



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

CÁLCULO Y CONTROL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE UNA INDUSTRIA PARA LA FABRICACIÓN DE PELLETS

Alumno: Juan José Martínez Torres

Tutor: Prof. D. Manuel Ortega Armenteros
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Febrero 2015

ÍNDICE GENERAL.

1.	MEMORIA.....	2
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	75
3.	PLANOS.....	212
4.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	213
5.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	263

1. MEMORIA

1.1. Objeto.	6
1.2. Antecedentes.	6
1.3. Emplazamiento y actividad.	6
1.3.1. Emplazamiento.	6
1.3.2. Descripción de la instalación.	7
1.3.3. Proceso productivo.	7
1.4. Normativa de aplicación.	8
1.5. Descripción general del Recinto Industrial.	9
1.6. Línea subterránea de Media Tensión.	10
1.6.1. Objeto.	10
1.6.2. Características de la instalación.	11
1.6.2.1. Localización y trazado de la línea.	11
1.6.2.2. Compañía suministradora.	11
1.6.3. Descripción de la instalación.	12
1.6.4. Características de los materiales.	12
1.6.4.1. Cables.	13
1.6.5. Canalizaciones.	15
1.6.5.1. Características del trazado.	16
1.6.5.2. Puntos de acceso a la red.	16
1.6.5.3. Cintas de señalización de peligro.	17
1.6.6. Cruzamientos.	17
1.6.7. Paralelismos.	19
1.6.8. Conexión a la red subterránea de M.T.	21
1.6.9. Dispositivos de seccionamiento y sistemas de protección.	21
1.6.9.1. Sistemas de protección.	21
1.6.9.2. Empalmes y terminaciones.	21
1.6.10. Puesta a tierra.	22
1.7. Centro de Transformación.	24
1.7.1. Descripción de la instalación.	24
1.7.2. Localización y accesos.	24
1.7.3. Local.	25
1.7.4. Características del Centro Compacto.	25
1.7.4.1. Componentes principales del Centro Compacto.	27

1.7.5. Instalación eléctrica.....	28
1.7.5.1. Características de la Red de Alimentación.....	28
1.7.5.2. Características de la apartamentada de Media Tensión.....	29
1.7.5.2.1. Características de las Celdas RM6	29
1.7.5.2.2. Características de las Celdas SM6.....	29
1.7.5.2.3. Características del material de Media Tensión.....	30
1.7.6. Configuración del Centro de Transformación.	31
1.7.7. Transformador.	34
1.7.8. Medida de la energía eléctrica.	35
1.7.9. Puesta a tierra.....	35
1.7.9.1. Tierra de protección.	35
1.7.9.2. Tierra de servicio.....	36
1.7.9.3. Tierras interiores.	36
1.7.10. Instalaciones Secundarias.	36
1.8. Instalación eléctrica de Baja Tensión.....	37
1.8.1. Suministro de energía eléctrica.....	37
1.8.2. Esquema de distribución.....	37
1.8.3. Instalación de enlace.	38
1.8.3.1. Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.....	38
1.8.3.1.1. Unidad funcional de Control.....	39
1.8.3.1.2. Unidad funcional de Seccionamiento.	39
1.8.3.1.3. Unidad funcional de embarrado.	39
1.8.3.1.4. Unidad funcional de Protección.....	40
1.8.3.1.5. Características eléctricas.	40
1.8.3.1.6. Fusibles Cuadro Baja Tensión.	41
1.8.3.2. Caja general de protección.	42
1.8.3.3. Derivación Individual.....	43
1.8.3.4. Cuadro General de Baja Tensión.....	43
1.8.4. Instalación Interior.....	44
1.8.4.1. Cuadro General de distribución.....	44
1.8.4.2. Conductores.....	45
1.8.4.3. Subdivisión de las Instalaciones.....	46
1.8.4.4. Equilibrado de cargas.	47
1.8.4.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	47
1.8.4.6. Conexiones.	47
1.8.5. Sistema de Instalación.....	48

1.8.5.1. Prescripciones Generales.	48
1.8.5.2. Soluciones adoptadas.	48
1.8.5.3. Características principales de los sistemas de instalación.	50
1.8.5.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.	50
1.8.5.3.2. Conductores aislados enterrados bajo tubo.	53
1.8.5.3.3. Conductores aislados sobre bandeja perforada	53
1.8.6. Protecciones.	53
1.8.6.1. Protección contra sobreintensidades.	53
1.8.6.2. Protección contra sobretensiones.	54
1.8.6.2.1. Categorías de las sobretensiones.	54
1.8.6.2.2. Medidas para el control de las sobretensiones.	55
1.8.6.3. Protección contra cortocircuitos.	56
1.8.6.4. Protección contra contactos directos.	58
1.8.6.5. Protección contra contactos indirectos.	59
1.8.7. Puesta a tierra.	59
1.8.7.1. Uniones a Tierra.	60
1.8.7.2. Conductores de equipotencialidad.	63
1.8.7.3. Resistencia de las tomas de Tierra.	63
1.8.7.4. Tomas de Tierra independientes.	63
1.8.7.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación	63
1.8.7.6. Revisión de las tomas de tierra.	64
1.8.8. Receptores motor.	65
1.8.8.1. Resumen receptores a motor.	66
1.8.9. Receptores de alumbrado.	66
1.8.9.1. Resumen receptores alumbrado.	67
1.8.9.1.1. Nave Industrial.	67
1.8.9.1.2. Edificio Oficinas.	68
1.8.9.1.3. Alumbrado exterior.	69
1.8.9.2. Alumbrado de emergencia.	69
1.8.10. Corrección del factor de potencia.	69
1.9. Automatización y control del proceso.	71
1.9.1. Objetivo.	71
1.9.2. PLC S-7 300.	71
1.9.3. Variables.	72
1.9.3.1. Variables físicas.	72

1.9.3.2. Variables internas del programa.....	72
1.9.4. Estructura del programa de automatización.	73
1.9.5. Sistema SCADA.....	74
1.9.6. Simulación.	74

1. MEMORIA.

1.1. Objeto.

El objeto del presente proyecto es el diseño y cálculo de la instalación eléctrica de una planta de producción de pellets de madera. La citada instalación está compuesta por la línea de MT que alimenta el Centro de Transformación desde el que se suministra la energía eléctrica a los receptores de la planta industrial mediante la red de distribución en Baja Tensión.

A su vez, se pretende exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

1.2. Antecedentes.

La empresa PELLETS ANDALUCIA S.A. tiene el objetivo de ampliar su actividad industrial con la apertura de una nueva planta industrial para producción de pellets a partir de los orujos y desechos de la actividad agrícola del olivar.

Para dicho propósito adquiere un terreno en el que se edifica una nave industrial en la que se llevará a cabo la actividad. Dicha nave se encuentra en el Polígono Industrial Iznamontes de la localidad de Iznalloz (Granada). Por la situación favorable en la que se encuentra el Polígono respecto a las vías de comunicación como la Autovía A-44 que facilitan la recepción y distribución de producto y la cercanía de varias Cooperativas que suministran de materia prima a la industria, se ha escogido dicha ubicación para el desarrollo de la actividad industrial.

1.3. Emplazamiento y actividad.

1.3.1. Emplazamiento.

La nave industrial está situada en el término municipal de Iznalloz (Granada) en las inmediaciones de la autovía A-44 como se puede apreciar en el plano de situación adjunto.

1.3.2. Descripción de la instalación.

El ámbito de aplicación del proyecto se centra en la totalidad de la instalación eléctrica de la nave industrial así como el cálculo y diseño de sus instalaciones.

El proyecto de instalación de la nave abarca las siguientes partes:

- Cálculo y diseño de la línea subterránea de M. T. de 20kV que suministrará la energía necesaria a la instalación industrial.
- Cálculo y diseño del Centro de Transformación.
- Cálculo y diseño de la instalación eléctrica interior de Baja Tensión.
- Automatización y Control del proceso productivo.

1.3.3. Proceso productivo.

La actividad industrial que nos ocupa se centra en la producción de pellets de madera a partir de los desechos producidos en el sector de la agricultura, en concreto se utilizarán los desechos que se generan en la producción del aceite.

El proceso productivo puede dividirse en tres etapas:

I. Secadero.

La materia prima recibida se descarga en las tres tolvas de recepción de producto. Por medio de un sistema de tornillos sinfín pasan a una tolva general.

El proceso de secado comienza vertiendo el material desde la tolva general al secadero tromel, donde el material es deshidratado a una temperatura de entre 100 y 200°C dependiendo de su grado de humedad.

Para ello se genera una corriente de aire caliente por medio de un VT.I a la salida del tromel. El calor necesario se genera en un horno quemador alimentado con hueso de aceituna seco.

La salida de gases se realiza a través de una chimenea dispuesta a la salida del secadero, así como un sistema para la recolección de cenizas.

Una vez secado el producto puede ser almacenado en los silos de producto intermedio o bien pasar directamente a la segunda etapa del proceso productivo.

II. Molido/Tamizado.

En esta etapa el material se acondiciona para la granulación. Por medio de un molino de martillos se refina el material, quedando este con tamaño indicado para su procesamiento.

A la salida del molino el material pasa por un sistema de tamizado, con el objetivo de eliminar posibles partículas de tamaño no deseado, que serán devueltas al proceso de molienda por medio de un sistema de realimentación.

III. Granulado.

Por último, en la etapa de granulado el material es depositado en los silos pulmón que alimentan a las granuladoras.

Una vez que el material entra en la máquina granuladora es calentado previamente con vapor de agua en un mezclador, donde adquiere la temperatura óptima para ser procesado por la máquina y transformado en pellet.

A la salida de las granuladoras el pellet pasa por un ciclón donde es enfriado y mediante un V.T.I de succión se eliminan las partículas de tamaño no deseado y el polvo resultante.

A la salida del ciclón el producto final puede ser envasado directamente o ser almacenado en los silos de pellets para un posterior envasado o venta directa a granel.

1.4. Normativa de aplicación.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).

- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008).

- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en 16 Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- 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.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Instrucción 14 Octubre de 2004 de la Dirección general de Industria, Energía y minas sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental.

1.5. Descripción general del Recinto Industrial.

La nueva instalación será una nave industrial de 1596,4 m² de superficie útil total y una superficie construida de 1417,1 m². En el recinto Industrial también se alojará un edificio destinado a Oficinas cuya superficie total será de 131.62 m²

En cuanto a la altura, será de 8,5 m en la nave industrial y de 3,2 m en el edificio de Oficinas.

La nave estará situada en la parcela mencionada anteriormente, cuya superficie es de 5747,6 m².

La distribución de superficies se recoge en la siguiente tabla:

Recinto Industrial. Superficie total: 5747,6m²	
NAVE INDUSTRIAL	
Zona	Superficie (m²)
Producción	1056,7
Envasado/Almacenado	353,1
Sala de ventas	31,2
Almacén 1	19,5
Almacén 2	8,41
Sala recepción	28,33
Sala de cuadros	49,2
Sala de control	49,2
Aseos	4,28
Patio exterior	692,8
EDIFICIO OFICINAS	
Zona	Superficie (m²)
Hall	35,5
Recepción	16
Oficina 1	15,4
Oficina 2	15,4
Almacén	8,9
Laboratorio	15
Aseo 1	3,7
Aseo 2	3,7

Tabla 1.1 Distribución de superficies Recinto Industrial.

1.6. Línea subterránea de Media Tensión.

1.6.1. Objeto.

En el presente apartado se definirán las características técnicas y de diseño de la red subterránea de Media Tensión que suministrará la energía necesaria a la instalación industrial a partir del punto de conexión indicado por la compañía suministradora.

1.6.2. Características de la instalación.

1.6.2.1. Localización y trazado de la línea.

La línea de Media Tensión que aportará suministro eléctrico al nuevo Centro de Transformación está ubicada en el Polígono Industrial Iznamontes, en el término municipal de Iznalloz, Granada.

Dicha instalación tiene una longitud de 58 metros, y discurre desde el puto de entronque con la línea subterránea existente de aluminio 12/20 kV, de sección 240mm² indicado por la compañía suministradora hasta el Centro de Transformación objeto del presente proyecto.

El trazado de la línea se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.

El detalle de la localización y trazado de la línea de Media Tensión puede apreciarse en el anexo de planos adjunto al presente proyecto.

1.6.2.2. Compañía suministradora.

La compañía encargada del suministro de energía es SEVILLANA ENDESA ENERGÍA S.A.U. El suministro de energía se realizará desde una línea subterránea de Media Tensión existente en la zona.

La línea objeto del presente proyecto queda clasificada de 3ª categoría atendiendo a su tensión de servicio 20kV.

Las principales características de la energía suministrada son las siguientes:

- | | |
|--|--------------------|
| ✓ Clase de corriente: | Alterna trifásica. |
| ✓ Frecuencia: | 50Hz. |
| ✓ Tensión nominal: | 20kV. |
| ✓ Tensión más elevada para el material: | 24kV. |
| ✓ Categoría de la red.(Según UNE 211435) | Categoría A. |

1.6.3. Descripción de la instalación.

Para la nueva línea de Media Tensión que dará suministro al Centro de Transformación de la Industria se emplearán por tratarse de un circuito trifásico un total de tres conductores. El conductor empleado será de aislamiento seco, con una sección de 240mm² de Al, 12/20kV HEPRZ-1.

La longitud total de la línea es de 66,5 metros, en canalización enterrada bajo tubo. Tendrá su origen en el punto de entronque en la LSMT 000 de 20kV y 50Hz. existente en la zona, con suministro en bucle al el Centro de Transformación del presente proyecto por indicación de la compañía suministradora.

La instalación objeto del presente apartado se prevé para alimentar un Centro de Transformación con una potencia instalada en transformadores de 1000 kVA de nueva instalación. Se considerará pues la potencia a transportar por la instalación proyectada de 1000 kVA.

La instalación objeto del presente estudio queda definida por las siguientes características:

- ✓ Tensión de servicio: 20kV.
- ✓ Condiciones de la instalación: Enterrada bajo tubo.
- ✓ Potencia máxima: 1000kVA.
- ✓ Conductor: HEPZR-1, Al 12/20kV de 240mm².
- ✓ Longitud instalación proyectada: 58 m.
- ✓ Factor de potencia, cos φ : 0,9.

1.6.4. Características de los materiales.

Las características de los materiales empleados en la ejecución del proyecto deben cumplir los requisitos dispuestos en las Normas Particulares de la Compañía Suministradora, así como en el RLAT.

En la siguiente tabla se especifican las tensiones nominales de los materiales U_0/U , así como su nivel de aislamiento, U_p y su tensión más elevada, U_s en función de la tensión nominal y de la categoría de la red, según la ITC-LAT 06.

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Tensión más elevada de la red U_s (kV)	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U_0/U (kV)	U_p (kV)
20	24	A-B	12/20	125
		C	15/25	145

Tabla1.2. Características de los materiales en función de la tensión nominal.

1.6.4.1. Cables.

Estarán constituidos por conductores de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados de acuerdo con la Norma UNE-EN 60228, y la pantalla metálica estará constituida por corona de alambres de cobre. Serán obturados longitudinalmente para impedir la penetración del agua, no admitiéndose para ello los polvos higroscópicos sin soporte y cuya cubierta exterior será de poliolefina de color rojo.

Los cables tendrán aislamiento de polietileno reticulado y estarán de acuerdo con la Norma UNE-HD 620-5-E-1.

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, que el sistema de puesta a tierra permita, y teniendo el sistema de protección previsto en las salidas de la subestación, las redes incluidas en el presente proyecto se clasifican como redes categoría A, según ITC-LAT 06.

Para una tensión nominal de 20 kV la tensión más elevada de la red será 24 kV, la tensión nominal del cable $U_0/U = 12/20$ y el nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo $U_p = 125$ kV, según lo indicado en la ITC-LAT-06.

Los cables utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos.

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

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea como se muestra en la siguiente figura, y en ciertos casos especiales puede ser necesario conectar también las pantallas a tierra en los empalmes.

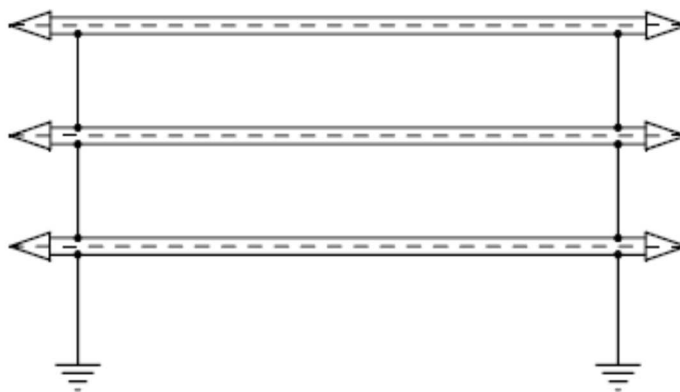


Imagen 1.1. Conexión a tierra de los conductores.

El conductor empleado para la línea subterránea y sus características principales se recogen en la tabla 1.2.

HEPRZ-1 240mm² 12/20kv, Al		
Sección		240 mm ²
Nivel de aislamiento U_0/U		12/20 kV
Material conductor		Aluminio
ϕ nominal exterior		36 mm
Peso aproximado		1,6 kg/m
Radio mínimo de curvatura		540 mm
Aislamiento		Etileno Propileno (HEPR)
Cubierta exterior		Poliolefina Tipo DMZ1
Pantalla		Hilos de Cu 16mm ² de sección
Intensidad máxima admisible		415 A
Intensidad de c.c. admisible (1s)		22,5 kA
Temperatura máx. admisible en servicio permanente.		105°C
Temperatura máx. admisible en cortocircuito.		250°C
Resistencia del conductor	20°C	0,125 Ω/km
	105°C	0,168 Ω/km
Reactancia inductiva		0,102 Ω/km
Capacitancia		0,435 µF/km

Tabla 1.3. Características principales del conductor HEPRZ-1.

1.6.5. Canalizaciones.

Los cables aislados subterráneos de media tensión, hasta 30 kV inclusive, podrán canalizarse de las siguientes maneras:

- a) Directamente enterrados en zanjas en cama de arena.
- b) Entubados en zanjas.
- c) Al aire, alojados en galerías

En nuestro caso particular la forma elegida para todo el trazado es la de **cables entubados en zanja**.

Los tubos normalizados, según la norma UNE-EN 50086 y Endesa CNL-002, para estas canalizaciones serán de polietileno de alta densidad de color rojo de 6 m de longitud y 160 mm de diámetro, con una resistencia a la compresión de 450 N y una resistencia al impacto de 410 J. Dichos tubos irán siempre acompañados de un tubo de polietileno de alta densidad de 125 mm de diámetro para la posible instalación de cables de telecomunicaciones según la norma UNE-EN 50086-2-4.

En todo el recorrido se instalará un tubo para el alojamiento de los cables a instalar más un tubo de reserva en previsión de posibles ampliaciones de potencia en la industria, además del mencionado tubo de telecomunicaciones.

En todo momento la profundidad mínima a la parte superior del tubo más próxima a la superficie del suelo no será menor de 90 cm en el caso de canalización bajo acera, ni de 110 cm bajo calzada a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano.

Los tubos se situarán sobre un lecho de arena de 4 cm de espesor. A continuación se cubrirán los tubos y se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%, teniendo en cuenta que el tubo verde de comunicaciones irá situado por encima a 4 cm aproximadamente.

Se colocarán también una cinta de señalización de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm y a la parte superior del tubo de 25 cm.

En los cruzamientos de calzadas y ferrocarriles los tubos irán hormigonados en todo su recorrido y se situarán sobre una capa de 4 cm de espesor. A continuación se colocará

el tubo verde de comunicaciones a 4 cm de la parte superior del tubo asegurando que este quede cubierto con una capa de como mínimo 4 cm de hormigón.

El número de tubos y el tipo de canalización se detallan en la siguiente tabla, y de forma más detallada en el anexo de planos del presente proyecto.

Canalización	Ancho (cm)	Profundidad (cm)	
		90	110
Bajo acera	40	1+1R	-
Cruce de calzada	50	-	1+1R

Tabla 1.4. Canalizaciones entubadas para líneas de M.T.

1.6.5.1. Características del trazado.

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, preferentemente, salvo casos excepcionales, en terrenos de dominio público, bajo acera, evitando los ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura una vez instalados los cables será superior de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.
- Los cruces de calzadas deberán ser perpendiculares a sus ejes, salvo casos especiales, debiendo realizarse en posición horizontal y en línea recta.
- Las distancias a fachadas estarán, siempre que sea posible, de acuerdo con lo especificado por los reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes.
- Los trazados por zonas rurales que no discurran por vías públicas o paralelos a ellas se señalarán mediante la instalación de hitos prefabricados de hormigón, que se colocarán cada 50 metros en los tramos rectos y en todos los cruces y cambios de dirección.

1.6.5.2. Puntos de acceso a la red.

Se emplearán los puntos de acceso en zonas urbanas, donde frecuentemente se producen coincidencias de varias líneas en la misma canalización y existen otros servicios próximos.

Estos puntos de acceso facilitarán los tendidos de líneas a realizar en distintas fases evitando permisos y molestias al romper pavimentos, mejorando los tiempos de reposición del servicio al cliente en caso de averías en redes abiertas.

Los puntos de acceso se construirán de obra civil o prefabricado de hormigón de acuerdo con las normas de la compañía suministradora. Las tapas serán de fundición esferoidal según la Norma UNE EN 124, el esfuerzo asignado será función del pavimento donde vayan situadas, y además las tapas irán equipadas con elementos antiruido.

Se colocarán arquetas de registro en los tramos rectos cada 40 m, así como en el punto de conexión con la red de M.T. existente y en la entrada al Centro de Transformación.

1.6.5.3. Cintas de señalización de peligro.

Como aviso y para evitar el posible deterioro que se pueda ocasionar al realizar las excavaciones en las proximidades de la canalización, se colocará también una cinta de señalización para el caso de cables directamente enterrados y una para el caso de cables entubados.

La cinta de señalización será de color amarillo naranja vivo que advierta la existencia de los cables. Su distancia mínima a la cara inferior del pavimento será de 10 cm en el caso de cables entubados y 10 cm al suelo en el caso de los cables directamente enterrados.

En ambos casos quedará como mínimo a 25 cm de la parte superior de los cables o tubos.

El material empleado en la fabricación de la cinta para la señalización de cables enterrados será polietileno. La cinta será opaca, de color amarillo naranja vivo S 0580-Y20R de acuerdo con la Norma UNE 48103. El ancho de la cinta de polietileno será de 150 $\pm$ 5 mm y su espesor será de 0,1 $\pm$ 0,01 mm.

1.6.6. Cruzamientos.

Cruzamientos con vías de comunicación.

➤ Vías públicas.

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a una profundidad mínima de 110 cm. Los tubos serán normalizados según normas de la compañía suministradora y estarán hormigonados en todo su recorrido.

Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular a la calzada.

Cruzamientos con otros servicios.

➤ *Otros cables de energía eléctrica.*

Siempre que sea posible se procurará que los cables de M.T. discurren por debajo de las líneas de B.T. La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica será de 25 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

➤ *Con cables de telecomunicación.*

La separación mínima entre los cables de M.T. y los de telecomunicación será de 20 cm. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no sea posible respetar esta distancia los cables se instalarán bajo tubo normalizado por la compañía suministradora.

➤ *Canalizaciones de agua.*

En los cruzamientos de los cables con canalizaciones de agua se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de agua o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia mínima de 1 m.

Cuando no sea posible respetar esta distancia los cables se instalarán bajo tubo normalizado por la compañía suministradora.

➤ *Canalizaciones de gas.*

En los cruces de cables con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla adjunta. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no sea posible respetar esta distancia los cables se instalarán bajo tubo normalizado por la compañía suministradora.

Canalización y acometida	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) cables directamente enterrados	Distancia mínima (d') cables bajo tubo
	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m

Canalizaciones y acometidas	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 1.5. Distancias canalizaciones M.T. respecto canalizaciones de gas.

➤ *Conducciones de alcantarillado.*

Se podrán distinguir dos tipos de conducciones de alcantarillado:

a) Conducción de alcantarillado en galería.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado en galería. Se admitirá fijar tubos a la pared exterior de la galería siempre que se asegure que esta no ha quedado debilitada ni se haya incidido en su interior con la fijación. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se instalarán bajo tubo normalizado según normas de la compañía suministradora.

b) Conducción de alcantarillado bajo tubo

En los cruzamientos de cables con conducciones de alcantarillado bajo tubo se guardará una distancia mínima de 20 cm. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la conducción de alcantarillado bajo tubo o de los empalmes de los cables, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del cruce.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según normas de la compañía suministradora.

➤ *Depósitos de carburantes.*

Los cables se dispondrán separados mediante tubos normalizados según la compañía suministradora, los cuales distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

1.6.7. Paralelismos.

Los cables subterráneos de MT deberán cumplir las siguientes condiciones, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

➤ *Otros cables de energía eléctrica.*

Los cables de MT podrán instalarse paralelamente a otros de BT o AT, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 25 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según la compañía suministradora.

➤ *Cables de telecomunicación.*

En el caso de paralelismos entre cables MT y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según la compañía suministradora.

➤ *Canalizaciones de agua.*

Los cables de MT se instalarán separados de las canalizaciones de agua a una distancia no inferior a 20 cm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según la compañía suministradora.

Se procurará mantener una distancia mínima de 20 cm en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel de los cables eléctricos.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m. respecto a los cables eléctricos.

➤ *Canalizaciones de gas, conducciones de alcantarillado y depósitos de carburante.*

Se procederá de igual forma que en el caso de los cruzamientos en este tipo de paralelismos.

➤ *Acometidas.*

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y las canalizaciones de los servicios descritos anteriormente se produzca en el tramo de acometida a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 30 cm.

Cuando no pueda respetarse esta distancia, los cables se instalarán bajo tubo normalizado según la compañía suministradora.

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

1.6.8. Conexión a la red subterránea de M.T.

En redes subterráneas la instalación de la empresa suministradora finalizará en el punto donde se efectúe la unión – conexión con la instalación del cliente, debiéndose respetar en todo momento lo que legalmente establece la MIE RAT 019. El detalle del punto de conexión puede apreciarse en los planos adjuntos al presente proyecto.

En caso de seccionamiento en la red subterránea, ésta se realizará, bien con conexiones enchufables o bien mediante celdas de aislamiento independiente de las condiciones atmosféricas, siguiendo en todo caso las indicaciones de la compañía suministradora.

1.6.9. Dispositivos de seccionamiento y sistemas de protección.

1.6.9.1. Sistemas de protección.

Las protecciones existentes en la cabecera de la línea, cuyas características y disposición se recogerán en el proyecto de la subestación suministradora, se complementarán con las protecciones contra sobretensiones necesarias descritas a continuación:

- La protección contra sobretensiones en Media Tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos autoválvulas, según la Norma UNE-EN 60099.
- Se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en la línea aérea, en el mismo herraje que los terminales del cable a proteger de acuerdo con los planos correspondientes del capítulo de planos.
- Si la línea subterránea enlazara dos líneas aéreas se colocará un juego de pararrayos autoválvulas en cada una de las líneas aéreas.

1.6.9.2. Empalmes y terminaciones.

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- Los empalmes y terminaciones deben estar protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

1.6.10. Puesta a tierra.

En las redes subterráneas de Media Tensión se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección.
- Apoyos.
- Pararrayos autoválvulas.
- Pantallas metálicas de los cables.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea (esquema 1), y en ciertos casos especiales puede ser necesario conectar también las pantallas a tierra en los empalmes.

En el caso de canalización a lo largo de galerías visitables, se dispondrá una instalación de puesta a tierra única accesible a lo largo de toda la galería. Se dimensionará para la máxima corriente de defecto (fase-tierra) que se prevea pueda evacuar. El valor de la resistencia global de puesta a tierra de la galería debe ser tal que, durante la evacuación de un defecto, no se supere un cierto valor de tensión de defecto establecido en proyecto.

Además, las tensiones de contacto que puedan aparecer tanto en el interior de la galería como en el exterior (si hay transferencia de potencial debido a tubos u otros

elementos metálicos que salgan al exterior), no deben superar los valores admisibles de tensión de contacto aplicada según la ITC-LAT 07.

Los elementos que constituyen el sistema de puesta a tierra son:

➤ Línea de tierra.

Está constituida por conductores de cobre o su sección equivalente en otro tipo de material. En función de la corriente de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas del conductor a emplear por la línea de tierra, a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirá según la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha} \sqrt{\frac{t}{\Delta\theta}} \quad (1)$$

Donde:

I_d = Corriente de defecto en amperios ($I_{d\max} = 16kA$).

t = Tiempo de duración de la falta en segundos ($t=0,1s$).

α (para $t \leq 5s$) = 8 para conductores de aluminio.

$\Delta\theta$ = 160°C para conductor aislado; 180°C para desnudo.

En la siguiente tabla se indican las secciones mínimas del conductor.

Sección (mm ²)	Material	Duración de la falta (s)							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	2	3
Conductor desnudo	Cu	31	44	54	62	70	99	139	171
	Al	47	67	82	94	105	149	211	258
	Acero	86	121	148	171	192	271	383	469
Conductor aislado	Cu	33	47	57	66	74	105	148	181
	Al	50	71	87	100	112	158	224	274

Tabla1.6. Sección de los conductores de tierra según la duración de falta.

Se elegirán las secciones normalizadas, de valor igual o inmediatamente superior al calculado. En ningún caso, esta sección será inferior a 50 mm² para el cobre o aluminio y 100 mm² para el acero.

Los conductores a utilizar cumplirán con las Normas UNE 207015 para cables de cobre desnudo, UNE-EN 50182 para cables de aluminio desnudo, UNE EN 50189 para cables de acero y UNE-EN 60228 para cables aislados.

➤ Electrodo de puesta a tierra.

Los elementos de difusión vertical estarán constituidos por picas cilíndricas acoplables de 2 metros de longitud de acero-cobre según UNE 21056 y con un recubrimiento de cobre tipo recocido industrial según UNE 20003 con un espesor medio mínimo de 0,3 mm no siendo en ningún punto el espesor efectivo inferior a 0,27 mm.

1.7. Centro de Transformación.

1.7.1. Descripción de la instalación.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200. y telemandadas según las especificaciones del apartado 1.6.2.2 del presente capítulo.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, 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 Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).

Para atender las necesidades previstas el Centro de Transformación dispondrá de un transformador de 1000kVA en baño de aceite mineral.

1.7.2. Localización y accesos.

El Centro de Transformación se ubicará en el recinto Industrial, en la Calle A, permitiendo el fácil acceso a este desde la vía pública. La ubicación detallada y localización del Centro de Transformación se aprecia en los planos adjuntos al presente proyecto.

El local de todo CT debe tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior,

preferentemente de al menos de 1,10 m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto.

Los viales para el acceso al CT deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo. En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes.

El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de la compañía suministradora. Este acceso estará situado en una zona que con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

1.7.3. Local.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad. La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-6T1DPF con dos puertas peatonales de Schneider Electric, de dimensiones 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm.

El C.T. estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Compañía y otra, llamada zona de Abonado. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada y salida, así como la de seccionamiento si la hubiera. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal cuya cerradura estará normalizada por la Compañía Eléctrica. La zona de Abonado contendrá el resto de celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado.

1.7.4. Características del Centro Compacto.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHC de Schneider Electric.

El centro cumple con el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Con la norma UNE-EN 62271-102, y con la norma FND00400 de Endesa para centros de transformación MT/BT -tipo compacto-.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC serán:

➤ **Compacidad.**

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Calidad en origen,
- Reducción del tiempo de instalación.
- Posibilidad de posteriores traslados.

➤ **Facilidad de instalación.**

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

Para la instalación del Centro Compacto será necesario la realización de una excavación en el terreno en el que se emplazará de las siguientes dimensiones:

Longitud frontal (cm)	Anchura (cm)	Profundidad total (cm)
700	350	80

Tabla 1.7. Dimensiones de excavación para colocación del C.T.

En el fondo de la excavación se debe disponer de un lecho de arena lavada y nivelada de 150mm como mínimo de espesor.

➤ **Material.**

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

➤ **Equipotencialidad.**

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

➤ **Impermeabilidad.**

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

➤ Grados de protección.

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

1.7.4.1. Componentes principales del Centro Compacto.

➤ Envolverte.

La envolverte (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolverte estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolverte irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

➤ Suelos.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

➤ Cuba de recogida de aceite.

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

➤ Puerta y rejillas de ventilación.

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

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.

Centro de Transformación Compacto EHC-6T1DPF	
Nº de transformadores que alojará	1
Tipo de ventilación	Normal
Nº puertas acceso peatón	2
Dimensiones del Centro Compacto	
Longitud	6440 mm
Fondo	2500 mm
Altura	3300 mm
Altura vista	2770 mm
Dimensiones de la excavación	
Longitud	7000 mm
Fondo	3500 mm
Profundidad	800 mm

Tabla 1.8. . Características principales del Centro Compacto

1.7.5. Instalación eléctrica.

1.7.5.1. Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

1.7.5.2. Características de la aparamenta de Media Tensión.

1.7.5.2.1. Características de las Celdas RM6

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Schneider Electric, un conjunto de celdas compactas equipadas con aparamenta de alta tensión, bajo envolvente única metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible hasta 24 kV, acorde a las siguientes normativas:

- UNE-E ISO 90-3, UNE-EN 60420.
- UNE-EN 62271-102, UNE-EN 60265-1.
- UNE-EN 62271-200, UNE-EN 62271-105, IEC 62271-103, UNE-EN 62271-102.
- UNESA Recomendación 6407 B.

Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

Características principales.

*Tensión asignada:	24 kV.
*Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:	
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:	50 kV ef.
a impulso tipo rayo:	125 kV cresta.
*Intensidad asignada en funciones de línea:	400 A.
*Intensidad asignada en funciones de protección.	
	200 A (400 A en interruptor automático).
*Intensidad nominal admisible durante un segundo:	16 kA ef.

1.7.5.2.2. Características de las Celdas SM6.

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

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

Características principales

*Tensión asignada:	24 kV.
*Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:	
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:	50 kV ef.
a impulso tipo rayo:	125 kV cresta.
*Intensidad asignada en funciones de línea:	400 A.
*Intensidad asignada en interruptor automático.	400 A.
*Intensidad asignada en ruptofusibles.	200 A.
*Intensidad nominal admisible durante un segundo:	16 kA ef.
*Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:	
40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.	
*Grado de protección de la envolvente:	IP307 según UNE 20324.
*Puesta a tierra.	

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

*Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

1.7.5.2.3. Características del material de Media Tensión.

➤ Embarrado General celdas RM6.

El embarrado general de los conjuntos compactos RM6 se construye con barras cilíndricas de cobre semiduro (F20) de 16 mm de diámetro.

➤ Aisladores de paso celdas RM6.

Son los pasatapas para la conexión de los cables aislados de alta tensión procedentes del exterior. Cumplen la norma UNESA 5205B y serán de tipo roscado para las funciones de línea y enchufables para las de protección.

➤ Embarrado General celdas SM6.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

➤ Piezas de conexión celdas SM6.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

1.7.6. Configuración del Centro de Transformación.

El Centro de Transformación estará compuesto por los siguientes elementos dispuestos con la configuración que puede apreciarse en el Anexo de planos del presente Proyecto.

➤ Celda de entrada tres interruptores.

Conjunto Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM63I/DE (3L) telemandado, con extensibilidad a la derecha, equipado con TRES funciones de línea con interruptor, de dimensiones: 1.945 mm de alto, 1.216 mm de ancho, 718 mm de profundidad.

Conjunto compacto estanco RM6 en atmósfera de hexafluoruro de azufre SF₆, 24 KV tensión nominal, para una intensidad nominal de 400 A en las funciones de línea, conteniendo:

- El interruptor de la función de línea es un interruptor-seccionador de las siguientes características:
Intensidad térmica: 16 kA eficaces.
Poder de cierre: 40 kA cresta.
- Funciones de línea monotorizadas.
- Equipo de telemando compuesto por:
 - Un armario de control (Easergy T200I):
 - RTU con tarjeta de comunicación IEC104 perfil ENDESA.

- Batería rectificadora a 48 Vcc.

- Un armario de comunicaciones con rejilla corredera para instalar los equipos de comunicación.

- 1. Ud de controlador por función de línea equipado con Sepam S40 realizando las funciones de presencia de tensión, de detección de paso de falta, de automatismo seccionalizador, y recabando las señales de tensión e intensidad de la función de línea.

- 3 Toroidales cerrados de fase por función de línea.

- 1 Toroidal homopolar abarcando las tres fases por función de línea.

- Mangueras de conexión para las funciones de línea, protección y señales de toroidales.

- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Placa de maniobra.
- Dispositivos de detección de presencia de tensión en todas las funciones de línea.
- Tres lámparas individuales (una por fase) para conectar a dichos dispositivos.
- Pasatapas de tipo roscados M16 de 400 A en las funciones de línea.
- Cubrebornas metálicos en todas las funciones.
- Manómetro para el control de la presión del gas.
- Tres Equipamientos de tres conectores apantallados en "T" roscados M16 400ª cada uno.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores de tipo roscados de 400 A en cada función, asegurando así la estanqueidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, e incluso soportando una eventual sumersión.

➤ Malla de separación.

Se colocará una malla metálica para la separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado. Las dimensiones serán las adecuadas para evitar el acceso no deseado a las diferentes zonas.

➤ Celda de Remonte.

Celda Schneider Electric de remonte de cables gama SM6, modelo GAME, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 870 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.

- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparada para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Embarrado de puesta a tierra.

➤ Celda de protección con interruptor automático.

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SFset, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA.
- Mando RI de actuación manual.
- 3 captadores de intensidad modelo CRa para la alimentación del relé VIP 400.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Unidad de control VIP 400, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo.

Sus funciones serán la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y homopolar (50-51/50N-51N).

- Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1C no se ha cerrado previamente.

➤ Celda de Medida.

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 30/5A, 10VA CL.0.5S, Ith=5KA, gama extendida 150 % y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22.000:V3/110:V3, 25VA, CL0.5, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

1.7.7. Transformador.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia JLJ1UN1000GZ, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1000 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.

Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 4x240 mm² Al para las fases y de 2x240 mm² Al para el neutro.

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

1.7.8. Medida de la energía eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo SE-1000AT de dimensiones 540 mm de alto x 720 mm de largo y 230 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 1 con medida:
- Activa: monodireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

1.7.9. Puesta a tierra.

1.7.9.1. Tierra de protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

1.7.9.2. Tierra de servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de Cálculos de la instalación de puesta a tierra del presente proyecto.

1.7.9.3. Tierras interiores.

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

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

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

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

1.7.10. Instalaciones Secundarias.

➤ 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.

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

➤ Protección contra incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

➤ Ventilación.

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el apartado de cálculos del presente proyecto.

1.8. Instalación eléctrica de Baja Tensión.

1.8.1. Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica se realiza desde el Centro de Transformación de abonado descrito en el apartado anterior.

La distribución en Baja Tensión se realizará mediante una Red Trifásica (3F+N), siendo la tensión de utilización entre fases de 400 v y de 230 v entre fase y neutro. La frecuencia de la red será de 50 Hz.

1.8.2. Esquema de distribución.

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN TT.

En el esquema TT el neutro o compensador se conecta 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. Ambas tierras deben estar lo suficientemente separadas para evitar los riesgos de transferencia de potencias entre ellas. Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben estar interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. Si varios dispositivos de protección van montados de serie, esta prescripción se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

El punto neutro de cada generador o transformador limitada por la impedancia de las tomas de tierra, pero puede generar una tensión de contacto peligrosa. La corriente de fallo es generalmente demasiado débil como para requerir protecciones contra sobreintensidades, por lo que se eliminara preferentemente mediante un dispositivo de corriente diferencial residual.

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.

1.8.3. Instalación de enlace.

1.8.3.1. Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

El Cuadro de distribución modular es un conjunto formado por módulos asociados, montados en fábrica, cuya función es recibir el circuito principal de baja tensión procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

Se instalará un módulo de acometida que consta de las siguientes unidades funcionales:

- Control.
- Seccionamiento.
- Embarrado.
- Protección.

Las envolventes serán metálicas o de material aislante.

La envolvente dispondrá de una puerta inferior frontal que permita efectuar fácilmente las conexiones y controlar las cargas en las salidas, y de otra puerta superior frontal que permita el acceso al seccionamiento general y a la unidad funcional de control.

1.8.3.1.1. Unidad funcional de Control.

La unidad funcional de control estará compuesta por una puerta fabricada a base de material aislante que garantice un aislamiento en todos y cada uno de los elementos entre partes activas y el bastidor del cuadro de 10 kV a 50 Hz y 20 kV a onda tipo rayo.

En esta puerta van instalados los elementos que constituyen la unidad de control y que son los que siguen:

- 1 amperímetro, graduación %, con indicador de máxima (sin contactos).
- 2 interruptores magnetotérmicos, 2 polos, 16 A.
- 1 interruptor diferencial, 2 polos, 30 mA, 40 A.
- 1 toma de corriente bipolar de 10 A para clavija redonda (UNE 20315).
- Perfil de sujeción simétrico de 35x7,5 mm (DIN-46277).
- Canal practicable de cables 40x40 mm. Cables y pequeño material.
- Tubo flexible Pg 29.
- Lámparas de señalización neón color rojo.
- Bornes de material termoestable, paso 8 mm.

1.8.3.1.2. Unidad funcional de Seccionamiento.

Esta unidad funcional estará constituida por cuatro conexiones de pletinas deslizantes, de cobre del tipo C-1110 de acuerdo con la Norma UNE 37118, que podrán ser maniobradas fácil e independientemente con una sola herramienta aislada.

1.8.3.1.3. Unidad funcional de embarrado.

Esta unidad estará constituida por dos clases de barras:

- a) Barras verticales de llegada, que tendrán como misión la conexión eléctrica entre los conductores procedentes del transformador y el embarrado horizontal.

Las barras estarán situadas en el orden N, R, S y T. La conexión externa entre las barras verticales y los conductores procedentes del transformador deberá estar sellada mediante un capuchón de goma, plástico o material termorretráctil, que se suministrará con este módulo. Las palas destinadas a efectuar la citada conexión con los cables, tendrán las medidas indicadas en el anexo de planos.

- b) Barras horizontales o repartidoras, que tendrán como misión el paso de la energía procedente de las barras verticales definidas en el punto a), para ser distribuida entre las diferentes salidas.

El embornamiento de los conductores a la barra del neutro deberá efectuarse fácilmente con una sola herramienta aislada.

Esta barra deberá tener, con respecto a tierra, el mismo nivel de aislamiento que las fases.

La barra del neutro estará situada debajo de las que corresponden a las fases.

El material constitutivo de todas las barras será cobre del tipo C-1110, de acuerdo con la Norma UNE 37118.

Las secciones de las barras se indican en la siguiente tabla:

Módulo	Pletina de cobre (mm x mm)			
	Barras Verticales		Barras Horizontales	
	Fase	Neutro	Fase	Neutro
Acometida	2 (80x5)	80x5	100x5	60x5
Ampliación	--	--	100x5	60x5

Tabla 1.9. Dimensiones de barras Unidad Funcional de Embarrado.

1.8.3.1.4. Unidad funcional de Protección.

Estará constituida por un sistema de protección formado por 4 bases tripolares verticales aptas para cortacircuitos fusibles tamaño 2–400 A–, en su variante BTVC, de acuerdo con la Especificación Técnica UNESA 6306.

Estas bases estarán fijadas al cuadro con independencia de las barras horizontales.

1.8.3.1.5. Características eléctricas.

- Tensión asignada.

El valor de la tensión asignada es de 440 V.

➤ Corriente asignada.

El valor de la corriente asignada es de 1600 A.

➤ Tensión soportada a frecuencia industrial.

La tensión soportada a frecuencia industrial de 50 Hz, durante un minuto será de:

- a) 10 kV entre las partes activas unidas entre sí y la masa metálica del cuadro. En el caso de cuadros con envoltentes aislante, se entenderá por masa una hoja metálica colocada sobre la parte exterior frontal
- b) 2,5 kV entre las partes activas de polaridades diferentes.

➤ Tensión soportada a los impulsos de tipo rayo de 1,2/50 μ s.

Entre las partes activas y la masa metálica del cuadro, se aplicarán 15 impulsos de polaridad negativa, de 20 kV, de valor cresta.

➤ Intensidad de cortocircuito.

La intensidad de cortocircuito admisible será de 12 kA.

El valor de cresta correspondiente será de 30 kA.

1.8.3.1.6. Fusibles Cuadro Baja Tensión.

Para el dimensionado de los fusibles del CGBTCT se tendrá en cuenta lo dispuesto en la Norma Endesa FGC00100.

Las consideraciones previas serán:

- Transformador.
 - Conexión: Dyn11
 - Potencia: 1000 kVA
 - Relación de tensiones 20/0.4 kV
- Salida de B.T.
 - Tipo HEPRZ-1 AI
 - Sección 240 mm²

Conductor fase (mm ²)	I nominal enterrado (A)	Calibre del fusible "gG"	I de No Fusión
50	180	125	156
95	260	200	250
150	330	250	312
240	430	315	394

Tabla 1.10. Calibre fusibles: Intensidad Nominal conductor.

Conductor (mm ²)	I nominal admisible (A)	Tiempo convencional (horas)	Intensidad calculada en tiempo convencional (A)		Calibre del fusible	I fusión en tiempo convencional (A)
			a 120 °C	a 160 °C		
50	180	2	250	297	125	200
95	260	3	351	417	200	320
150	330	3	459	546	250	400
240	430	3	611	745	315	504

Tabla 1.11. Calibre fusibles: Respuesta térmica conductor.

Potencia Transformador (kVA)	Valores en BT				
	Intensidad Nominal (A)	Fusible tipo gG			
		Calibre	I. Máxima 0,1seg. (A)	Tiempo máximo para Icc3φ (seg.)	
				U>24 kV	U<24kV
50	72	80	1100	0,03	0,02
100	144	160	2590	0,04	0,03
160	230	250	4500	0,06	0,04
250	360	400	8060	0,1	0,07
400	577	630	14140	0,2	0,1
630	909	1000	24000	0,2	0,4
1000	1443	1600	Sin determinar	0,8 aprox.	0,8 aprox.

Tabla 1.12. Calibre fusibles: Potencia transformador.

La selección de los fusibles según los criterios de las tablas 1.10, 1.11 y 1.12 será:

- Intensidad nominal del conductor: Tabla 1.10. Calibre = 315A
- Respuesta térmica del conductor. Tabla 1.11. Calibre = 315A
- Potencia del transformador. Tabla 1.12. Calibre = 1600A

Según estos criterios y tomando el de menor valor, el calibre óptimo de los fusibles será de 315 A.

1.8.3.2. Caja general de protección.

En el caso de instalación que albergue en su interior un centro de transformación para distribución en baja tensión, los fusibles del cuadro de baja tensión de dicho centro podrán utilizarse para desempeñar el papel de caja general de protección.

1.8.3.3. Derivación Individual.

Partirá desde el Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación hasta la entrada en barras del Cuadro General de Baja Tensión, como puede apreciarse en el anexo de planos adjunto al presente Proyecto.

La instalación se realizará subterránea, enterrada bajo tubo desde el Centro de Transformación hasta el Cuadro General de Baja Tensión según la ITC-BT 07 y la Norma Endesa CDL-002.

Las líneas se enterrarán siempre bajo tubo, a una profundidad mínima de 60 cm, con una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación. Los tubos tendrán un diámetro nominal de 160 mm y cumplirán la Norma ENDESA CNL002, así como las Especificaciones Técnicas de la compañía.

Se instalará un tubo de reserva en previsión de posibles ampliaciones.

Por cada tubo sólo discurrirá una línea BT, sin que pueda compartirse un mismo tubo con otras líneas, tanto sean eléctricas, de telecomunicaciones, u otras.

Se utilizarán conductores unipolares 4x (1x240mm²+1x150mm²) XZ1 (S) 0,6/1 kV Al., cumpliendo en todo caso con la Norma Endesa CNL-001y las especificaciones técnicas.

Los conductores no presentarán empalmes y su sección será uniforme, exceptuando las conexiones realizadas en el Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación y en la acometida al Cuadro General de Baja Tensión.

1.8.3.4. Cuadro General de Baja Tensión.

El Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores. Estará ubicado en la Sala de Cuadros en el interior de la Nave Industrial.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20451 Y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

Estará formado por un armario de doble envolvente, con puerta opaca abisagrada y provista de llave de seguridad. Contará con un doble aislamiento, es decir, que cuando abramos la puerta del cuadro general no tendremos acceso a partes con tensión, sólo a las manetas de los automáticos y diferenciales, siendo necesaria la ayuda de un útil para quitar las tapas que protegen las partes con tensión.

El cuadro general contendrá los elementos indicados en el esquema unifilar correspondiente. La acometida al cuadro se realizará mediante barras de cobre para la conexión de líneas, bornes de conexión marcados con elementos apropiados y contendrá en su interior un esquema unifilar con todos los elementos instalados, así como las instrucciones de manejo del mismo.

En el interior del local, cuya situación exacta se indica en el plano que se adjunta, se colocará el cuadro general el cual contendrá los siguientes elementos de protección y corte:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según el Art. 16.3 del REBT, siendo opcional para el titular de la instalación el que sea con reconexión automática al restablecerse las condiciones normales del servicio.

1.8.4. Instalación Interior.

1.8.4.1. Cuadro General de distribución.

Se instalará en la Sala de Cuadros de la Nave Industrial, en un armario a continuación del Cuadro General de Baja Tensión, como se puede apreciar en los planos adjuntos al presente Proyecto.

Estará formado por un armario de doble envolvente, con puerta opaca abisagrada y provista de llave de seguridad. Contará con un doble aislamiento, es decir, que cuando abramos la puerta del cuadro general no tendremos acceso a partes con tensión, sólo a las manetas de los automáticos y diferenciales, siendo necesaria la ayuda de un útil para quitar las tapas que protegen las partes con tensión.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20451 Y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

La acometida desde el Cuadro General de Baja Tensión se realizará por Barras desnudas de cobre interconectadas entre los armarios desde las que se dará servicio a los dispositivos de protección de cabecera de cada Subcuadro.

Cada Subcuadro estará formado por:

- Un interruptor automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de protección y control de cada receptor.

La división de los circuitos interiores se realizará de la siguiente forma:

- SC1 Zona Secadero.
- SC2 Zona Molino.
- SC3 Zona Granuladoras.
- SC4 Alumbrado/Fuerza Nave Industrial.
- SC5 Oficinas.

1.8.4.2. Conductores.

Los conductores de la instalación eléctrica tienen que ser fácilmente identificables en montajes monofásicos y trifásicos especialmente para los que pertenecen al neutro y a los conductores de protección, es decir, los de tierra.

Esta identificación se efectúa por colores representados en su aislamiento. Cuando existen conductores neutros en la instalación eléctrica, se identifica mediante el color azul claro. El conductor de protección será identificado por el color amarillo-verde en forma de rayas longitudinales, mientras que los conductores de fase son identificados con el color marrón o negro en líneas monofásicas, y con el negro, marrón y gris para líneas trifásicas.

Los conductores activos serán de cobre, con aislamiento de tensión asignada de 0,6/1 kV, aislados con polietileno reticular (XLPE), siendo flexibles para la distribución de energía eléctrica a los diferentes receptores.

Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

La determinación de la sección de los conductores y la caída de tensión puede consultarse en el apartado de Cálculos del presente proyecto.

En referencia de los conductores de protección serán de cobre, y tendrán una sección mínima o igual a la que hace referencia a la tabla 2 de la ITC-BT-19, cogiendo como referencia la sección del conductor de fase de la presente instalación. Los conductores de protección estarán aislados y formarán parte de la conducción de la alimentación.

1.8.4.3. Subdivisión de las Instalaciones.

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

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

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.

- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

1.8.4.4. *Equilibrado de cargas.*

Para mantener un mejor equilibrado en los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que queden repartidas entre sus fases o conductores polares.

1.8.4.5. *Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.*

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento por tratarse de tensiones de trabajo ≤ 500 V, de un valor $\geq 0,5$ MW a una tensión de ensayo de corriente continua de 500 V.

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

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

1.8.4.6. *Conexiones.*

Los circuitos que se encuentren en un mismo tubo o canal deberán estar aislados para la tensión asignada más elevada. En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

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

1.8.5. Sistema de Instalación.

1.8.5.1. Prescripciones Generales.

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

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

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

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

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

Las cubiertas, tapas o envoltentes, 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.

1.8.5.2. Soluciones adoptadas.

➤ Nave Industrial.

El sistema de instalación elegido para el suministro de energía a los diferentes receptores del interior de la Nave Industrial será sobre bandeja perforada Rejiband o

similar. Dicho sistema de instalación cumplirá en todo caso lo dispuesto en la Norma UNE-EN 61537 y el REBT y sus Instrucciones Complementarias.

La instalación partirá desde la Sala de Cuadros hacia los diferentes receptores, con una altura de 3 metros en todo su recorrido, pudiendo ser variada esta en función de los obstáculos y alturas disponibles que se dispongan.

El sistema de soporte de la bandeja perforada será sobre pared o desde techo según la necesidad en cada tramo.

Los accesorios como cajas de empalme o tomas de tierra irán montados sobre la bandeja perforada. Las salidas desde la bandeja perforada hacia cada receptor se realizarán con los correspondientes accesorios para montaje y discurrirán bajo tubo en superficie hasta la caja de conexión de cada receptor.

➤ Dependencias interiores de la Nave Industrial.

En las dependencias interiores de la Nave Industrial como Sala de Cuadros, Sala de Control, Recepción, Aseos y Sala de Ventas, así como los Almacenes Interiores el sistema de instalación hasta la primera caja de registro será el mencionado anteriormente de Instalación sobre bandeja perforada Rejiband o similar.

La instalación partirá desde la Sala de Cuadros hacia los diferentes receptores.

A partir de la primera caja de registro para cada dependencia el sistema de instalación elegido será el de conductores bajo tubo en superficie.

➤ Patio exterior y receptores exteriores.

El sistema de instalación en el patio exterior será el mismo que en el interior de la Nave Industrial sobre bandeja perforada.

Para los receptores exteriores que se ven afectadas por las inclemencias meteorológicas la instalación se realizará bajo Canal Protectora en todo su recorrido.

Las derivaciones desde la canal protectora hasta cada receptor se realizarán con los accesorios necesarios para montaje y discurrirán bajo tubo en superficie hasta las cajas de conexión de los diferentes receptores.

➤ Oficinas.

Para el suministro eléctrico del edificio de oficinas partirá una línea de alimentación desde la Sala de Cuadros hasta la entrada del Subcuadro de las Oficinas, situado en el interior de dicho edificio como puede apreciarse en los planos adjuntos al presente Proyecto.

La línea de alimentación al Subcuadro se instalará enterrada bajo tubo en todo su recorrido hasta la entrada del Subcuadro.

Las líneas de alimentación a los diferentes receptores del edificio de oficinas que parten desde el Subcuadro situado en dicho edificio discurrirán bajo tubo empotrado en pared aislante.

➤ Alumbrado exterior.

Para el alumbrado situado en el perímetro de la Nave se empleará el mencionado sistema de instalación sobre bandeja perforada, con la salida hacia cada receptor desde la bandeja perforada bajo tubo en superficie hasta la caja de conexión.

La instalación para el resto de receptores de alumbrado exterior del recinto industrial se realizará enterrada bajo tubo hasta cada receptor, instalándose arquetas de registro para las conexiones.

1.8.5.3. Características principales de los sistemas de instalación.

1.8.5.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.

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

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

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a 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.

1.8.5.3.2. Conductores aislados enterrados bajo tubo.

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.

1.8.5.3.3. Conductores aislados sobre bandeja perforada

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

1.8.6. Protecciones.

En el reglamento electrotécnico de baja tensión, especifica claramente las preinscripciones a cumplir en el presente proyecto, para la protección de las instalaciones eléctricas, estas están divididas en:

- ITC-BT-22: Protección contra sobreintensidades.
- ITC-BT-23: Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24: Protección contra contactos directos e indirectos.

Se debe distinguir entre los siguientes tipos de protecciones:

- Protección de la instalación:
 - Contra sobrecargas.
 - Contra sobreintensidades.
 - Contra cortocircuitos.
- Protección de las personas:
 - Contra contactos directos.
 - Contra contactos indirectos.

1.8.6.1. Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrecargas 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 sobrecargas previsibles.

Las sobrecargas pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.

- Cortocircuitos.

- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) 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 onipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) 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 onipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

1.8.6.2. Protección contra sobretensiones.

1.8.6.2.1. Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

- Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

- Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

- Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartamentas: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

- Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.).

1.8.6.2.2. Medidas para el control de las sobretensiones.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

1.8.6.3. *Protección contra cortocircuitos.*

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre si o con tierra, conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces el máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente. Las principales características de los cortocircuitos son:

- Su duración: autoextinguible, transitorio o permanente.

- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.

- Su localización: dentro o fuera de una máquina o tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80% de los casos), bifásicos (el 15% de los casos) y trifásicos (el 5% de los casos). Los bifásicos suelen degenerar en trifásicos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

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 instalación.

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los defectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

1. Su poder de ruptura deber ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de

ruptura necesario y están coordinados, de forma que la energía que dejan pasar no sea superior a la que soporta sin daño el segundo dispositivo y las canalizaciones protegidas por él.

2. El tiempo de ruptura de toda la corriente resultante de un corto circuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiere para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

1.8.6.4. *Protección contra contactos directos.*

- 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:

- 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 será igual a 300 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

1.8.6.5. *Protección contra contactos indirectos.*

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

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

1.8.7. *Puesta 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.

1.8.7.1. Uniones a Tierra.

➤ Tomas de Tierra.

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

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 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 de protección	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 25 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 25 mm ² Hierro

Tabla 1.13. Sección de los conductores de Tierra.

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

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 de fase (mm ²)	Sección conductores de protección (mm ²)
$S_{fase} \leq 16$	S_{fase}
$16 < S_{fase} \leq 35$	16
$S_{fase} > 35$	$S_{fase}/2$

Tabla 1.14. Sección conductores de protección.

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

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

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

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

1.8.7.2. Conductores de equipotencialidad.

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

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

1.8.7.3. Resistencia de las tomas de Tierra.

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

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

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

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

1.8.7.4. Tomas de Tierra independientes.

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

1.8.7.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

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

- No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

- La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($<100 \Omega \cdot m$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

- El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

1.8.7.6. Revisión de las tomas de tierra.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de

la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

1.8.8. Receptores 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.

1.8.8.1. Resumen receptores a motor.

Descripción	Potencia (W)	Unidades
<i>Motor asíncrono trifásico con reductor para transportadores sinfín</i>	2000	46
<i>Motor asíncrono trifásico ventiladores para horno quemador</i>	7500	4
<i>Motor asíncrono trifásico rotación de tromel</i>	20000	2
<i>Motor asíncrono trifásico vibro tolvas</i>	1500	4
<i>Motor asíncrono trifásico para válvulas de accionamiento motorizado</i>	740	2
<i>Motor asíncrono trifásico V.T.I. secadero</i>	200000	1
<i>Motor asíncrono trifásico para molino de martillos</i>	50000	1
<i>Motor asíncrono trifásico para máquina de tamizado</i>	12000	1
<i>Motor asíncrono trifásico mezclador granuladora</i>	15000	2
<i>Motor asíncrono trifásico granuladora</i>	100000	2
<i>Motor asíncrono trifásico engrase granuladoras</i>	5000	2
<i>Motor asíncrono trifásico cinta salida granuladoras</i>	3000	1
<i>Motor asíncrono trifásico V.T.I ciclón enfriado</i>	30000	1
<i>Motor asíncrono trifásico máquina de envasado.</i>	8000	1

Tabla 1.15. Receptores a motor

1.8.9. 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 voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

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

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

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.

1.8.9.1. Resumen receptores alumbrado.

1.8.9.1.1. Nave Industrial.

Zona	Descripción	Potencia (W)	Unidades
Producción	PHILIPS HPK460 1xHPL-N400w P-D635-NB	400	17

<i>Envasado/Almacenado.</i>	PHILIPS BCW216 2xLT-GA25W/840	50	27
<i>Sala Ventas</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	6
<i>Sala recepción</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	6
<i>Sala cuadros</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	6
<i>Sala de control</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	6
<i>Almacenes</i>	PHILIPS RC 160V 1xLED34/840 PSU	50	3
<i>Aseos</i>	PHILIPS BBS490 1xLED-3000C	24	2

Tabla 1.16. Receptores alumbrado Nave Industrial.

1.8.9.1.2. Edificio Oficinas.

Zona	Descripción	Potencia (W)	Unidades
<i>Hall</i>	PHILIPS RC 160V 1xLED34/840 PSU	50	6
<i>Recepción</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	5
<i>Oficina 1</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	4
<i>Oficina 2</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	4
<i>Laboratorio</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	4
<i>Almacén</i>	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	34	1
<i>Aseos</i>	PHILIPS BBS490 1xLED-3000C	24	2

Tabla 1.17. Receptores alumbrado Oficinas.

1.8.9.1.3. Alumbrado exterior.

Zona	Descripción	Potencia (W)	Unidades
<i>Patio exterior</i>	PHILIPS HPK460 1xHPL-N400w P-D635-NB	400	13
<i>Perímetro Nave</i>	PHILIPS BVP650 10K 1xEco/470 A	90	13
<i>Recinto Industrial</i>	PHILIPS BGP621 30xLED-HB/CW OFR1	70	23

Tabla 1.18. Receptores alumbrado exterior.

1.8.9.2. Alumbrado de emergencia.

El alumbrado de emergencia se realizará a base de luminarias con lámparas fluorescentes fabricadas para tal fin, consiguiendo en caso de falta de suministro eléctrico, un nivel mínimo de iluminación de 5 lm durante un mínimo de una hora, en las zonas de evacuación. También se colocarán luminarias de emergencia en las zonas próximas a los cuadros de protección.

Estos aparatos estarán constituidos por baterías de acumuladores o aparatos autónomos Automáticos. La puesta en funcionamiento de los mismos se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados, por la energía procedente de la compañía suministradora, o cuando la tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

Las líneas que alimenten directamente los circuitos individuales de las lámparas de los aparatos de los alumbrados de emergencia estarán protegidas por automáticos con una intensidad nominal de 10 A. como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de doce puntos de luz y con un mínimo de tres circuitos para todo el local, aunque el número de puntos de luz sea inferior a doce.

1.8.10. Corrección del factor de potencia.

Se instalará una batería de condensadores a la entrada del CGBT con el fin de corregir el factor de potencia de la instalación.

Este tipo de compensación ofrece una solución generalizada para corregir el factor de potencia ya que la potencia total del banco de capacitores se instala en la acometida, cerca de los tableros de distribución de energía, los cuales, suministran la potencia reactiva demandada por diversos equipos con diferentes potencias y tiempos de operación.

La potencia total del banco de capacitores se divide en varios bloques que están conectados a un regulador automático de energía reactiva, que conecta y desconecta los bloques que sean necesarios para obtener el factor de potencia previamente programado endicho regulador.

La compensación centralizada presenta las siguientes ventajas:

- Mejor utilización de la capacidad de los bancos de capacitores.
- Se tiene una mejora en la regulación del voltaje en sistema eléctrico.
- Suministro de potencia reactiva según los requerimientos del momento.
- Es de fácil supervisar.

Las características de la instalación y los datos de partida para la colocación de la batería de condensadores son:

- Suministro: Trifásico.
- Tensión Compuesta: 400 V.
- Potencia activa: 698098.38 W.
- $\cos\phi$ actual: 0.8.
- $\cos\phi$ a conseguir: 0.9.
- Conexión de condensadores: en Triángulo.

Las características de la batería de condensadores a instalar son:

- Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 185.47
- Gama de Regulación: (1:2:4)
- Potencia de Escalón (kVAr): 26.5
- Capacidad Condensadores (μF): 175.7

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.

1.9. Automatización y control del proceso.

1.9.1. Objetivo.

El objetivo del control y automatizado del proceso es el de la mejora de las condiciones de producción, así como de los tiempos de trabajo y la eficiencia del proceso productivo.

Mediante un sistema de automatización se controlarán todas las variables que intervienen en el proceso productivo por medio de sensores y captadores y actuará de una u otra forma en función de las necesidades sobre los diferentes actuadores que componen la cadena de producción.

1.9.2. PLC S-7 300.

El PLC escogido para la automatización es el modelo S7-300 de Siemens. El hardware del PLC está formado por los siguientes componentes:

- Bastidor principal *IM 360* sobre el que se alojará:

Fuente de alimentación PS307 5 A

CPU 314C-2 PN/DP

5 Módulos de salidas digitales DO16 24V/0.5A

Módulo de salidas digitales DO 8xDC24V/0,5^a

Módulo de salidas analógicas 4AO/16bits

Módulo de entradas analógicas; AI8x16Bit; 1.5V, +/- 5V, +/- 10V; 0..20mA, 4..20mA, +/- 20 mA

- Bastidor secundario IM 361 sobre el que se alojará:

Módulo de entradas digitales DI32 24V

1.9.3. Variables.

1.9.3.1. Variables físicas.

Para el diseño del programa del PLC será necesario previamente conocer el número de variables físicas tanto digitales (1 bit) como analógicas (16 bits) que serán empleadas en el programa de control.

Las variables físicas son todas aquellas señales, ya sean entradas o salidas al PLC que reciben o aportan alguna información al mismo.

Para la configuración del hardware se debe conocer el número de variables físicas que intervienen en el proceso. En nuestro caso el número de variables que se necesitan para el control es el siguiente:

- E Entradas digitales (1bit):142
- A Salidas digitales (1 bit):95
- PEW Entradas analógicas (16bits):11
- PAW Salidas analógicas (16bits):6

1.9.3.2. Variables internas del programa.

Se trata de variables internas del PLC necesarias para crear el programa de automatización. Se utilizarán las siguientes variables internas:

- M Marca interna del programa (1bit).
- MW Marca interna del programa (16 bits)
- TIM Bloques de temporización.

También se han utilizado diversos bloques y funciones internas del programa para la realización del mismo.

Se adjuntará una hoja de Excel al proyecto donde se detallan tanto las variables físicas como internas utilizadas en el mismo.

1.9.4. Estructura del programa de automatización.

La programación se ha realizado con el programa Simatic Step7 de Siemens

El programa se ha estructurado en diversos bloques para simplificar su complejidad y para una mayor facilidad de modificaciones futuras si fuese necesario. La descripción y función de cada bloque se detalla a continuación:

- OB1. Bloque principal de organización.

Desde este bloque principal se llama a las sub-funciones que se detallarán posteriormente. Contiene las partes más importantes del sistema:

Paso de entradas físicas a relé.

Escalado de señales físicas analógicas.

Alarmas del sistema.

Simulación.

- FC1. Función Zona Secadero.

En esta función se realiza la programación del modo manual, de la maniobra y la alarma de todas las variables de la zona secadero.

- FC2. Función Zona Molinos.

En esta función se realiza la programación del modo manual, maniobra y la alarma de todas las variables de la zona de molinos.

- FC3. Función Zona Granuladoras.

En esta función se realiza la programación del modo manual, maniobra y la alarma de todas las variables de la zona de granuladoras.

- FC4. Función Scada.

En esta función se programan todas las variables internas para el funcionamiento de la pantalla SCADA integrada en el proyecto, así como las animaciones introducidas.

- DB1. DB2. Bloques de datos.

Se utilizan para el envío de las alarmas y su registro a la pantalla SCADA.

1.9.5. Sistema SCADA.

Para la supervisión y el control del proceso automatizado se diseñará un sistema SCADA (*Supervising Control And Data Adquisicion*) desde el cual un operario podrá controlar todo el proceso desde un monitor de un ordenador.

El SCADA se ha realizado con el programa WinCC flexible 2008 de Siemens.

1.9.6. Simulación.

Para la exposición del trabajo se ha realizado una simulación del proceso. Para ello se han modificado algunas variables y se ha utilizado el simulador de módulos que incorpora Step7.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1. Línea Subterránea de Media Tensión.	77
2.1.1. Datos de partida.....	77
2.1.2. Cálculo de la intensidad y nivel de saturación del conductor.....	78
2.1.3. Intensidad de cortocircuito.	80
2.1.4. Caída de tensión.....	81
2.2. Centro de Transformación.	82
2.2.1. Intensidad de Alta Tensión.....	82
2.2.2. Intensidad de Baja Tensión.....	83
2.2.3. Cortocircuitos.	83
2.2.3.1. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.	84
2.2.4. Dimensionado del embarrado.	85
2.2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.....	85
2.2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	85
2.2.4.3. Comprobación por sollicitación térmica. Sobreintensidad térmica admisible.	86
2.2.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.....	86
2.2.6. Dimensionad de la ventilación del C.T.	87
2.2.7. Dimensiones del pozo apagafuegos.	87
2.2.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	87
2.2.8.1. Investigación de las características del suelo.....	87
2.2.8.2. Determinación de las corrientes máximas depuesta a tierra tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.....	88
2.2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.	88
2.2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.....	91
2.2.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	92
2.2.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	93
2.2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.	94
2.2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.	95
2.2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo. 96	
2.3. Instalación eléctrica de Baja Tensión.	96
2.3.1. Ecuaciones de cálculo.	96
2.3.1.1. Sistema trifásico.....	96

2.3.1.2.	<i>Sistema monofásico.</i>	97
2.3.1.3.	<i>Conductividad eléctrica.</i>	98
2.3.1.4.	<i>Sobrecargas.</i>	99
2.3.1.5.	<i>Compensación de energía reactiva.</i>	99
2.3.2.	<i>Demanda de potencias.</i>	100
2.3.3.	<i>Cálculo Derivación Individual.</i>	100
2.3.4.	<i>Cálculo de la línea a Cuadro General.</i>	101
2.3.5.	<i>Cálculo de la línea Subcuadro Secadero.</i>	102
2.3.6.	<i>Subcuadro Secadero.</i>	103
2.3.7.	<i>Cálculo de la línea V.T.I.</i>	134
2.3.8.	<i>Cálculo de la línea Subcuadro Molino/Tamizado.</i>	135
2.3.9.	<i>Subcuadro Molino/Tamizado.</i>	136
2.3.10.	<i>Cálculo de la línea Subcuadro Peletizado.</i>	147
2.3.11.	<i>Subcuadro Peletizado.</i>	148
2.3.12.	<i>Cálculo de la línea Subcuadro Alumbrado/T. Fuerza.</i>	176
2.3.13.	<i>Subcuadro Alumbrado/T. Fuerza.</i>	177
2.3.14.	<i>Cálculo de la línea Subcuadro Oficinas.</i>	199
2.3.15.	<i>Subcuadro Oficinas.</i>	200
2.3.16.	<i>Cálculo de la batería de condensadores.</i>	208
2.3.17.	<i>Cálculo de la puesta a tierra.</i>	210

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1. Línea Subterránea de Media Tensión.

2.1.1. Datos de partida.

El conductor utilizado será un cable unipolar de aislamiento seco, 240 mm² de sección de Al. 12/20kV HEPRZ-1, en instalación bajo tubo a una profundidad media de 1 m.

Según las normas particulares de la Compañía Suministradora, la intensidad máxima admisible del conductor corresponderá a lo indicado en la siguiente tabla, cuyos valores quedan recogidos en la Norma UNE 20 435, con las siguientes características de instalación:

- Conductores enterrados a 1 metro.
- Temperatura ambiente del terreno de 25 °C.
- Resistividad térmica media de 1 K·m/W.
- 3 cables unipolares en haz.

Los valores de la intensidad según lo indicado se recogen en la tabla siguiente:

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación al aire	Instalación enterrada
	Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
150	320	315
240	435	415
400	580	530
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	- Temperatura del aire: 40° C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.	- Temperatura del terreno: 25° C - 3 cables unipolares en trébol - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1 K·m/W

Tabla2.1. Valores de intensidad de los conductores de MT según instalación.

No obstante, se determinara la intensidad máxima de instalación en las condiciones existentes, que son las siguientes:

- Conductores enterrados a 1 metro.
- Temperatura ambiente del terreno de 25°C.
- Resistividad térmica media de 1 K · m/W.
- Cable enterrado bajo tubo.

Las condiciones de instalación difieren de las condiciones que nos facilitan la tabla 2.1, por lo tanto, se deberá aplicar factor de corrección para conductor enterrado bajo tubo. Los factores de corrección son los siguientes:

Factor de corrección por cable entubado: Se aplicara el factor de corrección de **0,85** para una terna de cables unipolares instalados en el interior de un mismo tubo.

Con los factores de corrección calculados, la intensidad máxima admisible según la tabla 2.1 para un conductor de 240 mm² enterrado en las condiciones mencionadas es de:

$$I_{\max Admisible} = 415 \cdot 0,85 = 352,75A$$

2.1.2. Cálculo de la intensidad y nivel de saturación del conductor.

Para el cálculo de la intensidad que circula por el conductor se tendrá en cuenta la máxima potencia que puede suministrar el Transformador instalado que es de 1000kVA, con el fin de suponer las condiciones más desfavorables.

La intensidad en un sistema trifásico viene expresada como:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (1)$$

, donde:

I = Intensidad del sistema.

S = Potencia aparente en kVA.

U = Tensión de línea en kV.

$$I = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 28,87 \text{ A}$$

Tal y como se ha calculado la intensidad máxima que puede circular por el conductor es de 28,87^a, valor muy por debajo de la intensidad máxima que soporta el conductor calculado en el anterior apartado.

Se ha elegido una sección del conductor de 240mm² por las restricciones de la compañía suministradora respecto a las secciones de los cables y con el objetivo de unificar y hacer más homogénea la red, ya que la línea a la que se conectará será de idéntica sección.

Se calculara el valor de la saturación del conductor subterráneo de media tensión según lo siguiente:

$$\text{Saturación \%} = \frac{I_{\text{linea}}}{I_{\text{maxima}}} \cdot 100 \quad (2)$$

, siendo:

I_{linea} = Intensidad máxima que circula por la línea (A).

I_{maxima} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Por lo tanto se obtiene:

$$\text{Saturación \%} = \frac{28,87}{352,75} \cdot 100 = 8,18\%$$

Se comprueba que el cable escogido está sobredimensionado y puede transportar con facilidad la intensidad que ha de circular.

2.1.3. Intensidad de cortocircuito.

Para calcular la intensidad de cortocircuito en la línea, la empresa suministradora ENDESA S.A. nos ha suministrado la potencia de cortocircuito en el entronque cuyo valor es de 500 MVA.

Para calcular la corriente de cortocircuito se realizara con la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (3)$$

, siendo:

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito (kA).

S_{cc} = Potencia de cortocircuito (MVA).

U_n = Tensión nominal de línea (kV).

$$I_{cc} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14,43 \text{ kA}$$

Las intensidades de corriente de cortocircuito en kA, admisibles para diferentes tiempos de duración del cortocircuito se recogen en la tabla que se muestra a continuación. Estas intensidades corresponden a una temperatura máxima de 250°C alcanzada por el conductor, supuesto que todo el calor desprendido durante el proceso del cortocircuito es absorbido por el conductor.

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,6	31,5	25,8	19,9	18,2	22,6	11,5	10,0	8,9	8,1
240	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
400	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

Tabla2.2. Valores de intensidad de cortocircuito según tiempo de falta.

Compañía suministradora indica que la duración del cortocircuito no debe sobrepasar los 0,2 s, por lo tanto, según tabla 2.2 el conductor a emplear de 240 mm² soporta una intensidad de cortocircuito de 50,4 kA, por lo tanto el conductor a emplear cumple con creces el parámetro de intensidades de cortocircuito.

2.1.4. Caída de tensión.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \cdot L \quad (4)$$

, siendo:

ΔU = Caída de tensión en voltios.

I = Intensidad de la línea en amperios.

R = Resistencia del conductor en Ω/km (max. a 90° C).

X = Reactancia inductiva en Ω/km .

L = Longitud de la línea en km.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cos \varphi} \quad (5)$$

, siendo:

P = Potencia transportada en kilovatios.

U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U \% = P \frac{L}{10U^2} (R + X \tan \varphi) \quad (6)$$

Por tanto, con la ayuda de las características del conductor descritas en el apartado de la Memoria del presente proyecto, y teniendo en cuenta una longitud de la línea de 66,5 metros se tiene que:

$$\Delta U \% = 900 \frac{0,0665}{10 \cdot 20^2} (0,168 + 0,102 \cdot \tan 25,84) = 0,00325\%$$

Los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán de ± 7 por 100 de la tensión de alimentación declarada, de acuerdo al R.D. 1955/2000 de 1 de diciembre.

Como se puede comprobar la caída de tensión cumple con creces las restricciones.

2.2. Centro de Transformación.

2.2.1. Intensidad de Alta Tensión.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (7)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 20 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo en la ecuación anterior, para el caso del transformador instalado, con una potencia de 1000kVA se obtiene:

$$I_p = 28,86A$$

2.2.2. Intensidad de Baja Tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (8)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores en la ecuación anterior tenemos:

$$I_s = 1425,77A$$

2.2.3. Cortocircuitos.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

2.2.3.1. Cálculo de las corrientes de cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (9)$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Sustituyendo obtenemos la intensidad primaria de cortocircuito:

$$I_{ccp} = 14,43 \text{ kA}$$

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión).

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot U_s} \quad (10)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

Teniendo en cuenta la tensión porcentual de cortocircuito para el transformador (6%) y sustituyendo en la expresión anterior obtenemos:

$$I_{ccs} = 24,06 \text{ kA}$$

2.2.4. Dimensionado del embarrado.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

2.2.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168218XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249139XA realizado por VOLTA.

2.2.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

Los ensayos garantizan una resistencia electrodinámica de 40kA.

2.2.4.3. Comprobación por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por solicitud térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo RM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51168210XB realizado por VOLTA.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

Los ensayos garantizan una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

2.2.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.

- Alta Tensión.

No se instalarán fusibles de alta tensión al utilizar como interruptor de protección un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan.

- Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión del transformador se instalará un Cuadro de Distribución homologado por la Compañía Suministradora.

El cuadro constará de cuatro salidas de Baja Tensión, las cuales estarán protegidas por fusibles $I_n = 315 \text{ A}$.

2.2.6. Dimensionad de la ventilación del C.T.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 62271-102, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

2.2.7. Dimensiones del pozo apagafuegos.

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Para un transformador de 1000kVA de potencia el volumen mínimo del foso es de 598 litros.

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

2.2.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.

2.2.8.1. 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 = 150 Ω m.

2.2.8.2. *Determinación de las corrientes máximas depuesta a tierra tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.*

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.)), el tiempo máximo de desconexión del defecto es de 1s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 78.5 \quad n = 0.18.$$

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

$$R_n = 12 \, \Omega \quad X_n = 0 \, \Omega. \quad ; \text{ con:}$$

$$|Z_n| = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} \quad (11)$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d(max) = \frac{U_s max}{\sqrt{3} + Z_n} \quad (12)$$

Siendo $U_{s \, max} = 20000V$, se obtiene un valor de $I_d=962,25A$, valor que la Compañía Suministradora redondea a 1000A.

2.2.8.3. *Diseño preliminar de la instalación de tierra.*

- **Tierra de protección.**

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

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

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

- Identificación: Código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,135\Omega/(\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0,0252V/(\Omega \cdot m \cdot A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

- **Tierra de servicio.**

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

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: Código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,135\Omega/(\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0,0252V/(\Omega \cdot m \cdot A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

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

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

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

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.2.8.8.

2.2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

- **Tierra de protección.**

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra R_t :

$$R_t = K_r \cdot \sigma \quad (13)$$

- Intensidad de defecto I_d :

$$I_d = \frac{U_{s\max} V}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (14)$$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t \quad (15)$$

Siendo:

σ = Resistividad del terreno ($150\Omega \cdot m$)

$K_r = 0,135\Omega/(\Omega \cdot m)$

R_t = Resistencia del sistema de puesta a tierra

I_d = Intensidad de defecto en amperios.

U_d = Tensión de defecto en voltios

$U_{s(max)} = 20000V$.

Sustituyendo en las expresiones anteriores obtenemos:

$$R_t = 20,3\Omega$$

$$I_d = 358,05A$$

$$U_d = 7250,5V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 8000 Voltios.

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

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

- **Tierra de servicio.**

$$R_t = K_r \cdot \sigma = 0,135 \cdot 150 = 20,3\Omega$$

Se comprueba que el valor es inferior a 37Ω .

2.2.8.5. 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 de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$Rt = Kp \cdot \sigma \cdot Id = 0,0252 \cdot 150 \cdot 358,05 = 1353,4V$$

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

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

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_{p \text{ acceso}} = U_d = R_t \cdot I_d = 20,3 \cdot 358,05 = 7250,05V \quad (16)$$

2.2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

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

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n} \quad (17)$$

Siendo:

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

$K = 78,5$

$n = 0,18$

t = Duración de la falta en segundos: 1s.

Sustituyendo en la anterior expresión se obtiene:

$$U_{ca} = 78,5V$$

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

$$U_{p \text{ (exterior)}} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 \cdot \sigma}{1000} \right) \quad (18)$$

$$U_{p \text{ (acceso)}} = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma h}{1000} \right) \quad (19)$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso en voltios.

$K = 78,5$

$n = 0,18$

t = Duración de la falta en segundos: 1s.

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = $3000\Omega m$

Sustituyendo en las anteriores expresiones se obtiene:

$$U_{p (exterior)} = 1491,5V$$

$$U_{p (acceso)} = 8203,3V$$

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

- En el exterior:

$$U_p = 1353,4V < U_{p (exterior)} = 1491,5V$$

- En el acceso al C.T.:

$$U_d = 7250,5V < U_{p (acceso)} = 8203,3V$$

2.2.8.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

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

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una

distancia de separación mínima D_{min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{min} = \frac{\sigma \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} \quad (20)$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega m$$

$$I_d = 38,05^a$$

Sustituyendo en la expresión anterior se obtiene:

$$D_{min} = 8,55m$$

2.2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

2.3. Instalación eléctrica de Baja Tensión.

2.3.1. Ecuaciones de cálculo.

2.3.1.1. Sistema trifásico.

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot R} \quad (21)$$

$$e = \frac{L \cdot Pc}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{L \cdot Pc \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi} \quad (22)$$

Siendo:

P_c = Potencia de cálculo (W).

L = Longitud de cálculo (m).

e = Caída de tensión (V).

K = Conductividad.

I = Intensidad (A).

U = Tensión de servicio (V).

S = Sección del conductor (mm²).

$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

N = Número de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud (mΩ/m).

2.3.1.2. Sistema monofásico.

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi \cdot R} \quad (23)$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot Pc}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{2 \cdot L \cdot Pc \cdot X_u \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi} \quad (24)$$

Siendo:

P_c = Potencia de cálculo (W).

L = Longitud de cálculo (m).

e = Caída de tensión (V).

K = Conductividad.

I = Intensidad (A).

U = Tensión de servicio (V).

S = Sección del conductor (mm^2).

$\cos \varphi$ = Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

N = Número de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud ($\text{m}\Omega/\text{m}$).

2.3.1.3. Conductividad eléctrica.

$$K = \frac{1}{\rho} \quad (25)$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20)] \quad (26)$$

$$T = T_0 + \left[(T_{\max} - T_0) \left(\frac{I}{I_{\max}} \right)^2 \right] \quad (27)$$

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 .

$Cu = 0,018$

$Al = 0,029$

α = Coeficiente de temperatura.

$Cu = 0,00392$

$Al = 0,00403$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente.

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$ = Temperatura máxima admisible del conductor.

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor.

2.3.1.4. Sobrecargas.

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (28)$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad (29)$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

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 ($1,6 I_n$).

2.3.1.5. Compensación de energía reactiva.

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (30)$$

$$\tan \varphi = \frac{Q}{P} \quad (31)$$

$$Q_c = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \quad (32)$$

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{U^2 \cdot \omega} \quad (\text{Conexión estrella}) \quad (33)$$

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega} \quad (\text{Conexión triángulo}) \quad (34)$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\varphi 1$ = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varphi 2$ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$; $f = 50$ Hz.

C = Capacidad condensadores (F).

2.3.2. Demanda de potencias.

La potencia total instalada será:

Subcuadro Secadero	115440 W
V.T.I.	200000 W
Subcuadro Molino/Tamizado	80150 W
Subcuadro Peletizado	321780 W
Subcuadro Alumbrado/T. Fuerza	68219 W
Subcuadro Oficinas	14310 W
TOTAL.....	799899 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 18929

- Potencia Instalada Fuerza (W): 780970

- Potencia Máxima Admisible (W): 779261.44

2.3.3. Cálculo Derivación Individual.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

Longitud: 35 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

Potencia a instalar: 799899 W.

Potencia de cálculo obtenida: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

698098,38 W (Coeficiente de Simultaneidad = 0,8)

Según (21):

$$I = \frac{698098,38}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 1259,56A$$

Se eligen conductores Unipolares 4(4x240)mm² Al.

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 1376 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 4(200) mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.46

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{35 \cdot 698098,38}{27,82 \cdot 400 \cdot 4 \cdot 240} = 2,29V = 0,57\%$$

$$e_{total} = 0,57\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1600 A. Térmico reg. Int.Reg: 1406 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador Diferencial Sens.: 300 mA.

2.3.4. Cálculo de la línea a Cuadro General.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: Barras Blindadas

Longitud: 3 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 799899 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

779110,69W (Coeficiente de Simultaneidad = 0,9)

Según (21):

$$I = \frac{779110,69}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 1405,73A$$

Se eligen conductores Unipolares 3x720/360mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

l.ad. a 40°C (Fc=1) 1600 A. barras blindadas

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78,6

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{3 \cdot 779110,69}{45,18 \cdot 400 \cdot 720} = 0,18V = 0,04\%$$

$$e_{total} = 0,62\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

2.3.5. Cálculo de la línea Subcuadro Secadero.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: Barras Blindadas

Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 115440 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

97352W (Coeficiente de Simultaneidad = 0,8)

Según (21):

$$I = \frac{97352}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 175,65A$$

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): 40,85

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{0,3 \cdot 97352}{51,36 \cdot 400 \cdot 600} = 0V = 0\%$$

$$e_{total} = 0,62\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

Protección Térmica en Principio de Línea

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

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador Diferencial Sens.: 300 mA.

2.3.6. Subcuadro Secadero.

DEMANDA DE POTENCIAS.

Potencia instalada:

Motor sf. 1.1	2000 W
Motor sf. 1.2	2000 W
Motor sf. 2	2000 W
Motor sf. 3.1	2000 W
Motor sf. 3.2	2000 W
Motor Vibro T. 1	1500 W
Motor Vibro T. 2	1500 W
Motor Vibro T. 3	1500 W
Sf entr tromel 1.1	2500 W

Sf entr tromel 1.2	2000 W
Sf entr tromel 1.3	2000 W
Ventilador horno 1	6500 W
Ventilador horno 2	6500 W
Ventilador horno 3	6500 W
Sf alim. horno 1.1	2500 W
Sf alim. horno 1.2	2000 W
Vnt. inyect horno	6500 W
Tromel 1.1	20000 W
Tromel 1.2	20000 W
Sf salid trmel 1.1	2000 W
Sf salid trmel 1.2	2000 W
Valvula VTI	740 W
Sf salida ceniza	2000 W
Vibro tolv general	1500 W
Vibro tolv hueso	1500 W
Sf ent. silos 1.1	2000 W
Sf ent. silos 1.2	2000 W
Sf ent. silos 1.3	2000 W
Sf ent. silos 1.4	2000 W
Sf ent. silos 1.5	2000 W
Sf ent. silo 2	2000 W
Sf ent. silo 3	2000 W
Valvulas secadero	200 W
TOTAL.....	115440 W

Potencia Instalada Fuerza (W): 115440

- Cálculo de la línea Motor sf. 1.1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 35 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{35 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,71V = 0,43\%$$

$$e_{total} = 1,04\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A

- Cálculo de la línea Motor sf. 1.2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 35 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{35 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,71V = 0,43\%$$

$$e_{total} = 1,04\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor sf. 2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 45 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{45 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,2V = 0,55\%$$

$$e_{total} = 1,17\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor sf. 3.1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{50 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,44V = 0,61\%$$

$$e_{total} = 1,23\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor sf. 3.2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{50 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,44V = 0,61\%$$

$$e_{total} = 1,23\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Vibro T.1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 40 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 1500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

1875W

Según (21):

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,81

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{40 \cdot 1875}{51,36 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,46V = 0,37\%$$

$$e_{total} = 0,98\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Vibro T.2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 46 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 1500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

1875W

Según (21):

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,81

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{46 \cdot 1875}{51,36 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,68V = 0,42\%$$

$$e_{total} = 1,04\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Vibro T.3.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 52 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 1500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

1875W

Según (21):

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,81

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{52 \cdot 1875}{51,36 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,9V = 0,47\%$$

$$e_{total} = 1,09\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf entr tromel 1.1

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 48 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3125W

Según (21):

$$I = \frac{3125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 5,64A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42,26

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{48 \cdot 3125}{51,1 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,94V = 0,73\%$$

$$e_{total} = 1,35\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf entr tromel 1.2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 35 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{35 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,71V = 0,43\%$$

$$e_{total} = 1,04\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf entr tromel 1.3

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: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{15 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,73V = 0,18\%$$

$$e_{total} = 0,8\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Ventilador horno 1

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 28 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 6500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

8125W

Según (21):

$$I = \frac{8125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 14,66A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55,3

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{28 \cdot 8125}{48,8 \cdot 400 \cdot 2,5} = 4,66V = 1,17\%$$

$$e_{total} = 1,78\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Ventilador horno 2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 29 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 6500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

8125W

Según (21):

$$I = \frac{8125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 14,66A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55,3

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{29 \cdot 8125}{48,8 \cdot 400 \cdot 2,5} = 4,83V = 1,21\%$$

$$e_{total} = 1,82\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16A

- Cálculo de la línea Ventilador horno 3

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 6500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

8125W

Según (21):

$$I = \frac{8125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 14,66A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55,3

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{30 \cdot 8125}{48,8 \cdot 400 \cdot 2,5} = 4,99V = 1,25\%$$

$$e_{total} = 1,87\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16A.

- Cálculo de la línea Motor Sf alim. horno 1.1

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 45 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3125W

Según (21):

$$I = \frac{3125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 5,64A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42,26

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{45 \cdot 3125}{51,1 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,75V = 0,69\%$$

$$e_{total} = 1,31\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf alim. horno 1.2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 40 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{40 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,95V = 0,49\%$$

$$e_{total} = 1,11\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Vnt. Inyector horno

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 6500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

8125W

Según (21):

$$I = \frac{8125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 14,66A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55,3

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{30 \cdot 8125}{48,8 \cdot 400 \cdot 2,5} = 4,99V = 1,25\%$$

$$e_{total} = 1,87\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16A.

- Cálculo de la línea Tromel 1.1

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 51 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 20000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

25000W

Según (21):

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 45,11A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64,08

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{51 \cdot 25000}{47,37 \cdot 400 \cdot 10} = 6,73V = 1,68\%$$

$$e_{total} = 2,3\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 47A.

- Cálculo de la línea Tromel 1.2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 45 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 20000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

25000W

Según (21):

$$I = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 45,11A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64,08

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{45 \cdot 25000}{47,37 \cdot 400 \cdot 10} = 5,94V = 1,48\%$$

$$e_{total} = 2,1\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 47A.

- Cálculo de la línea Motor Sf salid trml 1.1

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 42 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{42 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,05V = 0,51\%$$

$$e_{total} = 1,13\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf salid trml 1.2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 16 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{16 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,78V = 0,2\%$$

$$e_{total} = 0,81\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Válvula VT1

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: 740 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

925W

Según (21):

$$I = \frac{925}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 1,67A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,2

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{25 \cdot 925}{51,48 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,45V = 0,11\%$$

$$e_{total} = 0,73\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf salida ceniza

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 38 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21)

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{38 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,85V = 0,46\%$$

$$e_{total} = 1,08\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Vibro tolv general.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 50 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 1500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

1875W

Según (21):

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,81

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{50 \cdot 1875}{51,36 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,83V = 0,46\%$$

$$e_{total} = 1,07\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Vibro tolv. hueso

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 40 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 1500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

1875W

Según (21):

$$I = \frac{1875}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,38A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 150x60 mm (Bandeja compartida: BANDP1). Sección útil: 6905 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,81

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{40 \cdot 1875}{51,36 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,46V = 0,37\%$$

$$e_{total} = 0,98\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. silos 1.1

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: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{24 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,17V = 0,29\%$$

$$e_{total} = 0,91\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. silos 1.2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 22 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{22 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,08V = 0,27\%$$

$$e_{total} = 0,89\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. silos 1.3

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{30 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,47V = 0,237\%$$

$$e_{total} = 0,98\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. silos 1.4

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{30 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,47V = 0,37\%$$

$$e_{total} = 0,98\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. silos 1.5

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 34 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{34 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,66V = 0,42\%$$

$$e_{total} = 1,03\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. silo 2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canál Suspendida

Longitud: 19 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{19 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,93V = 0,23\%$$

$$e_{total} = 0,85\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. silo 3

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 11 m; Cos φ : 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{11 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,54V = 0,13\%$$

$$e_{total} = 0,75\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Válvulas Secadero.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 34 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 200 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

200W

Según (23):

$$I = \frac{200}{230 \cdot 0,8} = 1,09A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,08

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 34 \cdot 200}{51,5 \cdot 230 \cdot 2,5} = 0,46V = 0,2\%$$

$$e_{total} = 0,82\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.3.7. Cálculo de la línea V.T.I.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 27 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 200000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

250000W

Según (21):

$$I = \frac{250000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 451,07A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x240+TTx120mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 468 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 86,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{27 \cdot 250000}{44,08 \cdot 400 \cdot 240} = 1,6V = 0,4\%$$

$$e_{total} = 1,02\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg: 460 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador Diferencial Sens.: 300 mA.

2.3.8. Cálculo de la línea Subcuadro Molino/Tamizado.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: Barras Blindadas

Longitud: 0,3 m; Cos ϕ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 80150 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

76620W (Coeficiente de Simultaneidad = 0,8)

Según (21):

$$I = \frac{76620}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 138,24A$$

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): 40,52

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{0,3 \cdot 76620}{51,42 \cdot 400 \cdot 600} = 0V = 0\%$$

$$e_{total} = 0,62\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 160 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador Diferencial Sens.: 300 mA.

2.3.9. Subcuadro Molino/Tamizado.

DEMANDA DE POTENCIAS

Potencia instalada:

Sf silos pulmon	2000 W
Sf realim. molino	2000 W
Tamizador	12000 W
Sf ent. tamizador	2000 W
Molino	50000 W
Sf entrad. molino	2000 W
Sf sal. silos	2000 W
Sf sal. silo 2	2000 W
Sf sal. silo 3	2000 W
Sf tolv prod. 1.1	2000 W
Sf tolv prod. 1.2	2000 W
Valv. zona molinos	150 W
TOTAL.....	80150 W

Potencia Instalada Fuerza (W): 80150

- Cálculo de la línea Motor Sf silos pulmón.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 62 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{62 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 3,02V = 0,76\%$$

$$e_{total} = 1,37\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf realim. Molino.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 45 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{45 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,2V = 0,55\%$$

$$e_{total} = 1,17\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Tamizador

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 51 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 12000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

15000W

Según (21):

$$I = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 27,06A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68,26

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{51 \cdot 15000}{46,72 \cdot 400 \cdot 4} = 10,23V = 2,56\%$$

$$e_{total} = 3,18\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. tamizador.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 47 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{47 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,29V = 0,57\%$$

$$e_{total} = 1,19\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Molino.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 43 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 50000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

62500W

Según (21):

$$I = \frac{62500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 112,77A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 137 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73,88

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{43 \cdot 62500}{45,87 \cdot 400 \cdot 35} = 4,19V = 1,05\%$$

$$e_{total} = 1,66\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf ent. molino.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 41 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{41 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2V = 0,5\%$$

$$e_{total} = 1,12\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf sal Silos.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{30 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,47V = 0,37\%$$

$$e_{total} = 0,98\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf sal silo 2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 16 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{16 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,78V = 0,2\%$$

$$e_{total} = 0,81\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf sal silo 3

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canál Suspendida

Longitud: 8 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{8 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,39V = 0,1\%$$

$$e_{total} = 0,71\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf tolv prod. 1.1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 23 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{23 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,12V = 0,28\%$$

$$e_{total} = 0,9\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Motor Sf tolv prod. 1.2.

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: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 200x60 mm (Bandeja compartida: BANDP2). Sección útil: 9650 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{26 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,27V = 0,32\%$$

$$e_{total} = 0,93\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Válvulas zona Molino

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 150 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

150W

Según (23):

$$I = \frac{150}{230 \cdot 0,8} = 0,82A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 150x40 mm (Canal compartida: CANAL1). Sección útil: 3790 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,05

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 150}{51,51 \cdot 230 \cdot 2,5} = 0,3V = 0,13\%$$

$$e_{total} = 0,75\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.3.10. Cálculo de la línea Subcuadro Peletizado.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: Barras blindadas

Longitud: 0,3 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 321780 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

282424W (Coeficiente de Simultaneidad = 0,8)

Según (21):

$$I = \frac{282424}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 509,57A$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. Barras blindadas

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47,12

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{0,3 \cdot 282424}{50,22 \cdot 400 \cdot 600} = 0,01V = 0\%$$

$$e_{total} = 0,62\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 630 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador Diferencial Sens.: 30 mA.

2.3.11. Subcuadro Peletizado.

DEMANDA DE POTENCIAS.

Potencia instalada:

Valv. selec. silos	740 W
Sf entrada GR1	2500 W
Mezclador GR1	15000 W
Granuladora 1	100000 W
Engrase GR1	5000 W
Sf entrada GR2	2500 W
Mezclador GR2	15000 W
Granuladora 2	100000 W
Engrase GR2	5000 W
Cinta sal. pellet	3000 W
Sf ent. ciclon 1.1	2000 W
Sf ent. ciclon 1.2	2000 W
Sf ent. ciclon 1.3	2000 W
Sf ent. ciclon 1.4	2000 W
Valv. VTI ciclon	740 W
VTI ciclon	30000 W
Sf realim gran 1.1	2000 W
Sf realim gran 1.2	2000 W
Sf salida ciclon	2000 W
Sf ent. silos 1.1	2000 W
Sf ent. silos 1.2	2000 W
Sf ent. silos 1.3	2000 W
Sf entrada silo 5	2000 W
Sf salida silo 4-5	2000 W
Sf alim. granel	2000 W
Sf alim. envsd 1.1	2000 W

Sf alim. envsd 1.2	2000 W
Sf alim. envsd 1.3	2000 W
Sf envasadora	2000 W
Envasadora	8000 W
Valv. zona granula	300 W
TOTAL....	321780 W

Potencia Instalada Fuerza (W): 321780

- Cálculo de la línea Valv selec silos.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 45 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 740 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

925W

Según (21):

$$I = \frac{925}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 1,67A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,2

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{45 \cdot 925}{51,48 \cdot 400 \cdot 2,5} = 0,81V = 0,2\%$$

$$e_{total} = 0,82\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf entrada GR1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 42 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3125W

Según (21):

$$I = \frac{3125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 5,64A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42,26

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{42 \cdot 3125}{51,1 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,57V = 0,64\%$$

$$e_{total} = 1,26\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Mezclador GR1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 40 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 15000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

18750W

Según (21):

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 33,83A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67,04

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{40 \cdot 18750}{46,91 \cdot 400 \cdot 6} = 6,66V = 1,67\%$$

$$e_{total} = 2,28\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

- Cálculo de la línea Granuladora 1

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 41 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 100000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

125000W

Según (21):

$$I = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 225,53A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 259 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77,91

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{41 \cdot 125000}{45,28 \cdot 400 \cdot 95} = 2,98V = 0,74\%$$

$$e_{total} = 1,36\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 242 A.

- Cálculo de la línea Engrase GR1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 42 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 5000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

6250W

Según (21):

$$I = \frac{6250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 11,28A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49,05

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{42 \cdot 6250}{49,88 \cdot 400 \cdot 2,5} = 5,26V = 1,32\%$$

$$e_{total} = 1,93\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf entrada GR2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 46 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3125W

Según (21):

$$I = \frac{3125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 5,64A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42,26

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{46 \cdot 3125}{51,1 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,81V = 0,7\%$$

$$e_{total} = 1,32\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Mezclador GR2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 44 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 15000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

18750W

Según (21):

$$I = \frac{18750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 33,83A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67,04

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{44 \cdot 18750}{46,91 \cdot 400 \cdot 6} = 7,33V = 1,83\%$$

$$e_{total} = 2,45\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

- Cálculo de la línea Granuladora 2

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 45 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 100000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

125000W

Según (21):

$$I = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 225,53A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 259 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77,91

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{45 \cdot 125000}{45,28 \cdot 400 \cdot 95} = 3,27V = 0,82\%$$

$$e_{total} = 1,44\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 242 A.

- Cálculo de la Línea Engrase GR2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 46 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 5000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

6250W

Según (21):

$$I = \frac{6250}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 11,28A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49,05

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{46 \cdot 6250}{49,88 \cdot 400 \cdot 2,5} = 5,76V = 1,44\%$$

$$e_{total} = 2,06\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Cinta sal pellet

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 52 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 3000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

3750W

Según (21):

$$I = \frac{3750}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 6,77A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43,26

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{52 \cdot 3750}{50,91 \cdot 400 \cdot 2,5} = 3,83V = 0,96\%$$

$$e_{total} = 1,58\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent ciclon 1.1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 42 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{42 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,05V = 0,51\%$$

$$e_{total} = 1,13\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent ciclon 1.2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 46 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{46 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,24V = 0,56\%$$

$$e_{total} = 1,18\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent ciclon 1.3.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 57 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{57 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,78V = 0,7\%$$

$$e_{total} = 1,31\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent ciclon 1.4.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 59 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{59 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,88V = 0,72\%$$

$$e_{total} = 1,34\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Valv VTI ciclon.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 64 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 740 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

925W

Según (21):

$$I = \frac{925}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 1,67A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,2

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{64 \cdot 925}{51,48 \cdot 400 \cdot 2,5} = 1,15V = 0,29\%$$

$$e_{total} = 0,91\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea V.T.I. ciclón.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 66 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 30000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

37500W

Según (21):

$$I = \frac{37500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 67,66A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 87 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70,24

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{66 \cdot 37500}{46,41 \cdot 400 \cdot 16} = 8,33V = 2,08\%$$

$$e_{total} = 2,7\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

- Cálculo de la línea Sf realim gran 1.1

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 65 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{65 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 3,17V = 0,79\%$$

$$e_{total} = 1,41\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf realim gran 1.2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 50 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{50 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,44V = 0,61\%$$

$$e_{total} = 1,23\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf salida ciclon.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 59 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{59 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,88V = 0,72\%$$

$$e_{total} = 1,34\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent silos 1.1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 63 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{63 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 3,07V = 0,77\%$$

$$e_{total} = 1,39\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent silos 1.2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canál Suspendida

Longitud: 42 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{42 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,05V = 0,51\%$$

$$e_{total} = 1,13\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent silos 1.3.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 51 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{51 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,49V = 0,62\%$$

$$e_{total} = 1,24\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf ent silo 5.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 52 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{52 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,54V = 0,64\%$$

$$e_{total} = 1,25\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf salida silo 4-5.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canál Suspendida

Longitud: 49 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{49 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,39V = 0,6\%$$

$$e_{total} = 1,22\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf alim granel.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 62 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{62 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 3,03V = 0,76\%$$

$$e_{total} = 1,38\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf alim envsd 1.1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 53 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{53 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,59V = 0,65\%$$

$$e_{total} = 1,27\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf alim envsd 1.2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: B1-Unip.Canal Suspendida

Longitud: 44 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (mΩ/m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,92

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{44 \cdot 2500}{51,16 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,15V = 0,54\%$$

$$e_{total} = 1,16\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf alim envsd 1.3.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 67 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{67 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 3,27V = 0,82\%$$

$$e_{total} = 1,44\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Sf envasadora.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 65 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2500W

Según (21):

$$I = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 4,51A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41,45

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{65 \cdot 2500}{51,25 \cdot 400 \cdot 2,5} = 3,17V = 0,79\%$$

$$e_{total} = 1,41\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Envasadora.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 67 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 8000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

10000W

Según (21):

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 18,04A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm (Bandeja compartida: BANDP3). Sección útil: 14930 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63,18

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{67 \cdot 2500}{47,51 \cdot 400 \cdot 2,5} = 14,1V = 3,53\%$$

$$e_{total} = 4,14\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

- Cálculo de la línea Valv zona granulad.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Canál Suspendida

Longitud: 62 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0; R: 1

Potencia a instalar: 300 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

300W

Según (23):

$$I = \frac{300}{230 \cdot 0,8} = 1,63A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones canal: 110x40 mm (Canal compartida: CANAL2). Sección útil: 2780 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,19

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 62 \cdot 300}{51,48 \cdot 230 \cdot 2,5} = 1,26V = 0,55\%$$

$$e_{total} = 1,16\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

2.3.12. Cálculo de la línea Subcuadro Alumbrado/T. Fuerza.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: Barras blindadas

Longitud: 0,3 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 68219 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

62754,4W (Coeficiente de Simultaneidad = 0,8)

Según (21):

$$I = \frac{62754,4}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 113,23A$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600/300mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. Barras blindadas

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,35

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{0,3 \cdot 62754,4}{51,45 \cdot 400 \cdot 600} = 0V = 0\%$$

$$e_{total} = 0,62\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transformador Diferencial Sens.: 300 mA.

2.3.13. Subcuadro Alumbrado/T. Fuerza.

DEMANDA DE POTENCIAS.

Potencia instalada:

TC Sala produccion	2800 W
TC Aseos	2000 W
TC Almacns/S.cuadr	2800 W
TC Sala Ventas	2800 W
SC Fuerza 1	10000 W
SC Fuerza 2	10000 W
SC Fuerza 3	10000 W

SC Fuerza 4	10000 W
Al Sala Vent/Alm1	249 W
Al zona almac. 1	450 W
Al zona almac. 2	500 W
Al zona almac. 3	490 W
Al zona produc. 1	2556 W
Al zona produc. 2	2556 W
Al zona produc. 3	2130 W
Al S. recep/Baños	252 W
Al S. cdrs/S. cont	408 W
Al Patio 1	1704 W
Al Patio 2	1704 W
Al Patio 3	2130 W
Al exterior 1	490 W
Al exterior 2	670 W
Al exterior 3	630 W
Al exterior 4	900 W
TOTAL....	68219 W

Potencia Instalada Alumbrado (W): 17819

Potencia Instalada Fuerza (W): 50400

- Cálculo de la línea TC Sala producción.

Tensión de servicio: 230 V.

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

Longitud: 12 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 2800 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2800W

Según (23):

$$I = \frac{2800}{230 \cdot 0,8} = 15,22A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56,49

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 2800}{48,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 2,4V = 1,05\%$$

$$e_{total} = 1,66\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea TC Aseos.

Tensión de servicio: 230 V.

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

Longitud: 19 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2000W

Según (23):

$$I = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,87A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48,41

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 19 \cdot 2000}{49,99 \cdot 230 \cdot 2,5} = 2,64V = 1,15\%$$

$$e_{total} = 1,77\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea TC Almacenes/S. cuadros.

Tensión de servicio: 230 V.

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

Longitud: 55 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 2800 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2800W

Según (23):

$$I = \frac{2800}{230 \cdot 0,8} = 15,22A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56,49

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 55 \cdot 2800}{48,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 11,02V = 4,79\%$$

$$e_{total} = 5,41\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea TC Sala ventas.

Tensión de servicio: 230 V.

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

Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 2800 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2800W

Según (23):

$$I = \frac{2800}{230 \cdot 0,8} = 15,22A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56,49

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 65 \cdot 2800}{48,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 13,02V = 5,66\%$$

$$e_{total} = 6,28\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea SC Fuerza 1.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor.

Longitud: 69 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 10000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

10000W

Según (21):

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 18,04A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63,18

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{69 \cdot 10000}{47,51 \cdot 400 \cdot 2,5} = 14,52V = 3,63\%$$

$$e_{total} = 4,25\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

- Cálculo de la línea SC Fuerza 2.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor.

Longitud: 32 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 10000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

10000W

Según (21):

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 18,04A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63,18

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{32 \cdot 10000}{47,51 \cdot 400 \cdot 2,5} = 6,73V = 1,68\%$$

$$e_{total} = 2,3\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

- Cálculo de la línea SC Fuerza 3.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor.

Longitud: 52 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 10000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

10000W

Según (21):

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 18,04A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63,18

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{52 \cdot 10000}{47,51 \cdot 400 \cdot 2,5} = 10,94V = 2,74\%$$

$$e_{total} = 3,35\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

- Cálculo de la línea SC Fuerza 4.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor.

Longitud: 14 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 10000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

10000W

Según (21):

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 18,04A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63,18

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{14 \cdot 10000}{47,51 \cdot 400 \cdot 2,5} = 2,95V = 0,74\%$$

$$e_{total} = 1,35\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Sala Ventas/Almac 1.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 72 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 249 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

249W

Según (23):

$$I = \frac{249}{230 \cdot 1} = 1,08A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,1

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 72 \cdot 249}{51,5 \cdot 230 \cdot 1,5} = 2,02V = 0,88\%$$

$$e_{total} = 1,49\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Zona Almac. 1.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 72 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 450 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

450W

Según (23):

$$I = \frac{450}{230 \cdot 1} = 1,96A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,33

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 72 \cdot 450}{51,45 \cdot 230 \cdot 1,5} = 3,65V = 1,59\%$$

$$e_{total} = 2,2\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Zona Almac. 2.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 82 m; Cos φ : 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 500 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

500W

Según (23):

$$I = \frac{500}{230 \cdot 1} = 2,17A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,41

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 82 \cdot 500}{51,44 \cdot 230 \cdot 1,5} = 4,62V = 2,01\%$$

$$e_{total} = 2,63\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Zona Almac. 3.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 85 m; Cos φ : 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 490 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

490W

Según (23):

$$I = \frac{490}{230 \cdot 1} = 2,13A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,39

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 85 \cdot 490}{51,44 \cdot 230 \cdot 1,5} = 4,69V = 2,04\%$$

$$e_{total} = 2,66\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Zona Produc. 1.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 37 m; Cos φ : 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 2556 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

4600,8W

Según (23):

$$I = \frac{4600,8}{230 \cdot 1} = 20A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49,88

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 37 \cdot 4600,8}{49,73 \cdot 230 \cdot 4} = 7,44V = 3,24\%$$

$$e_{total} = 3,85\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 25 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Zona Produc. 2.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 67 m; Cos ϕ : 1; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 2556 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

4600,8W

Según (23):

$$I = \frac{4600,8}{230 \cdot 1} = 20A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46,16

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 67 \cdot 4600,8}{50,39 \cdot 230 \cdot 6} = 8,87V = 3,85\%$$

$$e_{total} = 4,47\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 25 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Zona Produc. 3.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 42 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 2130 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

3834W

Según (23):

$$I = \frac{3834}{230 \cdot 1} = 16,67A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP5). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46,86

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 42 \cdot 3834}{50,26 \cdot 230 \cdot 4} = 6,96V = 3,03\%$$

$$e_{total} = 3,65\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 20 A.

- Cálculo de la línea Alumb. S. Recep/Baños.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 17 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 252 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

252W

Según (23):

$$I = \frac{252}{230 \cdot 1} = 1,1A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,1

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 17 \cdot 252}{51,5 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,48V = 0,21\%$$

$$e_{total} = 0,83\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. S. Cuadrs/S.Contrl.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 10 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 408 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

408W

Según (23):

$$I = \frac{408}{230 \cdot 1} = 1,77A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,27

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 408}{51,547 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,46V = 0,2\%$$

$$e_{total} = 0,82\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Patio 1.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 42 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 1704 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

3067,2W

Según (23):

$$I = \frac{3067,2}{230 \cdot 1} = 13,34A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44,39

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 42 \cdot 3067,2}{50,71 \cdot 230 \cdot 4} = 5,52V = 2,4\%$$

$$e_{total} = 3,02\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Patio 2.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 36 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 1704 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

3067,2W

Según (23):

$$I = \frac{3067,2}{230 \cdot 1} = 13,34A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48,17

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 3067,2}{50,03 \cdot 230 \cdot 2,5} = 7,68V = 3,34\%$$

$$e_{total} = 3,95\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Patio 3.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 47 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 2130 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

3834W

Según (23):

$$I = \frac{3834}{230 \cdot 1} = 16,67A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 45 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP6). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46,86

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 47 \cdot 3834}{50,26 \cdot 230 \cdot 4} = 7,79V = 3,39\%$$

$$e_{total} = 4,012\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 20 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Exterior 1.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

Longitud: 48 m; Cos φ : 1; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 490 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

490W

Según (23):

$$I = \frac{490}{230 \cdot 1} = 2,13A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70,56 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25,06

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 48 \cdot 490}{54,48 \cdot 230 \cdot 6} = 0,63V = 0,27\%$$

$$e_{total} = 0,89\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Exterior 2.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

Longitud: 89 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 670 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

670W

Según (23):

$$I = \frac{670}{230 \cdot 1} = 2,91A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70,56 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25,11

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 89 \cdot 670}{54,46 \cdot 230 \cdot 6} = 1,59V = 0,69\%$$

$$e_{total} = 1,31\% \rightarrow e_{maxadmissible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Exterior 3.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

Longitud: 108 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 630 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

630W

Según (23):

$$I = \frac{630}{230 \cdot 1} = 2,74A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 70,56 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25,1

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 108 \cdot 630}{54,47 \cdot 230 \cdot 6} = 1,81V = 0,79\%$$

$$e_{total} = 1,4\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Exterior 4.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

Longitud: 95 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 900 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

4900W

Según (23):

$$I = \frac{900}{230 \cdot 1} = 3,91A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 33 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm (Bandeja compartida: BANDP4). Sección útil: 2770 mm².

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,7

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 95 \cdot 900}{51,39 \cdot 230 \cdot 2,5} = 5,79V = 2,52\%$$

$$e_{total} = 3,13\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.3.14. Cálculo de la línea Subcuadro Oficinas.

Tensión de servicio: 400 V.

Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

Longitud: 48 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 14310 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

11448W (Coeficiente de Simultaneidad = 0,8)

Según (21):

$$I = \frac{11448}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 20,66A$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 57.6 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 33,36

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{48 \cdot 11448}{52,79 \cdot 400 \cdot 6} = 4,34V = 1,08\%$$

$$e_{total} = 1,7\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

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

Protección diferencial en Final de Línea

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

2.3.15. Subcuadro Oficinas.

DEMANDA DE POTENCIAS.

Potencia instalada:

TC Oficinas 1	2800 W
TC Oficinas 2	2000 W
TC Oficinas 3	2800 W
TC Oficinas 4	2800 W
TC Oficinas 5	2800 W

Alumbr. Oficinas 1	218 W
Alumbr. Oficinas 2	440 W
Alumbr. Oficinas 3	272 W
Alumb. ext. oficin	180 W
TOTAL.....	14310 W

Potencia Instalada Alumbrado (W): 1110

Potencia Instalada Fuerza (W): 13200

- Cálculo de la línea TC Oficinas 1.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 14 m; Cos φ : 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 2800 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2800W

Según (23):

$$I = \frac{2800}{230 \cdot 0,8} = 15,22A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56,49

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 14 \cdot 2800}{48,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 2,81V = 1,22\%$$

$$e_{total} = 2,93\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea TC Oficinas 2.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 2000 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2000W

Según (23):

$$I = \frac{2000}{230 \cdot 0,8} = 10,87A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48,41

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 2000}{49,99 \cdot 230 \cdot 2,5} = 2,09V = 0,91\%$$

$$e_{total} = 2,62\% \rightarrow e_{maxadmisibile} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea TC Oficinas 3.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 16 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 2800 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2800W

Según (23):

$$I = \frac{2800}{230 \cdot 0,8} = 15,22A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56,49

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 16 \cdot 2800}{48,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 3,21V = 1,39\%$$

$$e_{total} = 3,11\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea TC Oficinas 4.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 2800 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2800W

Según (23):

$$I = \frac{2800}{230 \cdot 0,8} = 15,22A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56,49

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 2800}{48,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 4,01V = 1,74\%$$

$$e_{total} = 3,46\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea TC Oficinas 5.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 18 m; Cos φ: 0.8; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 2800 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

2800W

Según (23):

$$I = \frac{2800}{230 \cdot 0,8} = 15,22A$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26,5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56,49

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 2800}{48,6 \cdot 230 \cdot 2,5} = 3,61V = 1,57\%$$

$$e_{total} = 3,28\% \rightarrow e_{max admisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 16 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Oficinas 1.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 15 m; Cos φ: 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 218 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

218W

Según (23):

$$I = \frac{218}{230 \cdot 1} = 0,95A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,11

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 218}{51,5 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,37V = 0,16\%$$

$$e_{total} = 1,86\% \rightarrow e_{max\,admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Oficinas 2.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 18 m; Cos φ : 1; Xu (mΩ/m): 0;

Potencia a instalar: 440 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

440W

Según (23):

$$I = \frac{440}{230 \cdot 1} = 1,91A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,46

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 440}{51,43 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,89V = 0,39\%$$

$$e_{total} = 2,09\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Oficinas 3.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 19 m; Cos ϕ : 1; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 272 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

272W

Según (23):

$$I = \frac{272}{230 \cdot 1} = 1,18A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,17

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 19 \cdot 272}{51,48 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,58V = 0,25\%$$

$$e_{total} = 1,96\% \rightarrow e_{max admisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

- Cálculo de la línea Alumb. Ext. Oficinas.

Tensión de servicio: 230 V.

Canalización: B1-Unip.Cond.Empot.Obra

Longitud: 12 m; Cos ϕ : 1; Xu (m Ω /m): 0;

Potencia a instalar: 180 W.

Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

180W

Según (23):

$$I = \frac{180}{230 \cdot 1} = 0,78A$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40,08

Según la ecuación (24) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 180}{51,5 \cdot 230 \cdot 1,5} = 0,24V = 0,11\%$$

$$e_{total} = 1,81\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 4,5\%$$

- Protección Térmica:

I.Mag. Bipolar Int. 10 A.

2.3.16. 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: 698098.38 W.
- $\cos \phi$ actual: 0.8.
- $\cos \phi$ a conseguir: 0.9.
- Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

- Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 185.47
- Gama de Regulación: (1:2:4)
- Potencia de Escalón (kVAr): 26.5
- Capacidad Condensadores (μF): 175.7

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: Barras blindadas

Longitud: 5 m; X_u ($\text{m}\Omega/\text{m}$): 0;

Potencia reactiva: 185469,22 Var.

Según (21):

$$I = \frac{1,5 \cdot 185469,22}{\sqrt{3} \cdot 400} = 401,56A$$

Se eligen conductores Unipolares 3x600+TTx600mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1350 A. Barras blindadas

- Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44,42

Según la ecuación (22) se obtiene:

$$e_{parcial} = \frac{5 \cdot 185469,22}{50,7 \cdot 400 \cdot 600} = 0,08V = 0,02\%$$

$$e_{total} = 0,59\% \rightarrow e_{maxadmisible} = 6,5\%$$

- Protección Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 630 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

2.3.17. Cálculo de la puesta a tierra.

La resistividad del terreno es 300 ohmios x m.

El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 1 pica de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 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.

3. PLANOS.

3.1. Situación.....	(1)
3.2. Emplazamiento.....	(2)
3.3. Distribución en planta.....	(3)
3.4. Línea subterránea de M.T.	(4)
3.5. Centro de Transformación	(5)
3.6. Canalizaciones y receptores a motor	(6)
3.7. Iluminación y tomas de corriente	(7)
3.8. Cuadros eléctricos.....	(8)
3.9. Control	(9)

4. PLIEGO DE CONDICIONES.

4.1. Condiciones facultativas.....	216
4.1.1. Técnico director de obra.	216
4.1.2. Constructor o instalador.	216
4.1.3. Verificación de los documentos del proyecto.....	217
4.1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	217
4.1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.....	218
4.1.6. Trabajos no estipulados expresamente.....	218
4.1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.	219
4.1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la comisión facultativa.	219
4.1.9. Faltas de personal.	219
4.1.10. Caminos y accesos.	220
4.1.11. Replanteo.	220
4.1.12. Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos.....	220
4.1.13. Órdenes de los trabajos.	221
4.1.14. Facilidades para otros contratistas.	221
4.1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas de fuerza mayor.	221
4.1.16. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	221
4.1.17. Responsabilidad de la Dirección facultativa en el retraso de la obra.	222
4.1.18. Condiciones generales de la ejecución de los trabajos.	222
4.1.19. Obras ocultas.....	222
4.1.20. Trabajos defectuosos.....	222
4.1.21. Vicios ocultos.	223
4.1.22. De los materiales y los aparatos. Su procedencia.....	223
4.1.23. Materiales no utilizables.	224
4.1.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	224
4.1.25. Limpieza de las obras	224
4.1.26. Documentación final de la obra.....	224
4.1.27. Plazo de garantía.....	225
4.1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.	225
4.1.29. De la recepción definitiva.	225
4.1.30. Prórroga del plazo de garantía.....	225

- 4.1.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

226

4.2. Condiciones económicas..... 226

- 4.2.1. Composición de los precios unitarios..... 226
- 4.2.2. Precio de contrata. Importe de contrata..... 227
- 4.2.3. Precios contradictorios..... 227
- 4.2.4. Reclamaciones de aumentos de precios por causas diversas. .. 228
- 4.2.5. De la revisión de los precios contratados..... 228
- 4.2.6. Acopio de materiales..... 228
- 4.2.7. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores..... 229
- 4.2.8. Relaciones valoradas y certificadas..... 229
- 4.2.9. Mejoras de las obras libremente ejecutadas..... 230
- 4.2.10. Abonos de trabajos presupuestados con partida alzada..... 231
- 4.2.11. Pagos..... 231
- 4.2.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras..... 231
- 4.2.13. Demora de los pagos..... 232
- 4.2.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios..... 232
- 4.2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables..... 232
- 4.2.16. Seguro de las obras..... 233
- 4.2.17. Conservación de la obra..... 233
- 4.2.18. Uso del contratista del edificio o bienes del propietario..... 234

4.3. Condiciones técnicas para la instalación y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión..... 234

- 4.3.1. Condiciones generales..... 234
- 4.3.2. Canalizaciones eléctricas..... 235
- 4.3.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores..... 235
- 4.3.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes..... 242
- 4.3.2.3. Conductores aislados enterrados..... 243
- 4.3.2.4. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras..... 243
- 4.3.2.5. Conductores aislados en el interior de la construcción..... 243
- 4.3.2.6. Conductores aislados bajo canales protectoras..... 244
- 4.3.2.7. Conductores aislados bajo molduras..... 245

4.3.2.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.	246
4.3.2.9. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.	247
4.3.2.10. Accesibilidad a las instalaciones.	247
4.3.3. Conductores.....	248
4.3.3.1. Materiales.	248
4.3.3.2. Dimensionado.	249
4.3.3.3. Identificación de las instalaciones.	250
4.3.3.4. Cajas de empalme.	250
4.3.4. Mecanismos y tomas de corriente.....	251
4.3.5. Aparamenta de mando y protección.....	252
4.3.5.1. Cuadros eléctricos.	252
4.3.5.2. Interruptores automáticos.....	253
4.3.5.3. Guardamotores.	254
4.3.5.4. Fusibles.	254
4.3.5.5. Interruptores diferenciales.....	255
4.3.5.6. Seccionadores.	256
4.3.5.7. Embarrados.	256
4.3.6. Receptores a motor.....	257
4.3.7. Puesta a tierra.....	260
4.3.7.1. Uniones a tierra.....	260

4. PLIEGO DE CONDICIONES.

4.1. Condiciones facultativas.

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

4.1.2. 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 del 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.

4.1.3. 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.

4.1.4. 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.

4.1.5. 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.

4.1.6. 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.

4.1.7. 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.

4.1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la comisión 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.

4.1.9. 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.

4.1.10. 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.

4.1.11. 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.

4.1.12. 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.

4.1.13. Órdenes 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.

4.1.14. 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.

4.1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas 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.

4.1.16. 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 terminirlas 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.

4.1.17. 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.

4.1.18. Condiciones generales de la 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.

4.1.19. 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.

4.1.20. 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.

4.1.21. 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.

4.1.22. 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.

4.1.23. 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.

4.1.24. 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.

4.1.25. 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.

4.1.26. 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.

4.1.27. 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.

4.1.28. 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.

4.1.29. 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 aquéllos 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.

4.1.30. 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.

4.1.31. 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.

4.2. Condiciones económicas.

4.2.1. 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:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- 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.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- 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.
- 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.

4.2.2. 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.

4.2.3. 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.

4.2.4. Reclamaciones de aumentos 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).

4.2.5. 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.

4.2.6. 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.

4.2.7. 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.

4.2.8. Relaciones valoradas y certificadas.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen 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.

4.2.9. Mejoras de las 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.

4.2.10. Abonos 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:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

- 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.

4.2.11. 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.

4.2.12. 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.

4.2.13. 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

4.2.14. 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.

4.2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.

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.

4.2.16. 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.

4.2.17. 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".

4.2.18. Uso del 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.

4.3. Condiciones técnicas para la instalación y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión.

4.3.1. 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 entendiendo 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.

4.3.2. 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.

4.3.2.1. 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	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración de agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No

Tabla 4.1. Características canalizaciones fijas en superficie.

- Tubos en canalizaciones empotradas.

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

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

Tabla 4.2. Características tubos canalizaciones empotradas.

2) 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 precableada ordinaria)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración de agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 4.3. Características tubos en hormigón.

- Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

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

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D≥1mm
Resistencia a la penetración de agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior mediana y exterior elevada y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 4.4. Características canalizaciones al aire.

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	250N/ 450N/ 750N
Resistencia al impacto	NA	Ligero/ Normal/ Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D≥1mm
Resistencia a la penetración de agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 4.5. Características tubos enterrados.

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.

4.3.2.2. *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 aquélla.

- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

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

4.3.2.3. *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.

4.3.2.4. *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).

4.3.2.5. *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 aquella en partes bajas del hueco, etc.

4.3.2.6. *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	≤ 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	

Tabla 4.6. Características canales protectoras.

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.

4.3.2.7. 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.

4.3.2.8. 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, tes, 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.

4.3.2.9. 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.

4.3.2.10. 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 envoltentes, 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.

4.3.3. Conductores.

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

4.3.3.1. Materiales.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

a) De 450/750 V de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

b) 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 hidrociorídrico 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.

4.3.3.2. *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.

4.3.3.3. 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.

4.3.3.4. 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 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.

4.3.4. Mecanismos y tomas de corriente.

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

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

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

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

4.3.5. *Aparamenta de mando y protección.*

4.3.5.1. *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.

4.3.5.2. 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.

4.3.5.3. *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.

Escuela Politécnica Superior de Linares

164

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.

4.3.5.4. *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.

4.3.5.5. *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 IPXXD.

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.

4.3.5.6. Seccionadores.

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

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

4.3.5.7. 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.

4.3.6. 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 a continuación:

- 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 solicitaciones 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.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatístico 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.

4.3.7. Puesta a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

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

4.3.7.1. 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 4. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

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 5.

- 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.

5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

5.1. Mediciones.	264
5.2. Presupuestos parciales.	274
5.3. Presupuesto total.	285

5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

5.1. Mediciones.

CAPÍTULO 1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T.		
Ud	Descripción	Medición
m	Instalación subterránea en zanja de tierra con 40 cm de ancho y 90 cm de profundidad, incluyendo excavación en zanja, asiento con 6 cm de arena de río e instalación de placa de protección de PE.	54,2
m	Instalación subterránea en zanja de tierra con 75 cm de ancho y 110 cm de profundidad, incluyendo excavación en zanja, asiento con 6 cm de arena de río relleno de 30 cm de hormigón H-100	12,3
m	Canalización de PE de color rojo D=160mm	145,3
m	Colocación de cinta de señalización de PE a 15 cm de la superficie. Retirada y transporte a vertedero de los materiales sobrantes de la excavación	133
m	Tendido trifásico de Media Tensión de Características indicadas por la Compañía suministradora de 3x1x240mm ² de sección, Al con aislamiento 12/20kV HEPRZ-1. Conexión a Centro de Transformación y línea de M.T existente.	399
Ud	Ensayos de líneas de M.T. rigidez eléctrica	1

CAPÍTULO 2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.		
2.1. Obra civil		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Edificio de hormigón compacto modelo EHC-6T1DPF , de dimensiones exteriores 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1

Ud	Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 7.000 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC6, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (Quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1
2.2. Aparamenta de Alta Tensión.		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Ud. Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM63I/DE (3L), referencia LJRM63I/DE, para tres funciones de línea de 400 A con telemando ENDESA, según las características detalladas en memoria, con capotes cubrebornas y lámparas de presencia de tensión, instalado.	1
Ud	Malla metálica para la separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado.	1
Ud	Cabina de remonte de cables Schneider Electric gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados.	1
Ud	Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	3
Ud	Cabina disyuntor Schneider Electric gama SM6, modelo DM1C, referencia SDM1CY16, con seccionador en SF6, mando CS1, mando RI manual, disyuntor tipo SFSET 400A en SF6, con bobina de apertura Mitop, s.p.a.t., captadores de intensidad, relé VIP 400 para prot. indir. y enclavamientos instalados.	1
Ud	Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.	1
2.3. Transformadores		
Ud	Descripción	Medición

Ud	Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428). Potencia nominal: 1000 kVA. Relación: 20/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLJ1UN1000GZ	1
Ud	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	1
Ud	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 4x240mm ² para las fases y de 2x240mm ² para el neutro y demás características según memoria.	1
Ud	Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrecorrientes, instalados.	1
2.4. Equipos de Baja Tensión		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1
Ud	Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación totalmente equipado y con cuatro bases portafusibles de 400 A	1
2.5. Sistema de Puesta a Tierra		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	2

Ud	Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1
2.6. Varios		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2
Ud	Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1
Ud	Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1
Ud	Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.	1
Ud	Par de guantes de maniobra.	1
Ud	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2
Ud	Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1

CAPÍTULO 3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE B.T.

3.1. Protecciones

Ud	Descripción	Medición
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 1600A$	1
Ud	Interruptor Automático tripolar III, relé diferencial con transformador toroidal 30mA $I_n = 630A$	1

Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 630A$	2
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 250A$	1
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 160A$	1
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 125A$	1
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 100A$	1
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N $I_n = 250A$	2
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N $I_n = 125A$	1
Ud	Interruptor Automático tetrapolar III+N $I_n = 100A$	1
Ud	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 47A$	3
Ud	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 38A$	2
Ud	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 30A$	1
Ud	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 25A$	3
Ud	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 20A$	6

Ud	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N	In = 16A	63
Ud	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N	In = 10A	2
Ud	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N	In = 25A	2
Ud	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N	In = 20A	2
Ud	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N	In = 16A	14
Ud	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N	In = 10A	15
Ud	Interruptor Diferencial tetrapolar III+N 300mA 63A	In =	1
Ud	Interruptor Diferencial tetrapolar III+N 300mA 25A	In =	2
Ud	Interruptor Diferencial tetrapolar III+N 30mA	In = 25A	4
3.2. Cables.			
Ud	Descripción	Medición	
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 1,5mm ² Cu.	805,2	
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 2,5mm ² Cu.	12298	
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 4mm ² Cu.	541,2	
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 6mm ² Cu.	1152	
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 10mm ² Cu.	384	

m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 16mm ² Cu.	264
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 35mm ² Cu.	172
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 95mm ² Cu.	344
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 240mm ² Cu.	108
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 240mm ² Al.	384
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-Al 16mm ² Cu.	560
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 1,5mm ² Cu.	402
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 2,5mm ² Cu.	3320
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 4mm ² Cu.	108
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 6mm ² Cu.	444
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 10mm ² Cu.	96
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 16mm ² Cu.	109
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 50mm ² Cu.	86
m	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 120mm ² Cu.	27
m	Conductor unipolar aislamiento 450/750V. Barras blindadas 720mm ² Cu.	14
m	Conductor unipolar aislamiento 450/750V. Barras blindadas 600mm ² Cu.	24,6

m	Conductor unipolar aislamiento 450/750V. Barras blindadas TT 600mm ² Cu.	5,3
3.3. Canales protectoras y bandejas perforadas.		
Ud	Descripción	Medición
m	Canal Protectora IPX4 Rejiband 110x40 mm	62
m	Canal Protectora IPX4 Rejiband 150x40 mm	34
m	Bandeja perforada electrosoldada mm Rejiband 75x60	227
m	Bandeja perforada electrosoldada 150x60 mm Rejiband	52
m	Bandeja perforada electrosoldada 200x60 mm Rejiband	62
m	Bandeja perforada electrosoldada 300x60 mm Rejiband	67
3.4. Tubos.		
Ud	Descripción	Medición
m	Tubo corrugado PVC 20 mm	151
m	Tubo PE 50 mm	293
m	Tubo PE 200 mm	140
3.5. Iluminación.		
Ud	Descripción	Medición
Ud	PHILIPS HPK460 1xHPL-N400w P-D635-NB	30
Ud	PHILIPS RC 160V 1xLED34/840 PSU	9
Ud	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	36
Ud	PHILIPS BCW216 2xLT-GA25W/840	27
Ud	PHILIPS BBS490 1xLED-3000C	4
Ud	PHILIPS BVP650 10K 1xECO/470 A	14
Ud	PHILIPS BGP621 30xLED-HB/CW OFR1	23
3.6. Mecanismos baja tensión.		

Ud	Descripción	Medición
Ud	Base de enchufe shucko 16A+TT 250V	50
Ud	Interruptor unipolar 16A 250V	10
Ud	Conmutador unipolar 16A 250V	14
3.7. Armarios ,conjuntos de cuadros y cajas eléctricas.		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Envolvente Cuadro 362x500x160 mm equipado con 3 bases trifásicas 25A+ 3 bases monofásicas 16A	4
Ud	Envolvente Caja de distribución Solera 56 elementos 320 X 670 X 75 mm	1
Ud	Envolvente Armario de distribución PrismaPlus Schneider Electric IP30 630A 27 módulos con dimensiones 1530x900x350 mm totalmente equipados con los accesorios necesarios	5
Ud	Caja de registro estanca superficie 160x100mm	18
Ud	Caja de registro estanca superficie 200x130mm	10
Ud	Caja de registro empotrar 100x100mm	12
Ud	Caja de registro empotrar 160x100mm	8
3.8. Actuadores y sensores eléctricos.		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Sensor inductivo de nivel 24V DC.	32
Ud	Electroválvula 24V DC (4-20mA) Rango de trabajo 0-100%	2
Ud	Actuador electroválvula tipo guillotina 24V DC (4-20mA) en caja de conexión estanca.	10
Ud	Detector inductivo 24V DC	16

Ud	Sonda de temperatura 24V DC (4-20mA). Rango de medida 0-1200°C	8
3.9. Automatización y control		
Ud	Descripción	Medición
Ud	Interfase para bastidor central, para máx. 3 bastidores de ampliación IM360	1
Ud	Interfase para bastidor de ampliación IM631, para conexión a IM360	1
Ud	Fuente de alimentación carga 120/230V AC:24VDC/5A PS 307 5A	1
Ud	CPU 314C-2 PN/DP	1
Ud	Módulo de salidas digitales DO16 24V/0.5A, en grupos de 8, High Speed, soporta modo isócrono	5
Ud	Módulo de salidas digitales DO 8xDC24V/0,5A, con diagnóstico, reparametrizable en modo online, condiciones climáticas ampliadas	1
Ud	Módulo de salidas analógicas 4AO/16bits, soporta modo isócrono	1
Ud	Módulo de entradas analógicas; AI8x16Bit; 1..5V, +/- 5V, +/- 10V; 0..20mA, 4..20mA, +/- 20 mA; reparametrizable en modo online	1
Ud	Módulo de entradas digitales DI32 24V, en grupos de 32; también disponible como módulo SIPLUS con referencia 6AG1 321-1BL00-2AA0	4
Ud	Equipo central de control de proceso	1

5.2. Presupuestos parciales.

CAPÍTULO 1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C1-001	Instalación subterránea en zanja de tierra con 40 cm de ancho y 90 cm de profundidad, incluyendo excavación en zanja, asiento con 6 cm de arena de río e instalación de placa de protección de PE.	54,2	25,63 €	1.389,15€
C1-002	Instalación subterránea en zanja de tierra con 75 cm de ancho y 110 cm de profundidad, incluyendo excavación en zanja, asiento con 6 cm de arena de río relleno de 30 cm de hormigón H-100	12,3	47,85 €	588,56 €
C1-003	Canalización de PE de color rojo D=160mm	145,3	2,95 €	428,64 €
C1-004	Colocación de cinta de señalización de PE a 15 cm de la superficie. Retirada y transporte a vertedero de los materiales sobrantes de la excavación	133	2,30 €	305,90 €
C1-005	Tendido trifásico de Media Tensión de Características indicadas por la Compañía suministradora de 3x1x240mm ² de sección, Al con aislamiento 12/20kV HEPRZ-1. Conexión a Centro de Transformación y línea de M.T existente.	399	14,60 €	5.825,40€
C1-006	Ensayos de líneas de M.T. rigidez eléctrica	1	399,99 €	399,99 €
TOTAL CAPÍTULO: 1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE M.T.			8.937,63 €	

CAPÍTULO 2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.				
2.1. Obra civil				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe

C2.1-001	Edificio de hormigón compacto modelo EHC-6T1DPF , de dimensiones exteriores 6.440 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1	16.256 €	16.256 €
C2.1-002	Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 7.000 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC6, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1	1.258 €	1.258 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 2.1. Obra civil			17.514,00 €	
2.2. Aparamenta de Alta Tensión.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C2.2-001	Ud. Compacto Schneider Electric gama RM6, modelo RM63I/DE (3L), referencia JLJRM63I/DE, para tres funciones de línea de 400 A con telemando ENDESA, según las características detalladas en memoria, con capotes cubrebornas y lámparas de presencia de tensión, instalado.	1	28.537 €	28.537 €
C2.2-002	Malla metálica para la separación entre la zona de Compañía y la zona de Abonado.	1	668 €	668 €
C2.2-003	Cabina de remonte de cables Schneider Electric gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados.	1	1.481 €	1.481 €
C2.2-004	Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	3	733 €	2.199 €
C2.2-005	Cabina disyuntor Schneider Electric gama SM6, modelo DM1C, referencia SDM1CY16, con seccionador en SF6,mando CS1, mando RI manual, disyuntor tipo SFSET 400A en SF6, con bobina de apertura Mitop, s.p.a.t., captadores de intensidad, relé VIP 400 para prot. indir. y enclavamientos instalados.	1	14.259 €	14.259 €

C2.2-006	Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGB2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.	1	7.593 €	7.593 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 2.2. Aparamenta de Alta Tensión			54.737,00 €	
2.3. Transformadores				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C2.3-001	Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428). Potencia nominal: 1000 kVA. Relación: 20/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLJ1UN1000GZ	1	16.509 €	16.509 €
C2.3-002	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	1	1.019 €	1.019 €
C2.3-003	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 4x240mm2 para las fases y de 2x240mm2 para el neutro y demás características según memoria.	1	1.200 €	1.200 €
C2.3-004	Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.	1	154 €	154 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 2.3. Transformadores			18.882,00 €	
2.4. Equipos de Baja Tensión				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C2.4-001	Cuadro contador tarifador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	1	5.081 €	5.081 €

C2.4-002	Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación totalmente equipado y con cuatro bases portafusibles de 400 A	1	6.458 €	6.458 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 2.4. Equipos de Baja Tensión			11.539,00 €	
2.5. Sistema de Puesta a Tierra				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C2.5-001	Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	2	699 €	1.398 €
C2.5-002	Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1	989 €	989 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 2.5. Sistema de Puesta a Tierra			2.387,00 €	
2.6. Varios				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C2.6-001	Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2	347 €	694 €
C2.6-002	Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1	265 €	265 €
C2.6-003	Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1	146 €	146 €
C2.6-004	Banqueta aislante para maniobrar apartamenta.	1	189 €	189 €
C2.6-005	Par de guantes de maniobra.	1	44 €	44 €
C2.6-006	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2	16 €	32 €
C2.6-007	Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1	16 €	16 €

TOTAL SUBCAPÍTULO: 2.6. Varios	1.386,00 €
TOTAL CAPÍTULO : 2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	106.445,00 €

CAPÍTULO 3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE B.T.				
3.1. Protecciones				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.1-001	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 1600A$	1	11.216,45 €	11.216,45€
C3.1-002	Interruptor Automático tripolar III, relé diferencial con transformador toroidal 30mA $I_n = 630A$	1	4.253 €	4.253,00 €
C3.1-003	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 630A$	2	4.871 €	9.742,00 €
C3.1-004	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 250A$	1	2.565,23 €	2.565,23 €
C3.1-005	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 160A$	1	1.125,03 €	1.125,03 €
C3.1-006	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 125A$	1	895,75 €	895,75 €
C3.1-007	Interruptor Automático tetrapolar III+N, relé diferencial con transformador toroidal 300mA $I_n = 100A$	1	778,26 €	778,26 €
C3.1-008	Interruptor Automático tetrapolar III+N $I_n = 250A$	2	1.122,35 €	2.244,70 €
C3.1-009	Interruptor Automático tetrapolar III+N $I_n = 125A$	1	759,99 €	759,99 €

C3.1-010	Interruptor Automático tetrapolar III+N $I_n = 100A$	1	543,23 €	543,23 €
C3.1-011	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 47A$	3	355,22 €	1.065,66 €
C3.1-012	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 38A$	2	167,48 €	334,96 €
C3.1-013	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 30A$	1	141,18 €	141,18 €
C3.1-014	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 25A$	3	135,31 €	405,93 €
C3.1-015	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 20A$	6	130,55 €	783,30 €
C3.1-016	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 16A$	63	109,86 €	6.921,18 €
C3.1-017	Interruptor Magnetotérmico tetrapolar III+N $I_n = 10A$	2	85,51 €	171,02 €
C3.1-018	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N $I_n = 25A$	2	20,72 €	41,44 €
C3.1-019	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N $I_n = 20A$	2	16,35 €	32,70 €
C3.1-020	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N $I_n = 16A$	14	11,85 €	165,90 €
C3.1-021	Interruptor Magnetotérmico bipolar I+N $I_n = 10A$	15	8,50 €	127,50 €
C3.1-022	Interruptor Diferencial tetrapolar III+N 300mA $I_n = 63A$	1	385,95 €	385,95 €
C3.1-023	Interruptor Diferencial tetrapolar III+N 300mA $I_n = 25A$	2	112,32 €	224,64 €

C3.1-024	Interruptor Diferencial tetrapolar III+N 30mA In = 25A	4	124,45 €	497,80 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.1. Protecciones			45.422,80 €	
3.2. Cables.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.2-001	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 1,5mm² Cu.	805,2	0,60 €	483,12 €
C3.2-002	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 2,5mm² Cu.	12298	0,81 €	9.961,38 €
C3.2-003	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 4mm² Cu.	541,2	1,19 €	644,03 €
C3.2-004	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 6mm² Cu.	1152	1,55 €	1.785,60 €
C3.2-005	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 10mm² Cu.	384	2,45 €	940,80 €
C3.2-006	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 16mm² Cu.	264	3,75 €	990,00 €
C3.2-007	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 35mm² Cu.	172	8,24 €	1.417,28 €
C3.2-008	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 95mm² Cu.	344	21,10 €	7.258,40 €
C3.2-009	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-K 240mm² Cu.	108	53,77 €	5.807,16 €
C3.2-010	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, RV-Al 240mm² Al.	384	4,32 €	1.658,88 €
C3.2-011	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 1,5mm² Cu.	402	0,60 €	241,20 €
C3.2-012	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 2,5mm² Cu.	3320	0,81 €	2.689,20 €
C3.2-013	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 4mm² Cu.	108	1,19 €	128,52 €

C3.2-014	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 6mm ² Cu.	444	1,55 €	688,20 €
C3.2-015	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 10mm ² Cu.	96	2,45 €	235,20 €
C3.2-016	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 16mm ² Cu.	109	3,75 €	408,75 €
C3.2-017	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 50mm ² Cu.	86	11,67 €	1.003,62 €
C3.2-018	Conductor unipolar aislamiento 0,6/1kV, aislamiento XLPE, TT 120mm ² Cu.	27	27,02 €	729,54 €
C3.2-019	Conductor unipolar aislamiento 450/750V. Barras blindadas 720mm ² Cu.	14	36,45 €	510,30 €
C3.2-020	Conductor unipolar aislamiento 450/750V. Barras blindadas 600mm ² Cu.	24,6	33,15 €	815,49 €
C3.2-021	Conductor unipolar aislamiento 450/750V. Barras blindadasTT 600mm ² Cu.	5,3	33,15 €	175,70 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.2. Cables			38.572,36 €	
3.3. Canales protectoras y bandejas perforadas.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.3-001	Canal Protectora IPX4 Rejiband 110x40 mm	62	12,90 €	799,80 €
C3.3-002	Canal Protectora IPX4 Rejiband 150x40 mm	34	15,85 €	538,90 €
C3.3-003	Bandeja perforada electrosoldada Rejiband 75x60 mm	227	8,25 €	1.872,75 €
C3.3-004	Bandeja perforada electrosoldada Rejiband 150x60 mm	52	10,99 €	571,48 €
C3.3-005	Bandeja perforada electrosoldada Rejiband 200x60 mm	62	13,67 €	847,54 €
C3.3-006	Bandeja perforada electrosoldada Rejiband 300x60 mm	67	19,76 €	1.323,92 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.3. Canales protectoras y bandejas perforadas			5.954,39 €	
3.4. Tubos.				

Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.4-001	Tubo corrugado PVC 20 mm	151	0,12 €	18,12 €
C3.4-002	Tubo PE 50 mm	293	1,27 €	372,11 €
C3.4-003	Tubo PE 200 mm	140	6,99 €	978,60 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.4. Tubos			1.368,83 €	
3.5. Iluminación.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.5-001	PHILIPS HPK460 1xHPL-N400w P-D635-NB	30	579,86 €	17.395,80€
C3.5-002	PHILIPS RC 160V 1xLED34/840 PSU	9	193,33 €	1.739,97€
C3.5-003	PHILIPS RC460B G2 W60L60 1xLED34S/840	36	91,56 €	3.296,16€
C3.5-004	PHILIPS BCW216 2xLT-GA25W/840	27	308,11 €	8.318,97€
C3.5-005	PHILIPS BBS490 1xLED-3000C	4	95,12 €	380,48 €
C3.5-006	PHILIPS BVP650 10K 1xEco/470 A	14	485,68 €	6.799,52€
C3.5-007	PHILIPS BGP621 30xLED-HB/CW OFR1	23	369,99 €	8.509,77€
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.5. Iluminación			46.440,67 €	
3.6. Mecanismos baja tensión.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.6-001	Base de enchufe shucko 16A+TT 250V	50	6,80 €	340,00 €
C3.6-002	Interruptor unipolar 16A 250V	10	4,55 €	45,50 €
C3.6-003	Conmutador unipolar 16A 250V	14	5,90 €	82,60 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.6. Mecanismos baja tensión			468,10 €	
3.7. Armarios ,conjuntos de cuadros y cajas eléctricas.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.7-001	Envolvente Cuadro 362x500x160 mm equipado con 3 bases trifásicas 25A+ 3 bases monofásicas 16A	4	52,20 €	208,80 €

C3.7-002	Envolvente Caja de distribución Solera 56 elementos 320 X 670 X 75 mm	1	34,25 €	34,25 €
C3.7-003	Envolvente Armario de distribución PrismaPlus Schneider Electric IP30 630A 27 módulos con dimensiones 1530x900x350 mm totalmente equipados con los accesorios necesarios	5	895,55 €	4.477,75€
C3.7-004	Caja de registro estanca superficie 160x100mm	18	0,40 €	7,20 €
C3.7-005	Caja de registro estanca superficie 200x130mm	10	0,80 €	8,00 €
C3.7-006	Caja de registro empotrar 100x100mm	12	0,25 €	3,00 €
C3.7-007	Caja de registro empotrar 160x100mm	8	0,45 €	3,60 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.7. Armarios y conjuntos de cuadros			4.742,60 €	
3.8. Actuadores y sensores eléctricos.				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.8-001	Sensor inductivo de nivel 24V DC.	32	17,15 €	548,80 €
C3.8-002	Electroválvula 24V DC (4-20mA) Rango de trabajo 0-100%	2	21,20 €	42,40 €
C3.8-003	Actuador electroválvula tipo guillotina 24V DC (4-20mA) en caja de conexión estanca.	10	38,50 €	385,00 €
C3.8-004	Detector inductivo 24V DC	16	14,25 €	228,00 €
C3.8-005	Sonda de temperatura 24V DC (4-20mA). Rango de medida 0-1200°C	8	46,15 €	369,20 €
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.8. Actuadores y sensores eléctricos			1.573,40 €	
3.9. Automatización y control				
Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Importe
C3.9-001	Interfase para bastidor central, para máx. 3 bastidores de ampliación IM360	1	36,12 €	36,12 €

C3.9-002	Interfase para bastidor de ampliación IM631, para conexión a IM360	1	36,12 €	36,12 €
C3.9-003	Fuente de alimentación carga 120/230V AC:24VDC/5A PS 307 5A	1	113,83 €	113,83 €
C3.9-004	CPU 314C-2 PN/DP	1	746 €	746,00 €
C3.9-005	Módulo de salidas digitales DO16 24V/0.5A, en grupos de 8, High Speed, soporta modo isócrono	5	324,15 €	1.620,75€
C3.9-006	Módulo de salidas digitales DO 8xDC24V/0,5A, con diagnóstico, reparametrizable en modo online, condiciones climáticas ampliadas	1	186,54 €	186,54 €
C3.9-007	Módulo de salidas analógicas 4AO/16bits, soporta modo isócrono	1	198,77 €	198,77 €
C3.9-008	Módulo de entradas analógicas; AI8x16Bit; 1..5V, +/- 5V, +/- 10V; 0..20mA, 4..20mA, +/- 20 mA; reparametrizable en modo online	1	423,36 €	423,36 €
C3.9-009	Módulo de entradas digitales DI32 24V, en grupos de 32; también disponible como módulo SIPLUS con referencia 6AG1 321-1BL00-2AA0	4	380,15 €	1.520,60€
C3.9-010	Equipo central de control de proceso	1	1.850,25 €	1.850,25€
TOTAL SUBCAPÍTULO: 3.9. Automatización y control			6.732,34 €	
TOTAL CAPÍTULO: 3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE B.T.			151.275,49 €	

5.3. Presupuesto total.

PRESUPUESTO TOTAL	
Capítulo	Importe
Total Capítulo 1. Línea Subterránea de M.T.	8.973,63 €
Total Capítulo 2. Centro de Transformación.	106.445,00 €
Total Capítulo 3. Instalación eléctrica de B.T.	151.275,49 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN	266.694,12 €
13% Gastos generales	34.670,23 €
6% Beneficio Industrial	16.001,65 €
21% I.V.A.	56.005,76 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	373.371,76 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a TRESCIENTOS TRINTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EURO CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS