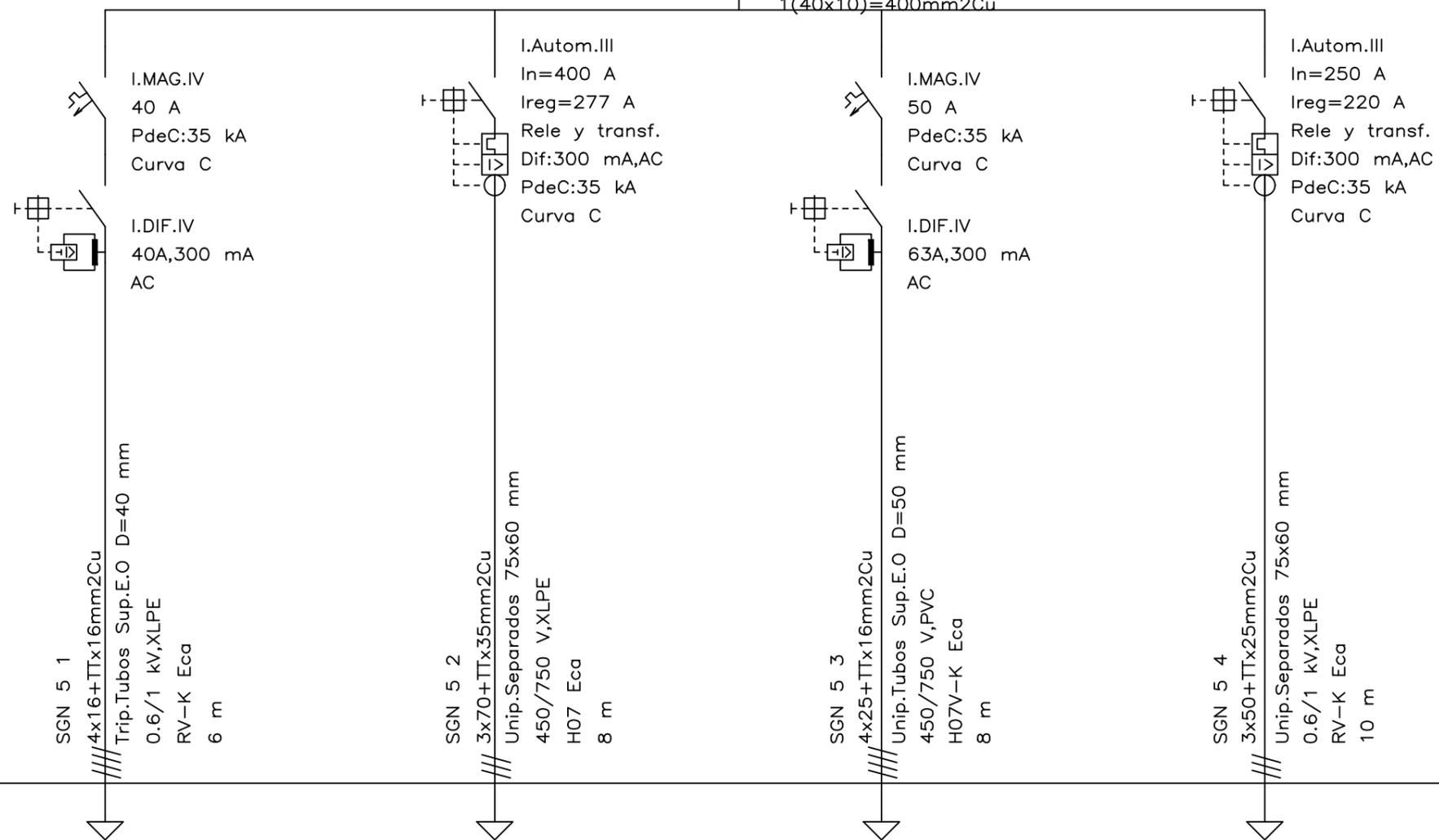


E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de los almacenes de producto terminado		Esquema N° 3 4

Cuadro de Mando
y Proteccion
SGN 5

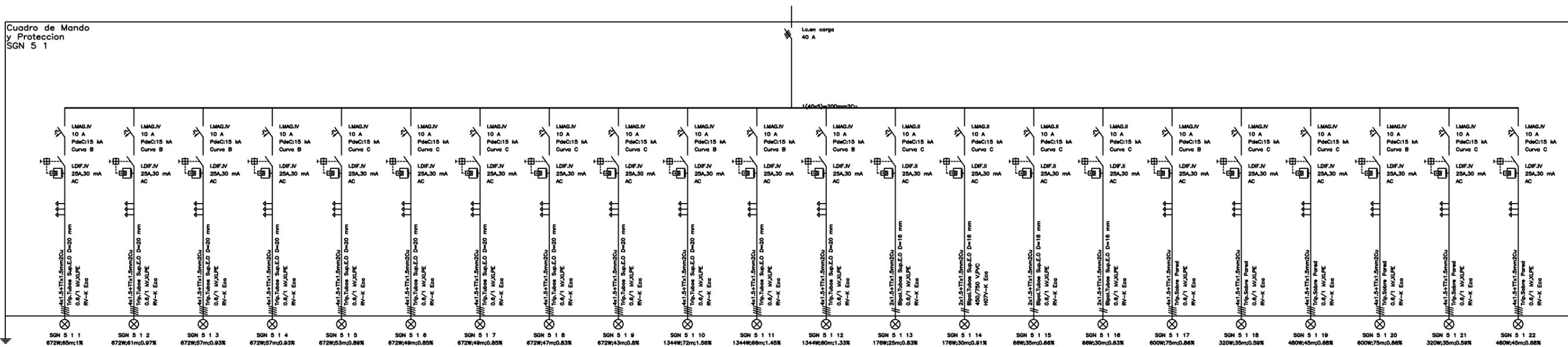
I.c.en carga
500 A

1(40x10)=400mm²Cu

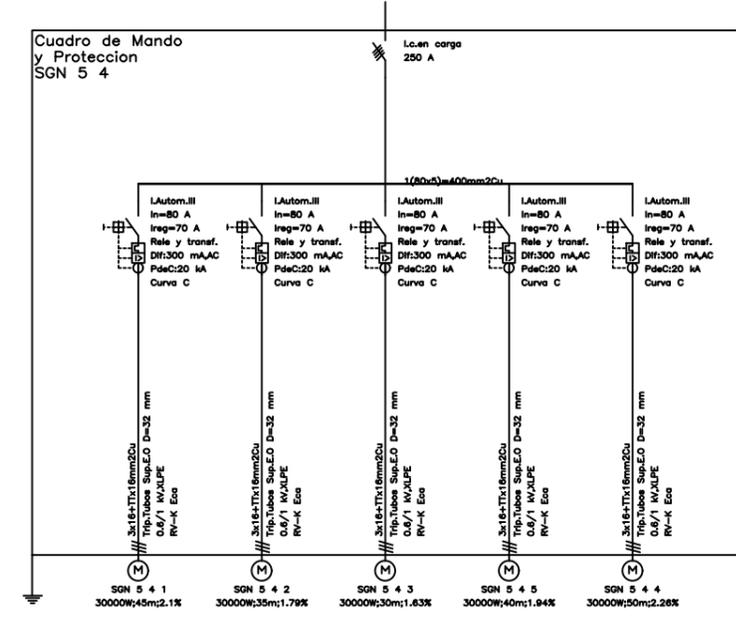
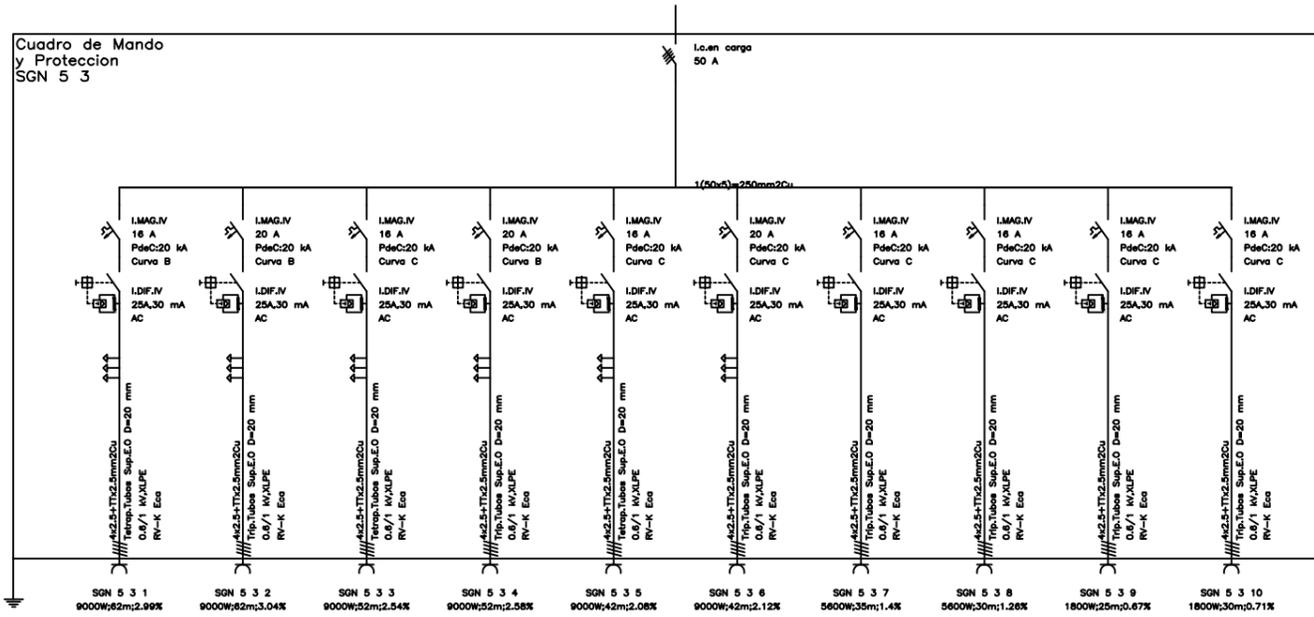
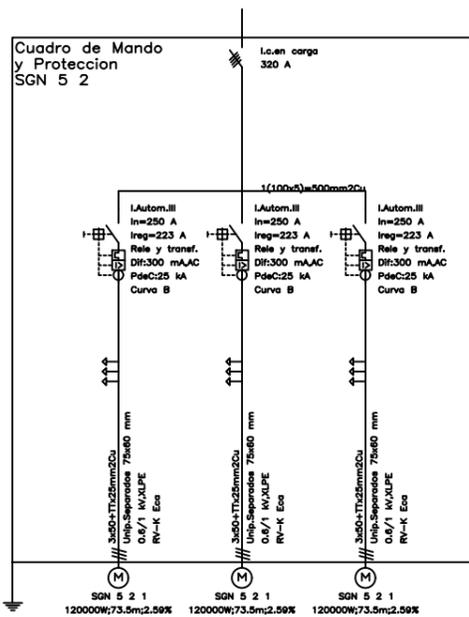


E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/08/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de los servicios generales de la nave			Esquema N° 3 5

Cuadro de Mando y Protección SGN 5 1

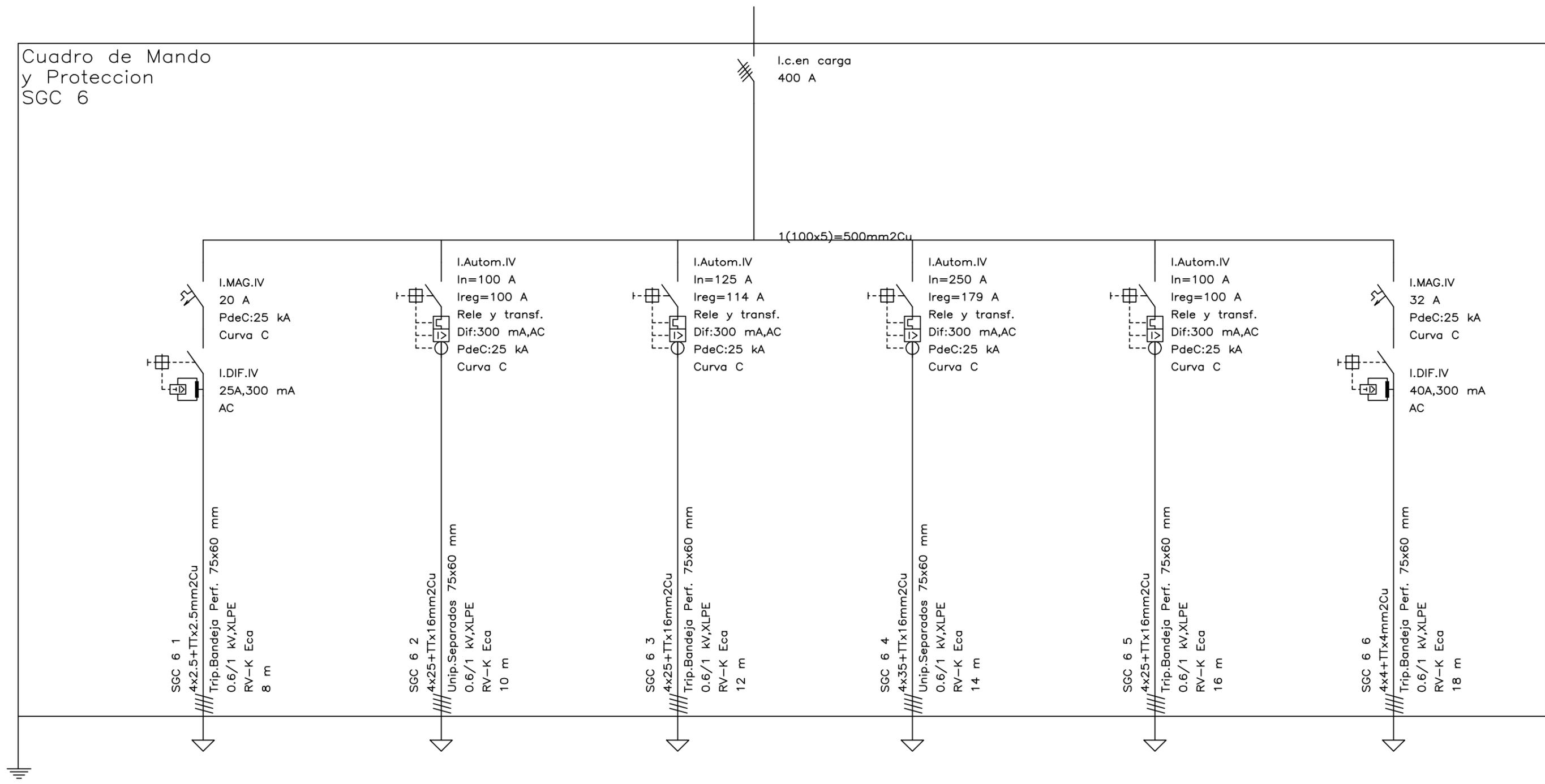


E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Subcuadro de nivel 2 de la línea de los alumbrados de la nave		Esquema N° 3 6

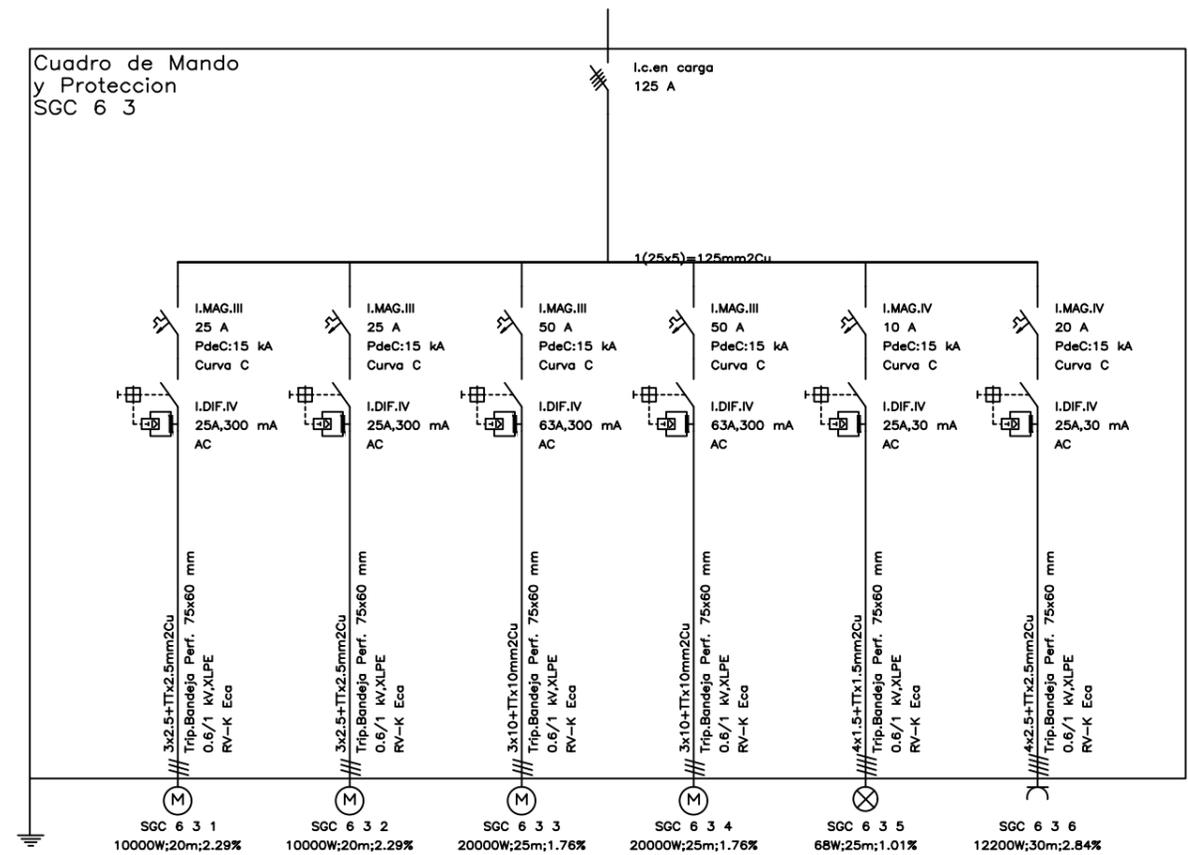
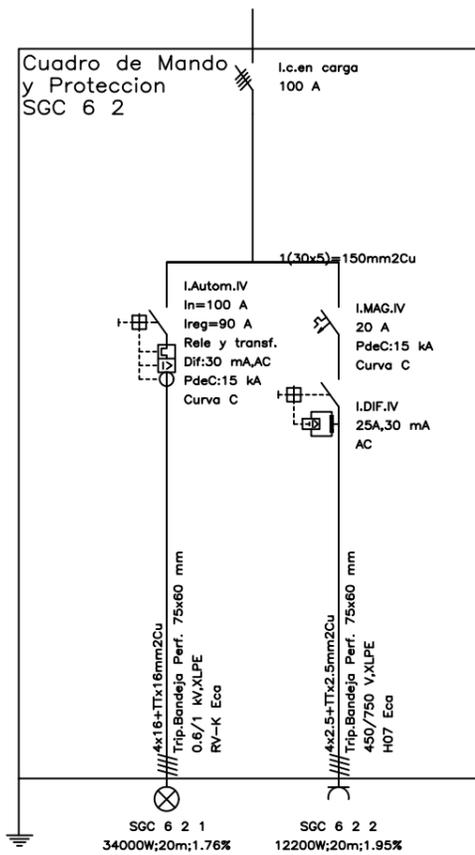
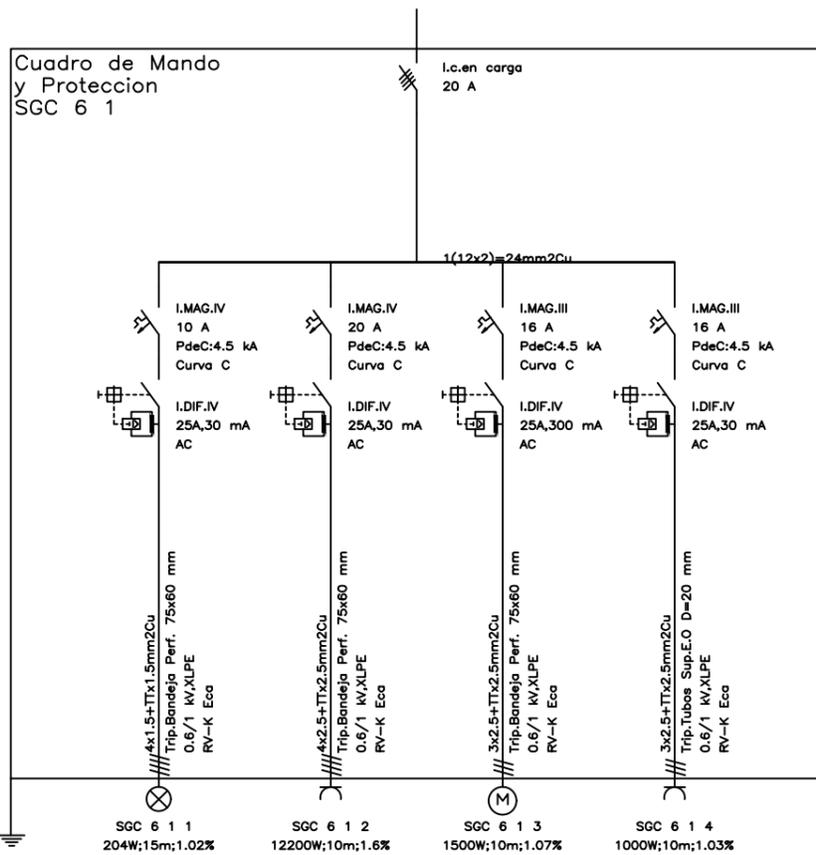


E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Subcuadro de nivel 2 de las líneas: SGN 5 2, SGN 5 3 y SGN 5 4		Esquema N° 3 7

Cuadro de Mando
y Protección
SGC 6

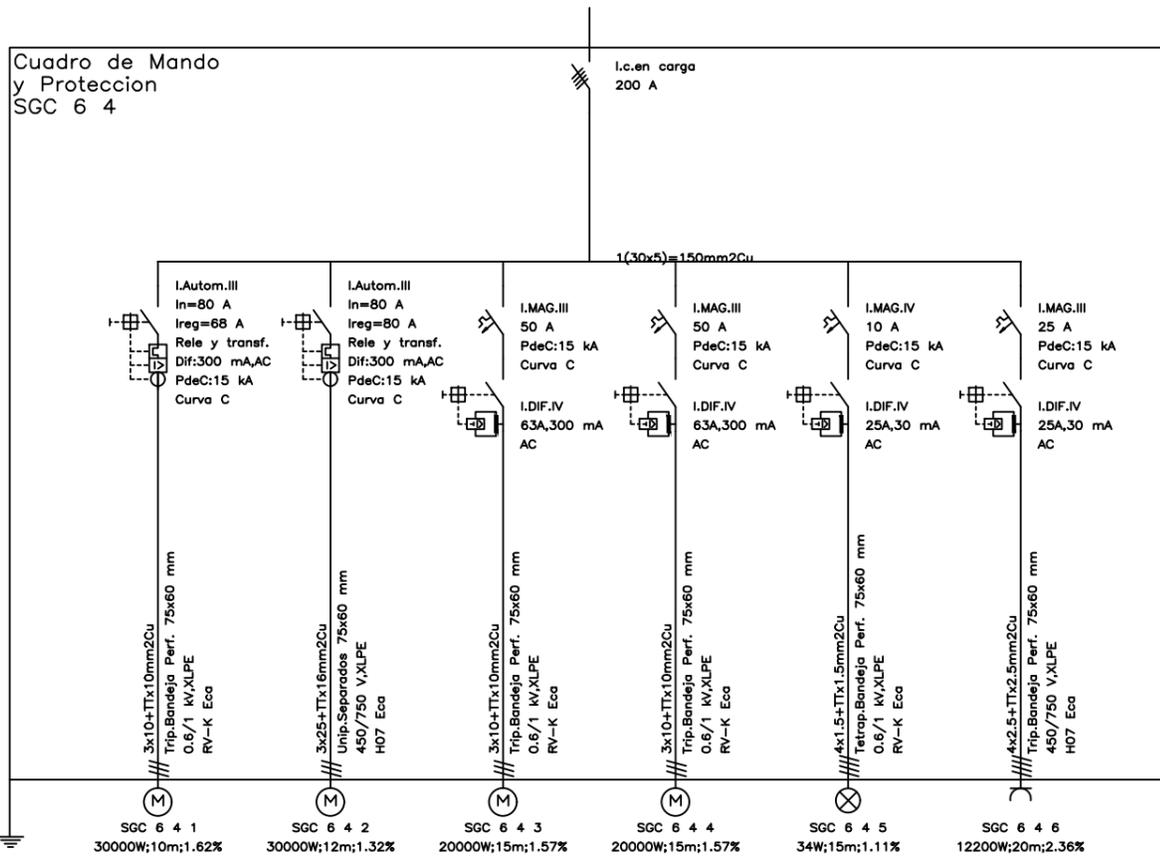


E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de los servicios generales centrales			Plano N° 3 8

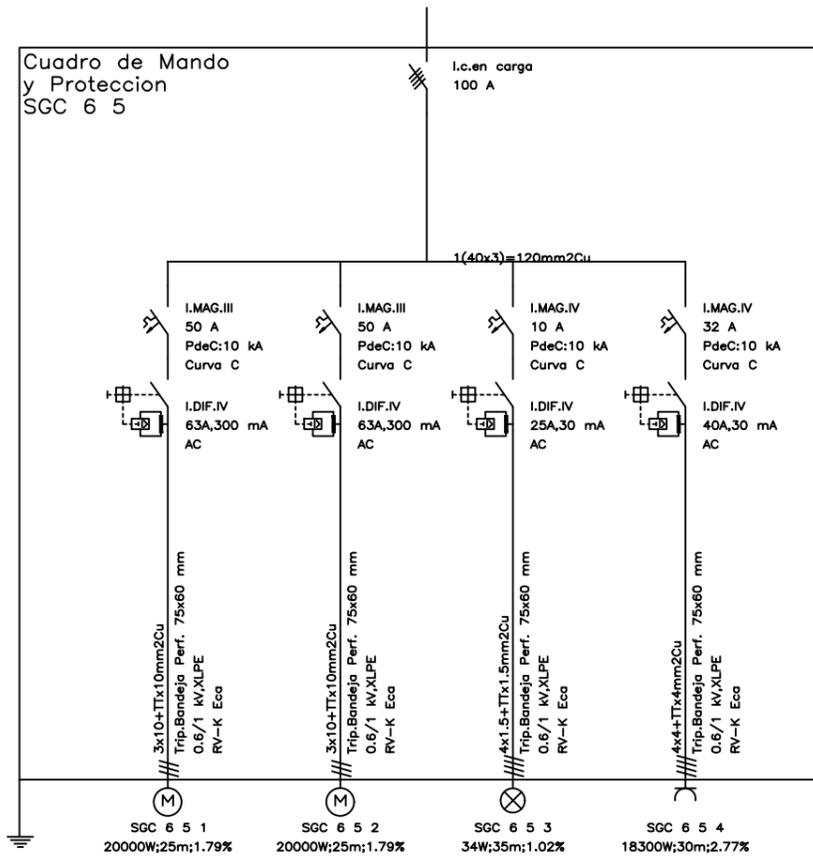


E.P.S.	Fecha	Nombre	
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias	
Escala	Subcuadro de nivel 2 de la líneas: SGC 6 1, SGC 6 2 y SGC 6 3		Esquema N° 3 9

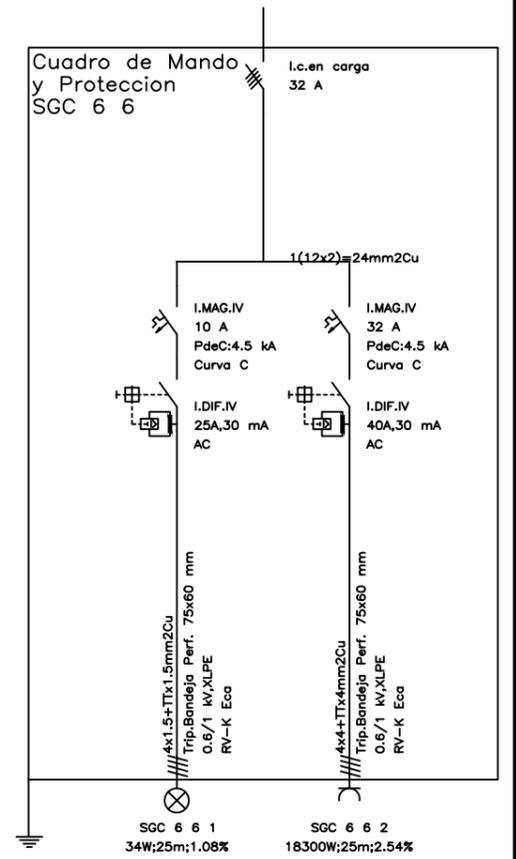
Cuadro de Mando y Protección SGC 6 4



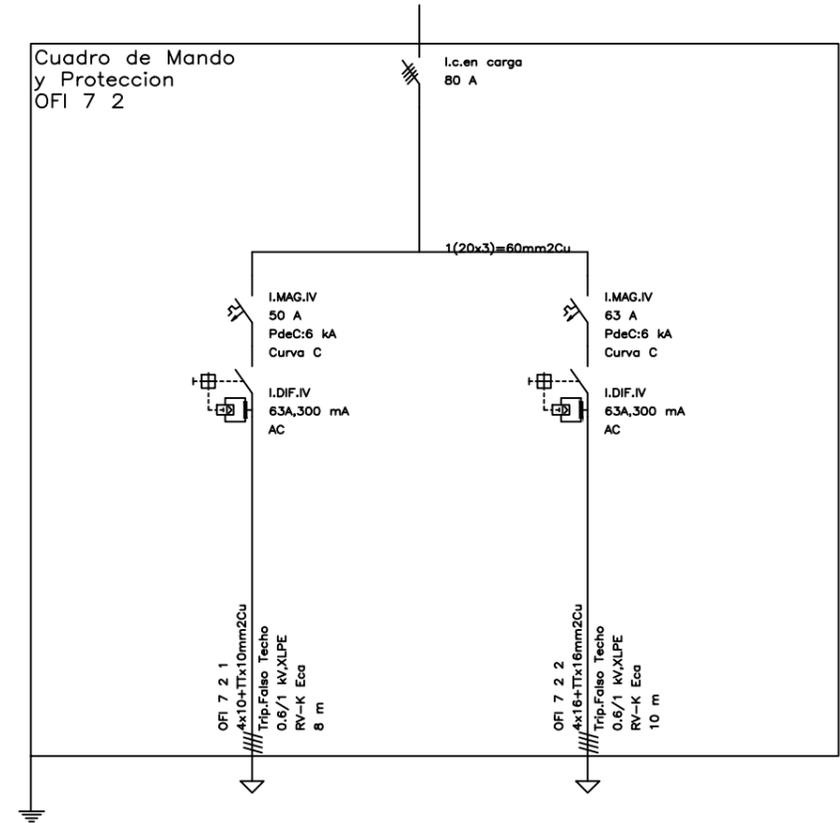
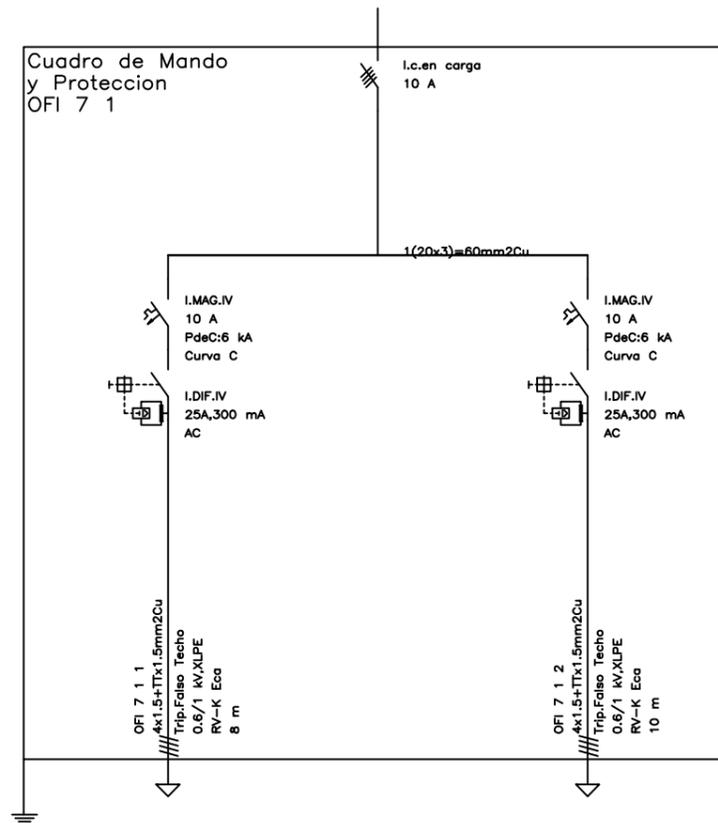
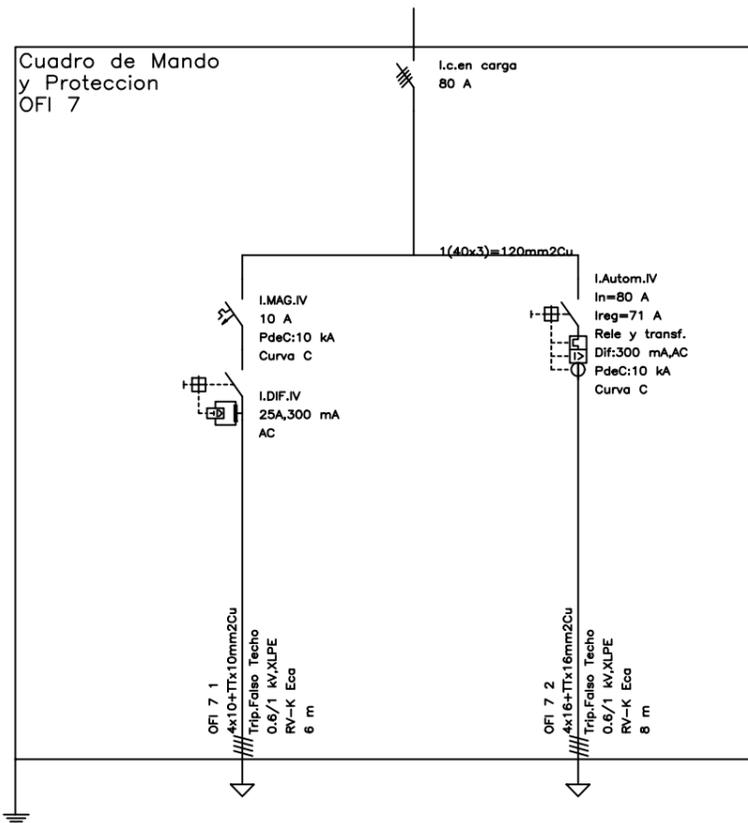
Cuadro de Mando y Protección SGC 6 5



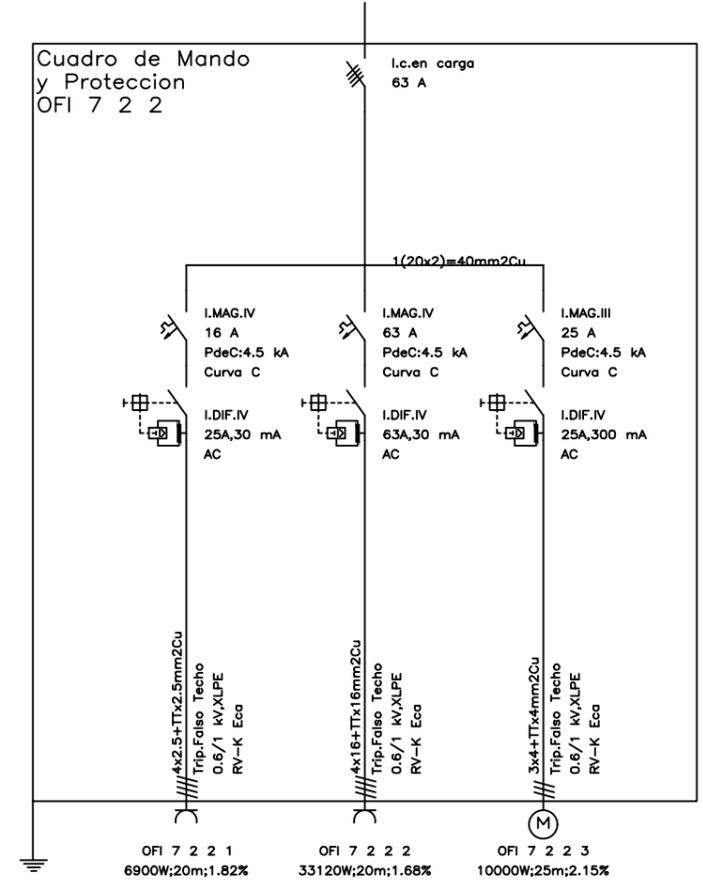
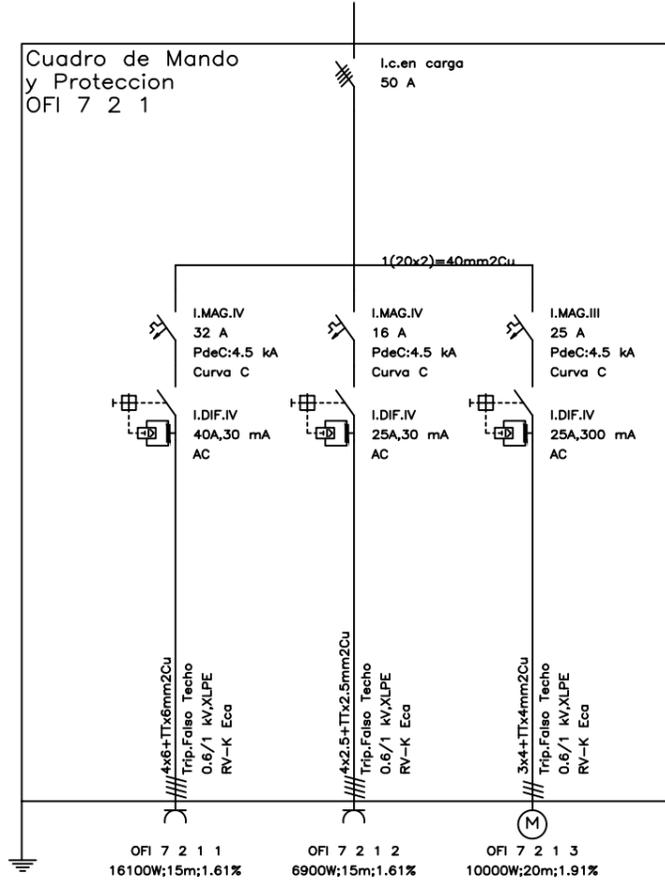
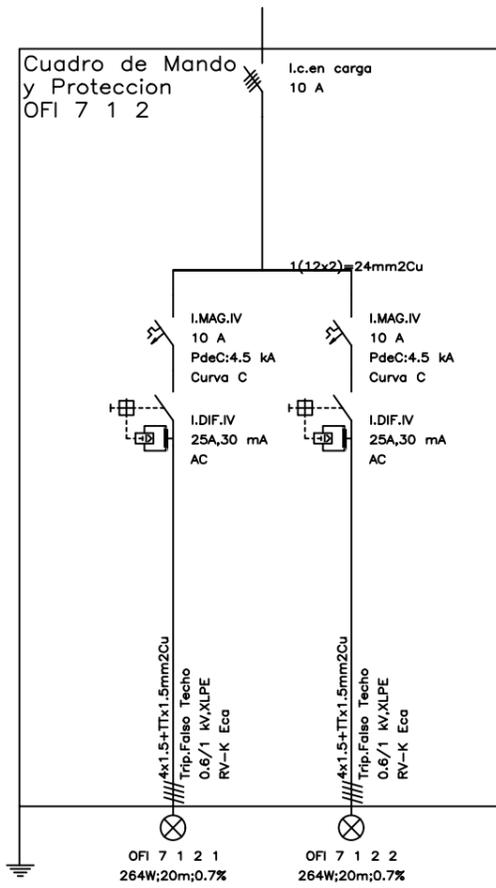
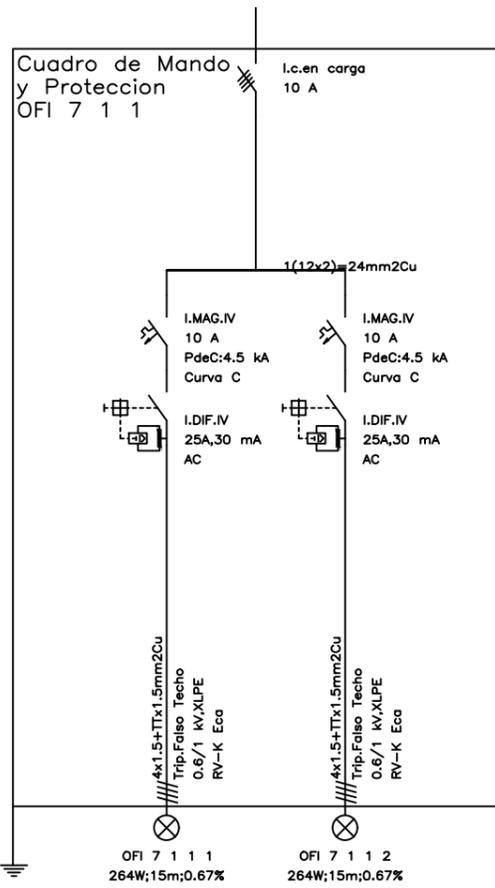
Cuadro de Mando y Protección SGC 6 6



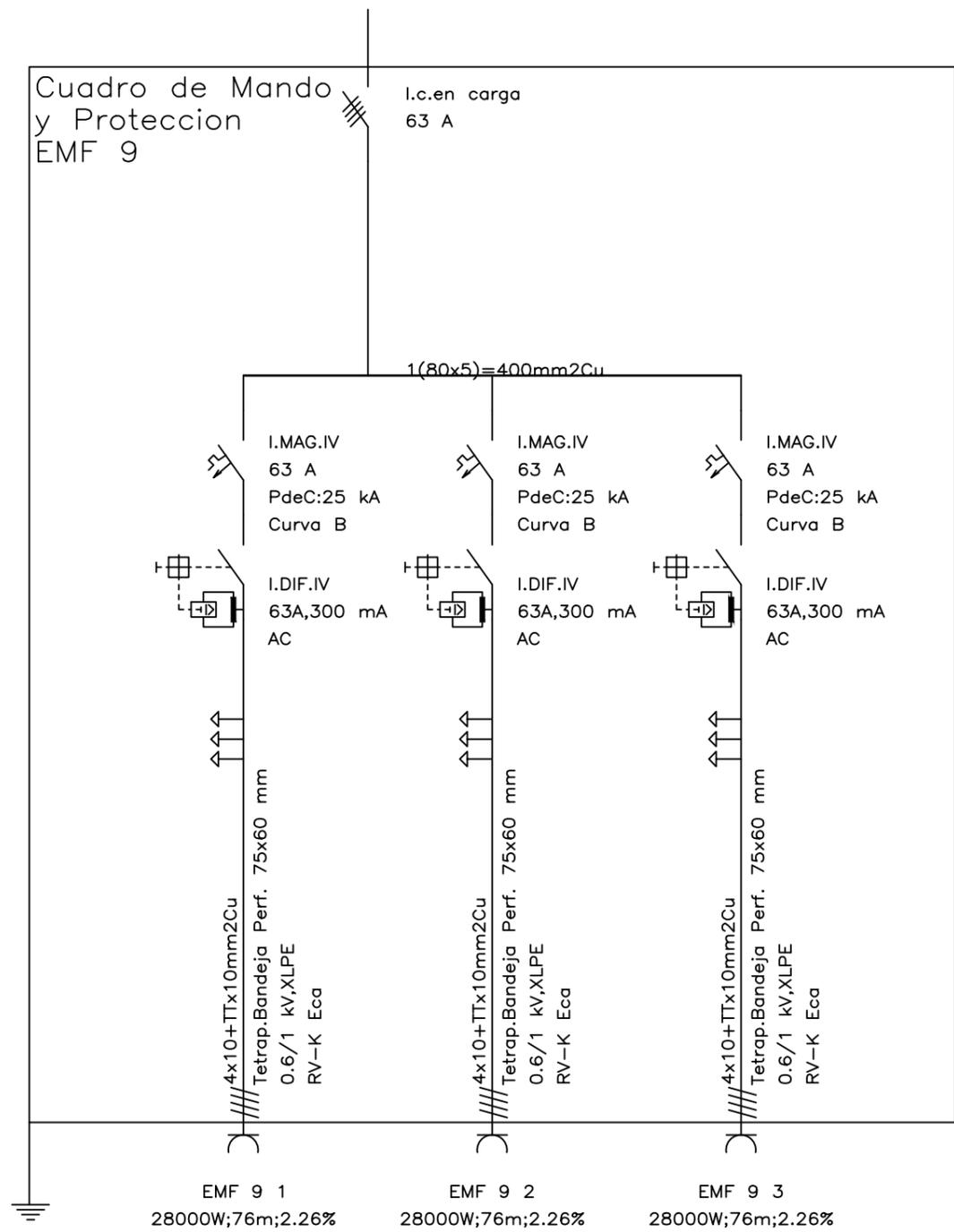
E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro de nivel 2 de la líneas: SGC 6 4, SGC 6 5 y SGC 6 6			Esquema N° 3 10



E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de las oficinas y los subcuadros de nivel 2: OFI 7 1 y OFI 7 2			Esquema N° 3 11



E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro de nivel 3 de la líneas: OFI 7 1 1, OFI 7 1 2, OFI 7 2 1 y OFI 7 2 2			Esquema N° 3 12



E.P.S.	Fecha	Nombre		
Dibujado	20/07/18	Javier Bernal Iglesias		
Escala	Subcuadro de nivel 1 de la línea de la fuerza de emergencia			Esquema N° 3 14