



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
Grado en ingeniería eléctrica

Análisis, cálculo y diseño de la instalación para el suministro de energía eléctrica a una empresa fabricante de latas de bebida.

Autor:

Herranz García, Sergio

Tutor:

Muñoz Cano, Manuel
Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Valladolid, Enero 2016

RESUMEN

El presente trabajo fin de grado tiene como objeto el análisis, cálculo y diseño de una instalación eléctrica de baja tensión, para una empresa fabricante de latas de aluminio para bebidas. Así mismo, se justificarán los cálculos realizados para el dimensionado de la aparamenta necesaria en la instalación eléctrica de dicha fábrica.

El emplazamiento consiste en una nave industrial de 60m x 120m (7200 m²) con puertas de acceso situadas a lo largo del perímetro del edificio. Además dispone de un edificio anexo a una de las fachadas donde se encuentra el centro de transformación y los servicios generales. La alimentación se realizará a 400 V, siendo la previsión de carga de más de 1100 kW.

El presente proyecto está estructurado en varios capítulos que nos permiten realizar una descripción completa de la instalación eléctrica.

PALABRAS CLAVE:

- Proyecto.
- Empresa.
- Baja tensión.
- Instalación eléctrica.
- Previsión de cargas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS Y ALCANCE	9
MEMORIA DESCRIPTIVA	13
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	47
PLIEGO DE CONDICIONES	207
PRESUPUESTO	249
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	263
PLANOS.....	297
BIBLIOGRAFÍA.....	319
AGRADECIMIENTOS	323

INTRODUCCIÓN

La razón principal por la cual me decidí a hacer un proyecto de estas características es que, en mi opinión, las instalaciones eléctricas son la base para el uso de la electricidad por parte del hombre de forma directa. Las técnicas han ido progresando a lo largo de la historia para poder ampliar los usos de las instalaciones de una forma más segura y cómoda.

En este documento, que supondrá mi finalización de los estudios de graduado en ingeniería eléctrica, se ha intentado poner en juego todos los conocimientos adquiridos durante la carrera a la vez de toda la información presente en lecturas recomendadas por el tutor que me ha guiado durante la realización.

En la construcción de una industria, la instalación eléctrica representa una necesidad. Con ella hacemos posible la elevación y transporte interior, iluminación, climatización, uso de diferentes maquinas. Es decir, dada nuestra forma de vida actual, se puede decir que adecuamos la industria para que sea lo más práctica y eficiente posible.

El proyecto de una instalación eléctrica obliga al ingeniero diseñador a consultar multitud de reglamentos, manuales y normas para enfocar la tarea desde una posición lo más óptima posible. En ocasiones tener diferentes fuentes de información, para conseguir un diseño apropiado, puede conducir a conflictos o interpretaciones erróneas.

En la realización de este proyecto se han encontrado una serie de problemas, los cuales he solucionado de la forma que se ha pensado, era la más conveniente, utilizando la normativa y reglamentación más actual y apropiada a la que he tenido acceso.

La intención de este proyecto es abordar todos los puntos para la electrificación de una fábrica de latas de aluminio, desde la acometida de la compañía en media tensión, alimentación al centro de transformación del abonado, puesta a tierra del edificio, hasta los diferentes subniveles que alimentan

El proyecto consta de varias partes, que permitirán conocer la instalación eléctrica de manera clara y precisa.

OBJETIVOS Y ALCANCE

OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo de este trabajo fin de grado es planificar, describir, calcular y presupuestar, las instalaciones eléctricas de baja tensión de una industria cuya finalidad es la fabricación, llenado y almacenado de latas de aluminio. Se contemplarán zonas destinadas a oficinas, la propia fabrica y zona exterior de la nave.

El complejo se encuentra situado en la provincia de Sevilla.

El edificio construido consta de una única planta de 60 m de ancho por 120 m de largo, con puertas de acceso situadas a lo largo del perímetro del edificio. Dispone además de un edificio anexo a una de las fachadas, donde se encuentra el centro de transformación y los servicios generales.

En este proyecto solo trataremos de la parte eléctrica y alguna instalación complementaría. Enfocando el proyecto desde una visión general uno de los aspectos primordiales será el uso de normativa y reglamentos totalmente actualizados.

Es nuestra intención definir, calcular y diseñar la instalación eléctrica en baja tensión para el suministro de energía eléctrica demandada por todas las instalaciones de la empresa.

En primer lugar, tendremos un centro de transformación, el cual será el encargado de reducir la tensión de distribución de la compañía eléctrica hasta la tensión necesaria para el funcionamiento de las instalaciones que componen la empresa.

El segundo paso será la definición del cuadro general de baja tensión (C.G.B.T). Desde este cuadro se distribuirán los cables de salida para alimentar las distintas instalaciones receptoras de la nave. Cada salida dispondrá de un dispositivo de mando y protección.

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

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

Desde el cuadro general de distribución (o CGBT) partirán las salidas para alimentar a los distintos cuadros eléctricos.

Por otra parte se llevará a cabo el diseño de una red de tierras por todo el edificio que proteja tanto las instalaciones como las personas que estén en el edificio.

Finalmente se tendrá que colocar las luminarias, tomas de corriente, aparatos de otras instalaciones como las de climatización, por todo el edificio considerando las necesidades específicas de cada zona.

Todos estos apartados a describir, diseñar y calcular irán acompañados del pliego de condiciones técnicas, estudio de seguridad y salud y planos necesarios para la ejecución de la obra.

La potencia total instalada que se ha previsto es de 1126580 W, siendo la potencia total instalada de alumbrado de 25700 W, la potencia total de fuerza de 1100880 W. La potencia recomendada del transformador para alimentar nuestra industria es de 1600 KVA.

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA

Contenido

1. ANTECEDENTES.....	17
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	17
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LAS LATAS.....	17
4. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	22
5. ACOMETIDA.....	23
6. INSTALACIONES DE ENLACE.....	23
6.1. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.....	23
6.2. DERIVACION INDIVIDUAL.....	24
6.3. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCION.....	25
7. INSTALACIONES INTERIORES.....	26
7.1. CONDUCTORES.....	26
7.2. IDENTIFICACION DE CONDUCTORES.....	27
7.3. SUBDIVISION DE LAS INSTALACIONES.....	27
7.4. EQUILIBRADO DE CARGAS.....	28
7.5. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	28
7.6. CONEXIONES.....	29
7.7. SISTEMAS DE INSTALACION.....	29
7.7.1. Prescripciones Generales.....	29
7.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	30
7.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.....	30
7.7.4. Conductores aislados enterrados.....	31
7.7.5. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.....	31
7.7.6. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.....	32
8. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	32
9. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.....	34
9.1. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES.....	34
9.2. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES.....	35
9.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.....	36

10. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	36
10.1. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	36
10.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.	38
11. PUESTAS A TIERRA.	39
11.1. UNIONES A TIERRA.....	39
11.2. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.	42
11.3. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.	42
11.4. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION.....	43
11.5. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA.	44
12. RECEPTORES DE ALUMBRADO.	44
13. RECEPTORES A MOTOR.	45
14. BATERÍA DE CONDENSADORES	46

1. ANTECEDENTES.

La redacción del presente proyecto de “instalación eléctrica de baja tensión” ha sido solicitada por la empresa Cervezas Cruz, con domicilio social en la provincia de Sevilla.

Para la implantación de una nueva línea de producción de latas de aluminio se necesita ampliar las instalaciones eléctricas que permitan abastecer de energía la nueva línea.

2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es el de 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.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LAS LATAS

El aluminio tiene muchas aplicaciones porque es ligero, sólido, resistente a la corrosión y las grietas, su producción es costosa, pero a la larga se ahorra dinero, es el elemento metálico más abundante en el mundo, pero no lo hay de forma aislada.

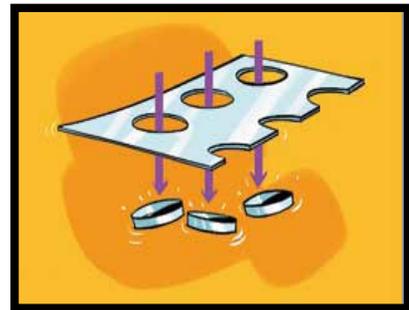
La fuente de aluminio más abundante es la bauxita, el átomo de aluminio está unido a moléculas de oxígeno que deben ser separados mediante electrolisis. La bauxita debe ser triturada, a continuación mediante una transformación química que se denomina “proceso Bayer” se extrae la alumina que posteriormente se calcinará para eliminar toda humedad, se introducirá en unos tanques denominados crisoles donde se aplicará una corriente eléctrica para producir electrolisis.

La corriente eléctrica del ánodo colocado en la alumina pasa a través de esta, que se encuentra en el fondo del crisol. La corriente eléctrica rompe los enlaces moleculares, el aluminio y como es más pesado quedará en el fondo del crisol, mientras que el oxígeno unido al flúor se libera en forma de gases, aprovechándose en otros procesos.

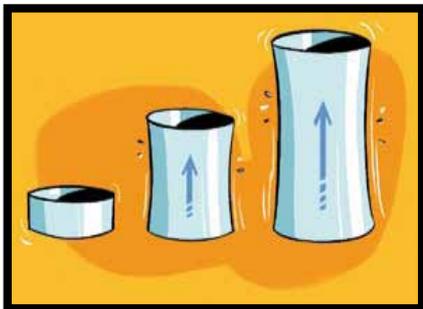
El aluminio fundido se vierte en un recipiente que se transportará hasta la zona de moldeado produciéndose lingotes, o láminas, una vez moldeadas se

refrigeran con agua. Los lingotes que pueden alcanzar las veinticinco toneladas, se utilizaran en la producción del papel de aluminio, que se almacenaran en grandes bobinas.

Esas bobinas, normalmente de nueve toneladas de peso, y de la que aproximadamente saldrán unas 750000 latas de bebida son trasladadas hasta la fábrica, donde en una primera etapa se introducen en troquelados y prensas de gran potencia donde se las lubricará con una fina capa de aceite, y se formará una “moneda” de aluminio de unos 14 centímetros de diámetro mediante un fuerte impacto.



Esa “moneda” de aluminio se dará forma en formadoras llamadas prensas de extrusión por impacto, dará a la “moneda de aluminio” la forma de la lata estirando el metal introduciéndole un ariete cilíndrico y mediante recortadoras o desbastadoras limpia e iguala los bordes, ya que estos quedan de manera irregular por el fuerte impacto del ariete, esta máquina también estará lubricada para impedir que el aluminio se rompa al estirarlo t además el lubricante actúa como liquido refrigerante ya que el aluminio se calienta cuando es manipulado.



El producto sobrante, tanto de este paso, como el que queda cuando la troqueladora actúa, son almacenados y enviados a la fábrica de aluminio para su posterior reciclado.

A continuación las latas viajan boca abajo a través de una cinta transportadora hasta la lavadora, donde se somete al conjunto a una serie de lavados que se dividen en seis fases, los primeros son a base de ácido fluorhídrico a 60 °C, los últimos cuatro lavados son con agua desionizada agua neutra sin PH y también a 60° centígrados, las latas salen de la lavadora y se introducen en una secadora, cabe destacar que las latas ahora están brillantes porque el lavado con ácido fluorhídrico eliminó una fina capa de aluminio.

Posteriormente se expone a la lata a lacados exteriores para tratar el material. Para secar el tratamiento de lacado, se introducen en grandes hornos de secado, que aparte de secar la pintura le proporcionan al material mayor resistencia.

A la salida de los hornos de secado se decora la lata con los logotipos de la marca inicialmente mediante tambores rotativos impregnados de tinta que puede proporcionar hasta cinco colores diferentes, para proporcionar una primera mano de pintura y a continuación se trasladan a una máquina de litografías donde se le imprime el diseño final, también se le aplica al conjunto una capa de barniz para proteger la tinta. Una vez aplicado el diseño con el logo de la marca, se introducen las latas en un horno que endurece al instante la tinta y seca el barniz protector.



Acto seguido se le da forma al cuello de la lata en once pasos para no perforar el aluminio, aplicando al cilindro obtenido anteriormente la presión necesaria para moldear la lata se obtendrá un cuello en la lata de cinco centímetros.

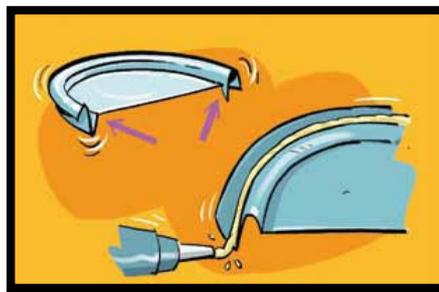
La siguiente máquina la rebordeadora forma un borde curvo en la parte superior donde se unirá la tapa.

Se lacan los interiores de las latas con un revestimiento epóxido, insípido y no tóxico, este revestimiento es necesario para evitar que el aluminio se filtre en la arenita que contiene la lata y el producto alimenticio que contiene

la lata no adhiera el sabor del aluminio, y está cubierta se cocina en un horno a doscientos treinta grados, se enfría y se embalan.

En una segunda etapa se fabrica la tapa de la lata, al igual que en el proceso de fabricación del cuerpo de la lata, partimos de una bobina de aluminio que se introduce en troquelados y prensas de gran potencia donde se las lubricará con una fina capa de aceite, y se formará una “moneda de aluminio” con un espesor mucho más reducido que el que se utilizó para formar el cuerpo de la lata.

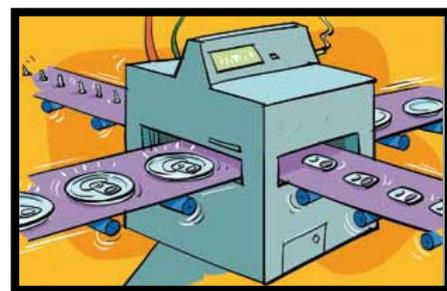
A partir de esa moneda mediante prensas de gran potencia se colocan las monedas de aluminio en unos moldes, donde saldrán con la forma deseada y con la abertura deseada por donde saldrá el contenido de la lata, en la parte de debajo de la lata se aplica un cordón muy fino de un compuesto sellador



De manera paralela se fabrica la anilla, se introducen bobinas de un ancho considerablemente menor al que se utiliza para hacer el cuerpo y la tapa de la lata, en unas prensas y troqueladoras que fabrican la anilla en dos o tres etapas diferentes.

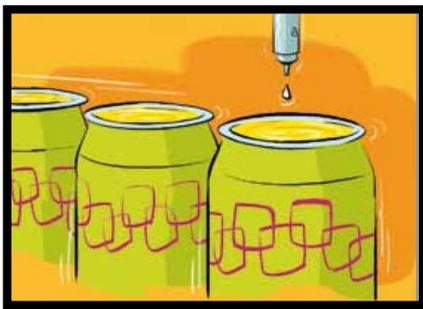
La tapa y la anilla se introducen en remachadoras que unen ambas partes obteniéndose así la tapa acabada.

Todo el conjunto se embala y se envía a la salida del llenado de las latas, para cuando la lata contenga el producto en su interior se pueda unir el conjunto y obtener el producto acabado.



En la tercera etapa del proceso se procede al llenado de las latas, para ello se transportan mediante una máquina llamada agrupadora hasta una zona donde se le aplica un lavado del cuerpo de la lata, mediante agua.

Se procede al llenado de la lata con el producto una vez esté limpia la misma. Una vez este la lata llena, se le tiene que acoplar la tapa, para ello a la vez que se coloca la tapa se realiza una extracción del aire, una vez alineadas tapa y cuerpo mediante una prensa quedan unidas ambas partes consiguiendo un sellado hermético para evitar la contaminación del interior de la lata.

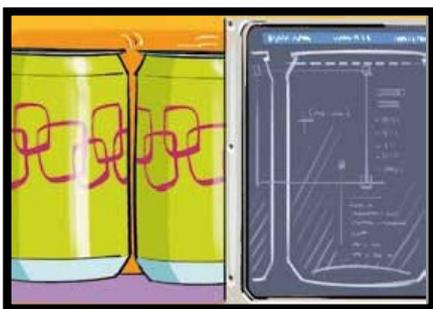


A todo el conjunto se le realiza una pasteurización mediante calor para reducir la presencia de agentes patógenos, como bacterias, protozoos, levaduras etc. que pudieran haber sobrevivido al proceso de elaboración del producto.

Las latas pasan por un control de llenado para verificar que todas contienen la misma cantidad de producto, para desechar las latas que no cumplan con los controles de calidad establecidos.

Una vez realizado el control de llenado, se procede a codificar cada lata, para tener constancia del lote de producción y se embanan.

En la cuarta etapa se procede al almacenaje, una vez acabado todo el proceso de producción, las latas son embaladas por lotes de producción de seis, doce, veinticuatro latas, y estos lotes son almacenados en pallets con lotes de su mismo tamaño para su futura distribución.



4. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, actualizado según el Real Decreto 1053/2014 de 12 de diciembre de 2014.
- 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.
- Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE FOM /1635/2013 del 10 de septiembre sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, Real decreto 1371/2007 de 19 de Octubre DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte. Real Decreto 293/2009, de 7 de julio.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Última actualización publicada el 29/12/2014.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras. Revisada en marzo de 2010.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

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

5. ACOMETIDA.

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). El conductor será de aluminio por superar este los 120 mm². Esta línea está regulada por la ITC-BT-11.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida será:

- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación propiedad de la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

6. INSTALACIONES DE ENLACE.

6.1. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

Se instalará sobre la fachada exterior del edificio, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por

la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortocircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Las cajas de protección y medida cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

6.2. DERIVACIÓN INDIVIDUAL.

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Los conductores a utilizar serán de aluminio, aislados y normalmente unipolares, colocación en el interior de tubos enterrados con un diámetro exterior de 9(225) mm², el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV de sección 9(3x240/120) mm².

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la

norma UNE 21.123 parte 4 o 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, es del 1,5 %.

6.3. DISPOSITIVOS GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se colocará en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22 y 23). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

" R_a " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" I_a " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" U " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Dado el carácter de la instalación en el que se ha instalado un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se ha prescindido del interruptor diferencial general.

En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

7. INSTALACIONES INTERIORES.

7.1. CONDUCTORES.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo

justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

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

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

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

7.2. IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.

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

7.3. 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, 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.

En la instalación de este proyecto para cumplir con lo descrito anteriormente se ha optado por colocar interruptores automáticos de 300 mA clase AC en cada línea a motor, en las agrupaciones de cada líneas a motor al final de línea interruptor de corte en carga y a principio de línea interruptores automáticos de 500 mA clase AC y en las agrupaciones denominadas S1, S2, S3... se ha optado por colocar interruptores automáticos de 500 mA clase AC[s] asegurando así la selectividad y una correcta subdivisión de las instalaciones.

En los consumos en ruta de fuerza, clima y alumbrado el primer interruptor es 30 mA clase AC.

7.4. EQUILIBRADO DE CARGAS.

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

7.5. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

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

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

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.

7.6. CONEXIONES.

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

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

7.7. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.

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

7.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables 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. Estando especificado para cada tramo en el apartado de cálculos justificativos.

En el presente proyecto todos los consumos en ruta de las salidas S5, S6 y S7, designadas como S5.1.1, S5.2.2... van montadas bajo tubo en montaje superficial o empotrado en obra.

De la misma manera todas las líneas subcuadro designadas como S1.1, S1.2 ... S4.3 también van montadas bajo tubo en montaje superficial o empotrado en obra.

Las especificaciones de su instalación están especificadas en el apartado de “pliego de condiciones”.

7.7.3. 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).

En el presente proyecto todas las agrupaciones que comprenden el proceso productivo, así como las líneas subcuadro que alimentan los cuadros de fuerza, climatización y alumbrado, y la línea reactiva designadas en el presente proyecto como S1, S2 ... S8 van montadas con conductores sobre pared.

Las especificaciones de su instalación están especificadas en el apartado de “pliego de condiciones”.

7.7.4. 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.

En el presente proyecto la línea entera denominada como “línea trafo” y todo lo que la comprende, va instalada mediante conductor directamente enterrado.

Las especificaciones de su instalación están especificadas en el apartado de “pliego de condiciones”.

7.7.5. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.7.6. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

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

En el presente proyecto todas las líneas motor que comprende el proceso productivo que se llevará a cabo en las instalaciones designadas como S1.1.1, S1.1.2 ... S4.3.2 van instaladas en conductor sobre bandeja perforada.

Las especificaciones de su instalación están especificadas en el apartado de "pliego de condiciones".

8. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades 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 sobre intensidades previsibles.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, fusibles de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente, de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores y de alta capacidad ruptura y de acción rápida para protección de circuitos y relé térmicos de diferente calibración.

La colocación de los elementos descritos anteriormente estará ubicada en la cabecera de las agrupaciones, líneas motor, líneas subcuadro.... Con el fin de proteger los diferentes circuitos y zonas de la instalación ante posibles sobrecargas de diversos tipos.

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 omnipolar 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 omnipolar.

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.

9. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

9.1. 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.

Tensión nominal instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	8	8	6	4	2,5

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, aparatos: 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 sobre intensidades, etc.).

9.2. 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.

9.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- En situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- En situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

10. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

10.1. 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 toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

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

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

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

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

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

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

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

10.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta protección se consigue mediante la protección por corte automático de la alimentación, el cual lo realizará el interruptor diferencial y los relés y transformadores diferenciales.

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20572 -1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

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

11. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

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

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

11.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se utilizan electrodos formados por:

- Anillos, mallas metálicas.
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;

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

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

Conductores de tierra.

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

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección aptdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

Bornes de puesta a tierra.

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

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

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

Conductores de protección.

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

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

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

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.

11.2. 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.

11.3. 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.

11.4. 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:

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

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

11.5. 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.

12. 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.

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

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga

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

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.

13. RECEPTORES A MOTOR.

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

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

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

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la

instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

POTENCIAS	RELACIÓN
De 0,75 kW a 1,5 kW:	4,5
De 1,50 kW a 5 kW:	3,0
De 5 kW a 15 kW:	2
Más de 15 kW:	1,5

14. BATERÍA DE CONDENSADORES

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte de la Instalación del Conjunto del edificio formado por maquinaria de aire acondicionado, bombas, ascensores y otros receptores se ha previsto la instalación de una batería de condensadores con regulación automática.

Se ha previsto una batería de condensadores regulada de 400V con un total de 600 KVAR.

Estará instalado en armario metálico independiente, protegidos con fusibles contra armónicos, en lugar ventilado y seco.

Los conductores de alimentación desde el CGBT estarán dimensionados de acuerdo con las características de la red, potencia instalada y recomendación del fabricante, su carcasa estará puesta a tierra.

Tendrá resistencias de descargas que cumplan con lo exigido por la ITC-BT-48 del REBT.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.

Índice

Fórmulas.....	57
Fórmula Conductividad Eléctrica.....	58
Fórmulas Sobrecargas	59
Fórmulas compensación energía reactiva.....	59
Fórmulas Resistencia Tierra	60
Placa enterrada	60
Pica vertical	60
Conductor enterrado horizontalmente.....	61
Asociación en paralelo de varios electrodos	61
DEMANDA DE POTENCIAS.....	62
- Potencia total instalada:	62
Cálculo de la Línea: TRAF0 1	63
Cálculo de la Línea: S1 AGR. FAB. CF	63
Cálculo de la Línea: S1.1 TROQ. EMB.	64
Cálculo de la Línea: S1.1.1 TROQ. CU. 1	65
Cálculo de la Línea: S1.1.2 TROQ. CU. 2	66
Cálculo de la Línea: S1.1.3 EMBUT. CU.1.....	67
Cálculo de la Línea: S1.1.4 EMBUT. CU.2.....	67
Cálculo de la Línea: S1.2 FORM. REC.	68
Cálculo de la Línea: S1.2.1 FORM. 1	69
Cálculo de la Línea: S1.2.2 FORM. 2	70
Cálculo de la Línea: S1.2.3 RECOR. 1	71
Cálculo de la Línea: S1.2.4 RECOR. 2	71
Cálculo de la Línea: S1.3 LAVADO.....	72
Cálculo de la Línea: S1.3.1 LAVADO 1.....	73
Cálculo de la Línea: S1.3.2 LAVADO 2.....	74
Cálculo de la Línea: S1.4 LACA. EXT	75
Cálculo de la Línea: S1.4.1 LACA. EXT.1	76
Cálculo de la Línea: S1.4.2 LACA. EXT.2	77
Cálculo de la Línea: S1.4.3 LACA. EXT.3.....	77

Cálculo de la Línea: S1.4.4 LACA. EXT.4	78
Cálculo de la Línea: S1.5 HOR. SEC.	79
Cálculo de la Línea: S1.5.1 HOR. SEC. 1	80
Cálculo de la Línea: S1.5.2 HOR. SEC. 2	81
Cálculo de la Línea: S1.6 DECOR.	81
Cálculo de la Línea: S1.6.1 DECORAC. 1.....	82
Cálculo de la Línea: S1.6.2 DECORAC. 2.....	83
Cálculo de la Línea: S1.7 HOR. SEC.	84
Cálculo de la Línea: S1.7.1 HOR. SEC. 1	85
Cálculo de la Línea: S1.7.2 HOR. SEC. 2	86
Cálculo de la Línea: S1.8 FORM. CUE.....	87
Cálculo de la Línea: S1.8.1 FORM. CUE.1.....	88
Cálculo de la Línea: S1.8.2 FORM. CUE.2.....	88
Cálculo de la Línea: S1.9 LACA. INT.	89
Cálculo de la Línea: S1.9.1 LACA. INT.1	90
Cálculo de la Línea: S1.9.2 LACA. INT.2	91
Cálculo de la Línea: S1.10 HOR. SEC.	92
Cálculo de la Línea: S1.10.1 HOR. SEC.1	93
Cálculo de la Línea: S1.10.2 HOR. SEC.2	94
Cálculo de la Línea: S1.11 EMBAL. CU.	94
Cálculo de la Línea: S1.11.1 EMB. CU. 1	95
Cálculo de la Línea: S1.11.2 EMB. CU. 2	96
Cálculo de la Línea: S2 AGR. FAB. TA.....	97
Cálculo de la Línea: S2.1 TR. EMB. TA.....	98
Cálculo de la Línea: S2.1.1 TROQ. TA. 1.....	99
Cálculo de la Línea: S2.1.2 TROQ. TA. 2.....	99
Cálculo de la Línea: S2.1.3 EMBUT. TA.1	100
Cálculo de la Línea: S2.1.4 EMBUT. TA.2	101
Cálculo de la Línea: S2.2 TR. EMB. AN.	102
Cálculo de la Línea: S2.2.1 TROQ. AN. 1	103
Cálculo de la Línea: S2.2.2 TROQ. AN. 2	103
Cálculo de la Línea: S2.2.3 EMBUT. AN.1	104
Cálculo de la Línea: S2.2.4 EMBUT. AN.2	105

Cálculo de la Línea: S2.3 REM. AN-TA	106
Cálculo de la Línea: S2.3.1 REM. AN-TA1	107
Cálculo de la Línea: S2.3.2 REM. AN-TA2	107
Cálculo de la Línea: S2.4 EMBAL. TA.....	108
Cálculo de la Línea: S2.4.1 EMB. TA. 1.....	109
Cálculo de la Línea: S2.4.2 EMB. TA. 2.....	110
Cálculo de la Línea: S3 AGR. LLE. LA.	111
Cálculo de la Línea: S3.1 TRA. CU. LA.	111
Cálculo de la Línea: S3.1.1 TRA. CU.LA1	112
Cálculo de la Línea: S3.1.2 TRA. CU.LA2	113
Cálculo de la Línea: S3.2 LAVADO LA.....	114
Cálculo de la Línea: S3.2.1 LAVA. LA. 1	115
Cálculo de la Línea: S3.2.2 LAVA. LA. 2.....	116
Cálculo de la Línea: S3.3 EXT. AI. IN.....	116
Cálculo de la Línea: S3.3.1 EXT. AI.IN1	117
Cálculo de la Línea: S3.3.2 EXT. AI.IN2	118
Cálculo de la Línea: S3.4 LLENADO	119
Cálculo de la Línea: S3.4.1 LLENADO 1	120
Cálculo de la Línea: S3.4.2 LLENADO 2	120
Cálculo de la Línea: S3.5 INY. EX. AI.....	121
Cálculo de la Línea: S3.5.1 INY. EX.AI1	122
Cálculo de la Línea: S3.5.2 INY. EX.AI2	123
Cálculo de la Línea: S3.6 ACOPL. TA.	124
Cálculo de la Línea: S3.6.1 ACOPL. TA.1	125
Cálculo de la Línea: S3.6.2 ACOPL. TA.2	126
Cálculo de la Línea: S3.7 PASTEUR.	126
Cálculo de la Línea: S3.7.1 PASTEUR. 1.....	127
Cálculo de la Línea: S3.7.2 PASTEUR. 2.....	128
Cálculo de la Línea: S3.8 CONTR. LLE.....	129
Cálculo de la Línea: S3.8.1 CONT. LLE.1.....	130
Cálculo de la Línea: S3.8.2 CONT. LLE.2.....	131
Cálculo de la Línea: S3.9 CONDIFIC.	131
Cálculo de la Línea: S3.9.1 CONDIFIC. 1.....	132

Cálculo de la Línea: S3.9.2 CONDIFIC. 2.....	133
Cálculo de la Línea: S3.10 EMBAL. LA.....	134
Cálculo de la Línea: S3.10.1 EMB. LA. 1.....	135
Cálculo de la Línea: S3.10.2 EMB. LA. 2.....	135
Cálculo de la Línea: S4 AGR. ALMAC.	136
Cálculo de la Línea: S4.1 ALMAC. CU.....	137
Cálculo de la Línea: S4.1.1 ALMAC. CU.1.....	138
Cálculo de la Línea: S4.1.2 ALMAC. CU.2.....	139
Cálculo de la Línea: S4.2 ALMAC. TA.	140
Cálculo de la Línea: S4.2.1 ALMAC. TA.1	141
Cálculo de la Línea: S4.2.2 ALMAC. TA.2	141
Cálculo de la Línea: S4.3 ALMAC. PF.....	142
Cálculo de la Línea: S4.3.1 ALMAC. PF.1.....	143
Cálculo de la Línea: S4.3.2 ALMAC. PF.2.....	144
Cálculo de la Línea: S5 ALUMBRADO.....	145
Cálculo de la Línea: S5.1 ALUMBRADO Z1.....	146
Cálculo de la Línea: S5.1.1 AL. Z1 C1	147
Cálculo de la Línea: S5.1.2 AL. Z1 C2	148
Cálculo de la Línea: S5.1.3 AL. Z1 EV.	149
Cálculo de la Línea: S5.1.4 AL. Z1 ANT.....	150
Cálculo de la Línea: S5.1.5 AL. Z1 EXT.....	150
Cálculo de la Línea: S5.2 ALUMBRADO Z2.....	151
Cálculo de la Línea: S5.2.1 AL. Z2 C1	152
Cálculo de la Línea: S5.2.2 AL. Z2 C2	153
Cálculo de la Línea: S5.2.3 AL. Z2 EV.	154
Cálculo de la Línea: S5.2.4 AL. Z2 ANT.....	155
Cálculo de la Línea: S5.2.5 AL. Z2 EXT.....	156
Cálculo de la Línea: S5.3 ALUMBRADO Z3.....	157
Cálculo de la Línea: S5.3.1 AL. Z3 C1	158
Cálculo de la Línea: S5.3.2 AL. Z3 C2	159
Cálculo de la Línea: S5.3.3 AL. Z3 EV.	160
Cálculo de la Línea: S5.3.4 AL. Z3 ANT.....	161
Cálculo de la Línea: S5.3.5 AL. Z3 EXT.....	162

Cálculo de la Línea: S5.4 ALUMBRADO Z4.....	163
Cálculo de la Línea: S5.4.1 AL. Z4 C1	164
Cálculo de la Línea: S5.4.2 AL. Z4 C2	165
Cálculo de la Línea: S5.4.3 AL. Z4 EV.	166
Cálculo de la Línea: S5.4.4 AL. Z4 ANT.....	167
Cálculo de la Línea: S5.4.5 AL. Z4 EXT.....	167
Cálculo de la Línea: S6 FUERZA	168
Cálculo de la Línea: S6.1 FUERZA Z1.....	169
Cálculo de la Línea: S6.1.1 FZA. Z1 C1	170
Cálculo de la Línea: S6.1.2 FZA. Z1 C2	171
Cálculo de la Línea: S6.2 FUERZA Z2.....	172
Cálculo de la Línea: S6.2.1 FZA. Z2 C1	173
Cálculo de la Línea: S6.2.2 FZA Z2 C2	174
Cálculo de la Línea: S6.3 FUERZA Z3.....	175
Cálculo de la Línea: S6.3.1 FZA. Z3 C1	176
Cálculo de la Línea: S6.3.2 FZA. Z3 C2	176
Cálculo de la Línea: S6.4 FUERZA Z4.....	177
Cálculo de la Línea: S6.4.1 FZA. Z4 C1	178
Cálculo de la Línea: S6.4.2 FZA. Z4 C2	179
Cálculo de la Línea: S7 CLIMA.....	180
Cálculo de la Línea: S7.1 CLIMA Z1	181
Cálculo de la Línea: S7.1.1 CLIM Z1 C1	182
Cálculo de la Línea: S7.1.2 CLIM Z1 C2	182
Cálculo de la Línea: S7.2 CLIMA Z2	183
Cálculo de la Línea: S7.2.1 CLIM Z2 C1	184
Cálculo de la Línea: S7.2.2 CLIM Z2 C2	185
Cálculo de la Línea: S7.3 CLIMA Z3	186
Cálculo de la Línea: S7.3.1 CLIM Z3 C1	187
Cálculo de la Línea: S7.3.2 CLIM Z3 C2	188
Cálculo de la Línea: S7.4 CLIMA Z4	188
Cálculo de la Línea: S7.4.1 CLIM Z4 C1	189
Cálculo de la Línea: S7.4.2 CLIM Z4 C2	190
Cálculo de la Batería de Condensadores	191

ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO	193
CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA	193
RESUMEN DE CÁLCULOS:	193
Cuadro general de mando y protección	194
Subcuadro S1.1 TROQ. EMB.	195
Subcuadro S1.2 FORM. REC.	195
Subcuadro S1.3 LAVADO	195
Subcuadro S1.4 LACA. EXT.	196
Subcuadro S1.5 HOR. SEC.	196
Subcuadro S1.6 DECOR.	196
Subcuadro S1.7 HOR. SEC.	196
Subcuadro S1.8 FORM. CUE.	197
Subcuadro S1.9 LACA. INT.	197
Subcuadro S1.10 HOR. SEC.	197
Subcuadro S1.11 EMBAL. CU.	197
Subcuadro S2.1 TR. EMB. TA.	198
Subcuadro S2.2 TR. EMB. AN.	198
Subcuadro S2.3 REM. AN-TA	198
Subcuadro S2.4 EMBAL. TA.	198
Subcuadro S3.1 TRA. CU. LA.	199
Subcuadro S3.2 LAVADO LA.	199
Subcuadro S3.3 EXT. AI. IN.	199
Subcuadro S3.4 LLENADO	199
Subcuadro S3.5 INY. EX. AI.	200
Subcuadro S3.6 ACOPL. TA.	200
Subcuadro S3.7 PASTEUR.	200
Subcuadro S3.8 CONTR. LLE	200
Subcuadro S3.9 CONDIFIC.	200
Subcuadro S3.10 EMBAL. LA.	200
Subcuadro S4.1 ALMAC. CU.	201
Subcuadro S4.2 ALMAC. TA.	201
Subcuadro S4.3 ALMAC. PF.	201
Subcuadro S5 ALUMBRADO	201

Subcuadro S5.1 ALUMBRADO Z1	202
Subcuadro S5.2 ALUMBRADO Z2	202
Subcuadro S5.3 ALUMBRADO Z3	203
Subcuadro S5.4 ALUMBRADO Z4	203
Subcuadro S6 FUERZA	203
Subcuadro S6.1 FUERZA Z1	203
Subcuadro S6.2 FUERZA Z2	204
Subcuadro S6.3 FUERZA Z3	204
Subcuadro S6.4 FUERZA Z4	204
Subcuadro S7 CLIMA	205
Subcuadro S7.1 CLIMA Z1.....	205
Subcuadro S7.2 CLIMA Z2.....	205
Subcuadro S7.3 CLIMA Z3.....	205
Subcuadro S7.4 CLIMA Z4.....	206

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Cálculos del cuadro general de mando y protección

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico:

$$I = \frac{P_c}{1,732 * U * \text{Cos } \varphi * \eta} = (A)$$

$$e = \left(L * \frac{P_c}{C * U * n * S * \eta} + \left(\frac{L * P_c * X_u * \text{Sen } \varphi}{1000 * U * n * \eta * \text{Cos } \varphi} \right) \right) = (V)$$

Sistema Monofásico:

$$I = \frac{P_c}{U * \text{Cos } \varphi * \eta} = (A)$$

$$e = \left(2 * L * \frac{P_c}{C * U * n * S * \eta} \right) + \left(\frac{2 * L * P_c * X_u * \text{Sen } \varphi}{1000 * U * n * \eta * \text{Cos } \varphi} \right) = (V)$$

En donde:

- P_c = Potencia de Cálculo en Watios.
- L = Longitud de Cálculo en metros.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- C = Conductividad $\Omega^{-1}m^{-1}$.
- I = Intensidad en Amperios.
- U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica o Monofásica).
- S = Sección del conductor en mm^2 .
- $\text{Cos } \varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.
- η = Rendimiento. (Para líneas motor).

- $n = N^\circ$ de conductores por fase.
- $X_u =$ Reactancia por unidad de longitud en $m\Omega/m$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

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

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

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

Siendo,

- $C =$ Conductividad del conductor a la temperatura T .
- $\rho =$ Resistividad del conductor a la temperatura T .
- $\rho_{20} =$ Resistividad del conductor a 20°C .
 - $\text{Cu} = 0.018$
 - $\text{Al} = 0.029$
- $a =$ Coeficiente de temperatura:
 - $\text{Cu} = 0.00392$
 - $\text{Al} = 0.00403$
- $T =$ Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).
- $T_0 =$ Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):
 - Cables enterrados = 25°C
 - Cables al aire = 40°C
- $T_{max} =$ Temperatura máxima admisible del conductor ($^\circ\text{C}$):
 - XLPE, EPR = 90°C
 - PVC = 70°C
- $I =$ Intensidad prevista por el conductor (A).
- $I_{max} =$ Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

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

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 ($1,6 I_n$).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P * (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

$$C = \frac{Q_c * 1000}{U^2 * w}; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$c = \frac{Q_c * 1000}{3 * U^2 * w}; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

- P = Potencia activa instalación (kW).
- Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

- Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
- ϕ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.
- ϕ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
- U = Tensión compuesta (V).
- $w = 2 * \pi * f$; $f = 50$ Hz.
- c = Capacidad condensadores (F); $c * 1000000$ (μ F).

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 * \frac{\rho}{P}$$

Siendo:

- R_t : Resistencia de tierra (Ohm)
- ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
- P : Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- R_t : Resistencia de tierra (Ohm)
- ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
- L : Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 * \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

- R_t : Resistencia de tierra (Ohm)
- ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m)
- L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = \frac{1}{\left(\frac{L_c}{2r} + \frac{L_p}{\rho} + \frac{P}{0,8r}\right)}$$

Siendo,

- R_t : Resistencia de tierra (Ohm) .
- ρ : Resistividad del terreno (Ohm·m) .
- L_c : Longitud total del conductor (m) .
- L_p : Longitud total de las picas (m).
- P: Perímetro de las placas (m) .

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

REF. CIRCUITO	POTENCIA
S1.1 TROQ. EMB.	84160 W
S1.2 FORM. REC.	64720 W
S1.3 LAVADO	22080 W
S1.4 LACA. EXT	20000 W
S1.5 HOR. SEC.	40000 W
S1.6 DECOR.	14720 W
S1.7 HOR. SEC.	40000 W
S1.8 FORM. CUE.	22080 W
S1.9 LACA. INT.	22080 W
S1.10 HOR. SEC.	40000 W
S1.11 EMBAL. CU.	10000 W
S2.1 TR. EMB. TA.	59440 W
S2.2 TR. EMB. AN.	42080 W
S2.3 REM. AN-TA	20000 W
S2.4 EMBAL. TA.	10000 W
S3.1 TRA. CU. LA.	22080 W
S3.2 LAVADO LA.	30000 W
S3.3 EXT. AI. IN.	10000 W
S3.4 LLENADO	100000 W
S3.5 INY. EX. AI.	10000 W
S3.6 ACOPL. TA.	29440 W
S3.7 PASTEUR.	90000 W
S3.8 CONTR. LLE.	12000 W
S3.9 CONDIFIC.	10000 W
S3.10 EMBAL. LA.	10000 W
S4.1 ALMAC. CU.	30000 W
S4.2 ALMAC. TA.	30000 W
S4.3 ALMAC. PF.	30000 W
S5 ALUMBRADO	25700 W
S6 FUERZA	96000 W
S7 CLIMA	80000 W
TOTAL....	1126580 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 25700
- Potencia Instalada Fuerza (W): 1100880
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 1600

Cálculo de la Línea: TRAF0 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.96; Xu(m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1600 kVA.
- Índice carga c: 0.85.

$$I = \frac{C_t * S_t * 1000}{(1.732 * U)} = \frac{1 * 1600 * 1000}{(1,732 * 400)} = 2309.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 9(3x240/120)mm²Al
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida-Desig.UNE:RZ1-Al(AS)
I.ad. a 25 °C (Fc=1) 2349 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 9(225) mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 88.33

$$e(\text{parcial}) = \frac{4 * 1535999.9}{27.04 * 400 * 9 * 240} + \frac{4 * 1535999.97 * 0.1 * 0.28}{1000 * 400 * 9 * 0.96} = 0.31 \text{ V.}$$

= 0.08 %

e(total)=0.08% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:I. Aut./Tet. In.: 2500 A. Térmico reg. Int.Reg.: 2329 A.

Cálculo de la Línea: S1 AGR. FAB. CF

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 379840 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$25000 \times 1.25 + 164920 = 196170 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.5)}$$

$$I = \frac{196170}{1,732 * 400 * 0.8} = 353.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x185mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 368 A. según ITC-BT-19
 Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 86.25

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.3 * 196170}{44.1 * 400 * 185} = 0.02 V. = 0 \%$$

e(total)=0.08% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 361 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC [s].

Cálculo de la Línea: S1.1 TROQ. EMB.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 84160 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22080x1.25 + 28416 = 56016 W.(\text{Coef. de Simult.: } 0.6)$$

$$I = \frac{56016}{1,732 * 400 * 0.8} = 101.07 A.$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx16mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 110 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.21

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 56016}{44.66 * 400 * 35} = 1.79 V. = 0.45 \%$$

e(total)=0.53% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 106 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 125 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias de S1.1 TROQ. EMB. SUBCUADRO

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.1.1 TROQ. CU. 1	20000 W
S1.1.2 TROQ. CU. 2	20000 W
S1.1.3 EMBUT. CU.1	22080 W
S1.1.4 EMBUT. CU.2	22080 W
TOTAL.....	84160 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 84160

Cálculo de la Línea: S1.1.1 TROQ. CU. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$$

$$I = \frac{25000}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 45.11 | 26.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x4+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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 66.17

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 25000}{47.04 * 400 * 4 * 1} = 4.98 V. = 1.25 \%$$

$$e(\text{total})=1.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 32 A.

Relé térmico, Reg: 24÷32 A.

Cálculo de la Línea: S1.1.2 TROQ. CU. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$$

$$I = \frac{25000}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 45.11 | 26.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x4+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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.17

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 25000}{47.04 * 400 * 4 * 1} = 4.98 V. = 1.25 \%$$

$$e(\text{total})=1.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 32 A.

Relé térmico, Reg: 24÷32 A.

Cálculo de la Línea: S1.1.3 EMBUT. CU.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 22080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22080 \times 1.25 = 27600 \text{ W.}$$

$$I = \frac{27600}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 49.8 \text{ | } 28.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.12

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 27600}{48.33 * 400 * 6 * 1} = 5.95 \text{ V.} = 1.49 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 32 A.

Relé térmico, Reg: 24÷32 A.

Cálculo de la Línea: S1.1.4 EMBUT. CU.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 22080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22080 \times 1.25 = 27600 \text{ W.}$$

$$I = \frac{27600}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 49.8 | 28.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 71.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 27600}{46.16 * 400 * 4 * 1} = 9.34 \text{ V.} = 2.34 \%$$

e(total)=2.87% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
 Contactor Tripolar In: 32 A.
 Relé térmico, Reg: 24÷32 A.

Cálculo de la Línea: S1.2 FORM. REC.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 64720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$25000x1.25+13832=45082 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{45082}{1,732 * 400 * 0.8} = 81.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 88 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 82.72

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 * 45082}{44.59 * 400 * 25} = 3.03 \text{ V.} = 0.76 \%$$

e(total)=0.84% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 85 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias subcuadro S1.2 FORM. REC.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.2.1 FORM. 1	25000 W
S1.2.2 FORM. 2	25000 W
S1.2.3 RECOR. 1	7360 W
S1.2.4 RECOR. 2	7360 W
TOTAL.....	64720 W

Potencia Instalada Fuerza (W): 64720

Cálculo de la Línea: S1.2.1 FORM. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$25000 \times 1.25 = 31250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{31250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 56.38 | 32.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x6+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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 65.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 31250}{47.22 * 400 * 6 * 1} = 2.76 V. = 0.69 \%$$

e(total)=1.53% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 63 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tripolar In: 40 A.
Relé térmico, Reg: 30=40 A.

Cálculo de la Línea: S1.2.2 FORM. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$25000 \times 1.25 = 31250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{31250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 56.38 | 32.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x6+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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 65.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 31250}{47.22 * 400 * 6 * 1} = 2.76 V. = 0.69 \%$$

e(total)=1.53% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S1.2.3 RECOR. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$7360 \times 1.25 = 9200 \text{ W.}$$

$$I = \frac{9200}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 16.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 9200}{48.09 * 400 * 2.5 * 1} = 3.83 \text{ V.} = 0.96 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 20 A. Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S1.2.4 RECOR. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7360 W.

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

$$7360 \times 1.25 = 9200 \text{ W.}$$

$$I = \frac{9200}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 16.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 9200}{48.09 * 400 * 2.5 * 1} = 3.83 \text{ V.} = 0.96 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 20 A. Relé térmico, Reg: 16÷20 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S1.3 LAVADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 22080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 * 1.25 + 8832 = 22632 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.9)}$$

$$I = \frac{22632}{1,732 * 400 * 0.8} = 40.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 70.83

$$e(\text{parcial}) = \frac{35 * 22632}{46.32 * 400 * 10} = 4.27 V. = 1.07 \%$$

e(total)=1.15% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 50 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.3 LAVADO

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.3.1 LAVADO 1	11040 W
S1.3.2 LAVADO 2	11040 W
TOTAL.....	22080 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 22080

Cálculo de la Línea: S1.3.1 LAVADO 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 3.11 \text{ V.} = 0.78 \%$$

e(total)=1.93% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.3.2 LAVADO 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(m W/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 3.11 \text{ V.} = 0.78 \%$$

e(total)=1.93% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.4 LACA. EXT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos ϕ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 7000 = 13250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{13250}{1,732 * 400 * 0.8} = 23.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.75

$$e(\text{parcial}) = \frac{45 * 13250}{46.19 * 400 * 4} = 8.07 \text{ V.} = 2.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.4 LACA. EXT

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S1.4.1 LACA. EXT.1	5000 W
S1.4.2 LACA. EXT.2	5000 W
S1.4.3 LACA. EXT.3	5000 W
S1.4.4 LACA. EXT.4	5000 W
TOTAL.....	20000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20000

Cálculo de la Línea: S1.4.1 LACA. EXT.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.25 \text{ V.} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S1.4.2 LACA. EXT.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.25 \text{ V.} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.
Protección diferencial:
Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S1.4.3 LACA. EXT.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.88 \text{ V.} = 0.47 \%$$

e(total)=2.57% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S1.4.4 LACA. EXT.4

- 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: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 5000x1.25=6250 W.

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.88 \text{ V.} = 0.47 \%$$

e(total)=2.57% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S1.5 HOR. SEC.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 40000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 + 8000 = 33000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{33000}{1,732 * 400 * 0.8} = 59.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.17

$$e(\text{parcial}) = \frac{50 * 33000}{45.53 * 400 * 16} = 5.66 \text{ V.} = 1.42 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.5\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.5 HOR. SEC.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.5.1 HOR. SEC. 1	20000 W
S1.5.2 HOR. SEC. 2	20000 W
TOTAL.....	40000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40000

Cálculo de la Línea: S1.5.1 HOR. SEC. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
20000x1.25=25000 W.

$$I = \frac{25000}{1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1} = 40.09 \text{ | } 23.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 78.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \times 25000}{45.24 \times 400 \times 2.5 \times 1} = 8.29 \text{ V.} = 2.07 \%$$

e(total)=3.57% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.5.2 HOR. SEC. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $20000 \times 1.25 = 25000$ W.

$$I = \frac{25000}{1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1} = 40.09 \text{ | } 23.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 78.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 25000}{45.24 * 400 * 2.5 * 1} = 8.29 \text{ V.} = 2.07 \%$$

e(total)=3.57% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.6 DECOR.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 14720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$7360 \times 1.25 + 1472 = 10672 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{10672}{1,732 * 400 * 0.8} = 19.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 60.6

$$e(\text{parcial}) = \frac{55 * 10672}{47.93 * 400 * 4} = 7.65 \text{ V.} = 1.91 \%$$

e(total)=2% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 25 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.6 DECOR.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S1.6.1 DECORAC. 1	7360 W
S1.6.2 DECORAC. 2	7360 W
TOTAL.....	14720 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 14720

Cálculo de la Línea: S1.6.1 DECORAC. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7360 W.

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

$$7360 \times 1.25 = 9200 \text{ W.}$$

$$I = \frac{9200}{1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1} = 16.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 \times 9200}{48.09 \times 400 \times 2.5 \times 1} = 1.91 \text{ V.} = 0.48 \%$$

e(total)=2.47% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.6.2 DECORAC. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 7360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$7360 \times 1.25 = 9200 \text{ W.}$$

$$I = \frac{9200}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 16.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 9200}{48.09 * 400 * 2.5 * 1} = 1.91 V. = 0.48 \%$$

e(total)=2.47% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.7 HOR. SEC.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 40000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 + 4000 = 29000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{29000}{1,732 * 400 * 0.8} = 52.32 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.94

$$e(\text{parcial}) = \frac{65 * 29000}{46.77 * 400 * 16} = 6.3 V. = 1.57 \%$$

e(total)=1.66% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 63 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.7 HOR. SEC.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.7.1 HOR. SEC. 1	20000 W
S1.7.2 HOR. SEC. 2	20000 W
TOTAL.....	40000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40000

Cálculo de la Línea: S1.7.1 HOR. SEC. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 20000x1.25=25000 W.

$$I = \frac{25000}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 40.09 \text{ | } 23.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 78.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 25000}{45.24 * 400 * 2.5 * 1} = 8.29 \text{ V.} = 2.07 \%$$

e(total)=3.73% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.7.2 HOR. SEC. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$$

$$I = \frac{25000}{1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1} = 40.09 \text{ | } 23.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 \times 25000}{45.24 \times 400 \times 2.5 \times 1} = 8.29 \text{ V.} = 2.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.8 FORM. CUE.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 22080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 + 2208 = 16008 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{16008}{1,732 \times 400 \times 0.8} = 28.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 70.47

$$e(\text{parcial}) = \frac{75 * 16008}{46.38 * 400 * 6} = 10.79 \text{ V.} = 2.7 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 32 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.8 FORM. CUE.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.8.1 FORM. CUE.1	11040 W
S1.8.2 FORM. CUE.2	11040 W
TOTAL.....	22080 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 22080

Cálculo de la Línea: S1.8.1 FORM. CUE.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 6.22 \text{ V.} = 1.55 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.8.2 FORM. CUE.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 6.22 \text{ V.} = 1.55 \%$$

e(total)=4.33% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
 Contactor Tetrapolar In: 25 A.
 Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.9 LACA. INT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 22080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040x1.25+2208=16008 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{16008}{1,732 * 400 * 0.8} = 28.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 70.47

$$e(\text{parcial}) = \frac{85 * 16008}{46.38 * 400 * 6} = 12.22 \text{ V.} = 3.06 \%$$

e(total)=3.14% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 32 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.9 LACA. INT.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.9.1 LACA. INT.1	11040 W
S1.9.2 LACA. INT.2	11040 W
TOTAL.....	22080 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 22080

Cálculo de la Línea: S1.9.1 LACA. INT.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 3.11 \text{ V.} = 0.78 \%$$

e(total)=3.92% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.9.2 LACA. INT.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 3.11 \text{ V.} = 0.78 \%$$

e(total)=3.92% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.10 HOR. SEC.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 40000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 + 8000 = 33000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{33000}{1,732 * 400 * 0.8} = 59.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.17

$$e(\text{parcial}) = \frac{90 * 33000}{45.53 * 400 * 16} = 10.19 \text{ V.} = 2.55 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.10 HOR. SEC.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.10.1 HOR. SEC.1	20000 W
S1.10.2 HOR. SEC.2	20000 W
TOTAL.....	40000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 40000

Cálculo de la Línea: S1.10.1 HOR. SEC.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$$

$$I = \frac{25000}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 40.09 \text{ | } 23.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 78.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 25000}{45.24 * 400 * 2.5 * 1} = 8.29 \text{ V.} = 2.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.7\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.10.2 HOR. SEC.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W.}$$

$$I = \frac{25000}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 40.09 \text{ | } 23.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 78.16

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 25000}{45.24 * 400 * 2.5 * 1} = 8.29 \text{ V.} = 2.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.7\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 50 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tripolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S1.11 EMBAL. CU.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 3000 = 9250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{9250}{1,732 * 400 * 0.9} = 14.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 52.23

$$e(\text{parcial}) = \frac{100 * 9250}{49.32 * 400 * 4} = 11.72 \text{ V.} = 2.93 \%$$

e(total)=3.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 16 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S1.11 EMBAL. CU.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S1.11.1 EMB. CU. 1	5000 W
S1.11.2 EMB. CU. 2	5000 W
TOTAL.....	10000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10000

Cálculo de la Línea: S1.11.1 EMB. CU. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 2.51 \text{ V.} = 0.63 \%$$

e(total)=3.64% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S1.11.2 EMB. CU. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 2.51 V. = 0.63 \%$$

$$e(\text{total})=3.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S2 AGR. FAB. TA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 131520 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 + 50760 = 69510 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.5)}$$

$$I = \frac{69510}{1,732 * 400 * 0.8} = 125.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35mm²Cu

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

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 127 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.76

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.3 * 69510}{43.76 * 400 * 35} = 0.03 V. = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.09\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 126 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC [s].

Cálculo de la Línea: S2.1 TR. EMB. TA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 59440 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 + 20664 = 39414 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{39414}{1,732 * 400 * 0.8} = 71.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 88 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 72.65

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 39414}{46.05 * 400 * 25} = 1.71 \text{ V.} = 0.43 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 80 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S2.1 TR. EMB. TA.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S2.1.1 TROQ. TA. 1	15000 W
S2.1.2 TROQ. TA. 2	15000 W
S2.1.3 EMBUT. TA.1	14720 W
S2.1.4 EMBUT. TA.2	14720 W
TOTAL.....	59440 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 59440

Cálculo de la Línea: S2.1.1 TROQ. TA. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 2.5 \text{ V.} = 0.62 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30=40 A.

Cálculo de la Línea: S2.1.2 TROQ. TA. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 2.5 \text{ V.} = 0.62 \%$$

e(total)=1.14% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
 Contactor Tetrapolar In: 40 A.
 Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S2.1.3 EMBUT. TA.1

- 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: 14720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$14720 \times 1.25 = 18400 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18400}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 66.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 18400}{47.06 * 400 * 6 * 1} = 4.07 V. = 1.02 \%$$

$$e(\text{total})=1.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S2.1.4 EMBUT. TA.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 14720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$14720 \times 1.25 = 18400 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18400}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 18400}{47.06 * 400 * 6 * 1} = 4.07 V. = 1.02 \%$$

$$e(\text{total})=1.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S2.2 TR. EMB. AN.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 42080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 + 14208 = 28008 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{28008}{1,732 * 400 * 0.8} = 50.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 66.06

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 28008}{47.06 * 400 * 16} = 2.32 \text{ V.} = 0.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 63 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S2.2 TR. EMB. AN.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S2.2.1 TROQ. AN. 1	10000 W
S2.2.2 TROQ. AN. 2	10000 W
S2.2.3 EMBUT. AN.1	11040 W
S2.2.4 EMBUT. AN.2	11040 W
TOTAL.....	42080 W

Cálculo de la Línea: S2.2.1 TROQ. AN. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{12500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 22.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 76.22

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 12500}{45.52 * 400 * 2.5 * 1} = 4.12 \text{ V.} = 1.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.7\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S2.2.2 TROQ. AN. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{12500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 22.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 76.22

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 12500}{45.52 * 400 * 2.5 * 1} = 4.12 \text{ V.} = 1.03 \%$$

e(total)=1.7% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S2.2.3 EMBUT. AN.1

- 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: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 7.77 \text{ V.} = 1.94 \%$$

$$e(\text{total})=2.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S2.2.4 EMBUT. AN.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 25 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 7.77 \text{ V.} = 1.94 \%$$

$$e(\text{total})=2.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S2.3 REM. AN-TA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$10000 \times 1.25 + 2000 = 14500 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{14500}{1,732 * 400 * 0.8} = 26.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 65

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 * 14500}{47.23 * 400 * 6} = 3.84 \text{ V.} = 0.96 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 32 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S2.3 REM. AN-TA

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S2.3.1 REM. AN-TA1	10000 W
S2.3.2 REM. AN-TA2	10000 W
TOTAL.....	20000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20000

Cálculo de la Línea: S2.3.1 REM. AN-TA1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{12500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 22.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 76.22

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 12500}{45.52 * 400 * 2.5 * 1} = 2.75 \text{ V.} = 0.69 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S2.3.2 REM. AN-TA2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$10000 \times 1.25 = 12500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{12500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 22.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 76.22

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 12500}{45.52 * 400 * 2.5 * 1} = 2.75 \text{ V.} = 0.69 \%$$

e(total)=1.73% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S2.4 EMBAL. TA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 3000 = 9250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{9250}{1,732 * 400 * 0.9} = 14.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 62.74

$$e(\text{parcial}) = \frac{40 * 9250}{47.58 * 400 * 2.5} = 7.78 V. = 1.94 \%$$

e(total)=2.03% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S2.4 EMBAL. TA.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S4.2.1 EMB. TA. 1	5000 W
S2.4.2 EMB. TA. 2	5000 W
TOTAL.....	10000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10000

Cálculo de la Línea: S2.4.1 EMB. TA. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 2.51 V. = 0.63 \%$$

e(total)=2.66% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S2.4.2 EMB. TA. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 2.51 V. = 0.63 \%$$

e(total)=2.66% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3 AGR. LLE. LA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 323520 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50000 \times 1.25 + 176464 = 238964 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{238964}{1,732 * 400 * 0.8} = 431.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x240mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 435 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 89.12

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.3 * 238964}{43.71 * 400 * 240} = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 433 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC [s].

Cálculo de la Línea: S3.1 TRA. CU. LA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.85; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 22080 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 + 5520 = 19320 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.75)}$$

$$I = \frac{19320}{1,732 * 400 * 0.85} = 32.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 59.9

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 19320}{48.04 * 400 * 10} = 2.01 V. = 0.5 \%$$

e(total)=0.59% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 40 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.1 TRA. CU. LA.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.1.1 TRA. CU.LA1	11040 W
S3.1.2 TRA. CU.LA2	11040 W
TOTAL.....	22080 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 22080

Cálculo de la Línea: S3.1.1 TRA. CU.LA1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 6.22 \text{ V.} = 1.55 \%$$

e(total)=2.14% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 25 A.
Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S3.1.2 TRA. CU.LA2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11040 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11040 \times 1.25 = 13800 \text{ W.}$$

$$I = \frac{13800}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 84.14

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 13800}{44.39 * 400 * 2.5 * 1} = 6.22 \text{ V.} = 1.55 \%$$

$$e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 25 A.

Relé térmico, Reg: 16÷25 A.

Cálculo de la Línea: S3.2 LAVADO LA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 + 12000 = 30750 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.9)}$$

$$I = \frac{30750}{1,732 * 400 * 0.8} = 55.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.41

$$e(\text{parcial}) = \frac{35 * 30750}{46.24 * 400 * 16} = 3.64 \text{ V.} = 0.91 \%$$

$$e(\text{total})=0.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.2 LAVADO LA.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.2.1 LAVA. LA. 1	15000 W
S3.2.2 LAVA. LA. 2	15000 W
TOTAL.....	30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

Cálculo de la Línea: S3.2.1 LAVA. LA. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 30.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 18750}{45.72 * 400 * 4 * 1} = 3.84 \text{ V.} = 0.96 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 32 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 32 A.
Relé térmico, Reg: 24÷32 A.

Cálculo de la Línea: S3.2.2 LAVA. LA. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 30.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 18750}{45.72 * 400 * 4 * 1} = 3.84 \text{ V.} = 0.96 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 32 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 32 A.
Relé térmico, Reg: 24÷32 A.

Cálculo de la Línea: S3.3 EXT. AI. IN.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 2000 = 8250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{8250}{1,732 * 400 * 0.8} = 14.89 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 62.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{45 * 8250}{47.56 * 400 * 2.5} = 7.81 V. = 1.95 \%$$

e(total)=2.03% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 16 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.3 EXT. AI. IN.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.3.1 EXT. AI.IN1	5000 W
S3.3.2 EXT. AI.IN2	5000 W
TOTAL.....	10000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10000

Cálculo de la Línea: S3.3.1 EXT. AI.IN1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.25 V. = 0.31 \%$$

e(total)=2.35% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.3.2 EXT. AI.IN2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.25 V. = 0.31 \%$$

e(total)=2.35% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.4 LLENADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 100000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50000 \times 1.25 + 40000 = 102500 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.9)}$$

$$I = \frac{102500}{1,732 * 400 * 0.8} = 184.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x95+TTx50mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 207 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.91

$$e(\text{parcial}) = \frac{50 * 102500}{44.99 * 400 * 95} = 3 \text{ V.} = 0.75 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 196 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 200 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.4 LLENADO

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.4.1 LLENADO 1	50000 W
S3.4.2 LLENADO 2	50000 W
TOTAL.....	100000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 100000

Cálculo de la Línea: S3.4.1 LLENADO 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50000 \times 1.25 = 62500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{62500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 112.77 \text{ | } 65.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x16+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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 68

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 62500}{46.76 * 400 * 16 * 1} = 4.18 \text{ V.} = 1.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 125 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 75 A.

Relé térmico, Reg: 55÷70 A.

Cálculo de la Línea: S3.4.2 LLENADO 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 50000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$50000 \times 1.25 = 62500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{62500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 112.77 \text{ | } 65.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x16+TTx16mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40°C (Fc=1) 87 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 68

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 62500}{46.76 * 400 * 16 * 1} = 4.18 \text{ V.} = 1.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 125 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 75 A.

Relé térmico, Reg: 55÷70 A.

Cálculo de la Línea: S3.5 INY. EX. AI.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 2000 = 8250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{8250}{1,732 * 400 * 0.8} = 14.89 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 62.89

$$e(\text{parcial}) = \frac{55 * 8250}{47.56 * 400 * 2.5} = 9.54 \text{ V.} = 2.39 \%$$

e(total)=2.47% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 16 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.5 INY. EX. AI.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.5.1 INY. EX.AI1	5000 W
S3.5.2 INY. EX.AI2	5000 W
TOTAL.....	10000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10000

Cálculo de la Línea: S3.5.1 INY. EX.AI1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.25 \text{ V.} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total})=2.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.5.2 INY. EX.AI2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 1.25 \text{ V.} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total})=2.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.6 ACOPL. TA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 29440 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$14720 \times 1.25 + 2944 = 21344 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.6)}$$

$$I = \frac{21344}{1,732 * 400 * 0.8} = 38.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.42

$$e(\text{parcial}) = \frac{65 * 21344}{46.85 * 400 * 10} = 7.4 \text{ V.} = 1.85 \%$$

$$e(\text{total})=1.93\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.6 ACOPL. TA.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.6.1 ACOPL. TA.1	14720 W
S3.6.2 ACOPL. TA.2	14720 W
TOTAL.....	29440 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 29440

Cálculo de la Línea: S3.6.1 ACOPL. TA.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 14720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$14720 \times 1.25 = 18400 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18400}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 66.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 18400}{47.06 * 400 * 6 * 1} = 2.44 \text{ V.} = 0.61 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contacto Tetrapolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S3.6.2 ACOPL. TA.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 14720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$14720 \times 1.25 = 18400 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18400}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 66.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 18400}{47.06 * 400 * 6 * 1} = 2.44 \text{ V.} = 0.61 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 40 A.
Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S3.7 PASTEUR.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 90000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$45000 \times 1.25 + 36000 = 92250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.9)}$$

$$I = \frac{92250}{1,732 * 400 * 0.8} = 166.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x70+TTx35mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 171 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 87.37

$$e(\text{parcial}) = \frac{75 * 92250}{43.95 * 400 * 70} = 5.62 \text{ V.} = 1.41 \%$$

e(total)=1.49% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 169 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 200 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.7 PASTEUR.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.7.1 PASTEUR. 1	45000 W
S3.7.2 PASTEUR. 2	45000 W
TOTAL.....90000 W	

- Potencia Instalada Fuerza (W): 90000

Cálculo de la Línea: S3.7.1 PASTEUR. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 45000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$45000 \times 1.25 = 56250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{56250}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 90.21 | 52.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x10+TTx10mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 72.11

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 56250}{46.13 * 400 * 10 * 1} = 4.57 \text{ V.} = 1.14 \%$$

e(total)=2.63% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 100 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
 Contactor Tripolar In: 75 A.
 Relé térmico, Reg: 50=65 A.

Cálculo de la Línea: S3.7.2 PASTEUR. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 45000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$45000 \times 1.25 = 56250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{56250}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 90.21 | 52.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x10+TTx10mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 65 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 72.11

$$e(\text{parcial}) = \frac{15 * 56250}{46.13 * 400 * 10 * 1} = 4.57 V. = 1.14 \%$$

e(total)=2.63% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 100 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 75 A.

Relé térmico, Reg: 50÷65 A.

Cálculo de la Línea: S3.8 CONTR. LLE.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$6000 \times 1.25 + 4800 = 12300 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.9)}$$

$$I = \frac{12300}{1,732 * 400 * 0.9} = 19.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.62

$$e(\text{parcial}) = \frac{85 * 12300}{47.76 * 400 * 4} = 13.68 V. = 3.42 \%$$

e(total)=3.5% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 20 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.8 CONTR. LLE.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.8.1 CONT. LLE.1	6000 W
S3.8.2 CONT. LLE.2	6000 W
TOTAL.....	12000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 12000

Cálculo de la Línea: S3.8.1 CONT. LLE.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$6000 \times 1.25 = 7500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{7500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 13.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 53.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 7500}{49.19 * 400 * 2.5 * 1} = 3.05 \text{ V.} = 0.76 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A. Relé térmico, Reg: 10÷16 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.8.2 CONT. LLE.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$6000 \times 1.25 = 7500 \text{ W.}$$

$$I = \frac{7500}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 13.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 53.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 7500}{49.19 * 400 * 2.5 * 1} = 3.05 \text{ V.} = 0.76 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A. Relé térmico, Reg: 10÷16 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.9 CONDIFIC.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; Cos φ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 4000 = 10250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.9)}$$

$$I = \frac{10250}{1,732 * 400 * 0.9} = 16.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 55.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{90 * 10250}{48.85 * 400 * 4} = 11.8 V. = 2.95 \%$$

e(total)=3.03% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 20 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.9 CONDIFIC.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.9.1 CONDIFIC. 1	5000 W
S3.9.2 CONDIFIC. 2	5000 W
TOTAL.....	10000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10000

Cálculo de la Línea: S3.9.1 CONDIFIC. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 10.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 47.15

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{50.21 * 400 * 2.5 * 1} = 1.24 V. = 0.31 \%$$

e(total)=3.34% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.9.2 CONDIFIC. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.9 * 1} = 10.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 47.15

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 6250}{50.21 * 400 * 2.5 * 1} = 1.24 V. = 0.31 \%$$

e(total)=3.34% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.10 EMBAL. LA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos ϕ : 0.9; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 + 3000 = 9250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = \frac{9250}{1,732 * 400 * 0.9} = 14.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.23

$$e(\text{parcial}) = \frac{100 * 9250}{49.32 * 400 * 4} = 11.72 \text{ V.} = 2.93 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S3.10 EMBAL. LA.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S3.10.1 EMB. LA. 1	5000 W
S3.10.2 EMB. LA. 2	5000 W
TOTAL.....	10000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 10000

Cálculo de la Línea: S3.10.1 EMB. LA. 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+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. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 2.51 \text{ V.} = 0.63 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S3.10.2 EMB. LA. 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5000 \times 1.25 = 6250 \text{ W.}$$

$$I = \frac{6250}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 11.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.05

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 6250}{49.88 * 400 * 2.5 * 1} = 2.51 \text{ V.} = 0.63 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S4 AGR. ALMAC.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 90000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 + 21000 = 39750 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.4)}$$

$$I = \frac{39750}{1,732 * 400 * 0.8} = 71.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 81 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 79.2

$$e(\text{parcial}) = \frac{0.3 * 39750}{45.09 * 400 * 16} = 0.04 V. = 0.01 \%$$

e(total)=0.09% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 76 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC [s].

Cálculo de la Línea: S4.1 ALMAC. CU.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 105 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 + 6000 = 24750 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{24750}{1,732 * 400 * 0.8} = 44.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 76.87

$$e(\text{parcial}) = \frac{105 * 24750}{45.43 * 400 * 10} = 14.3 V. = 3.58 \%$$

e(total)=3.66% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 50 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S4.1 ALMAC. CU.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S4.1.1 ALMAC. CU.1	15000 W
S4.1.2 ALMAC. CU.2	15000 W
TOTAL.....	30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

Cálculo de la Línea: S4.1.1 ALMAC. CU.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 3.33 \text{ V.} = 0.83 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S4.1.2 ALMAC. CU.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 3.33 \text{ V.} = 0.83 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S4.2 ALMAC. TA.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 105 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 + 6000 = 24750 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{24750}{1,732 * 400 * 0.8} = 44.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 76.87

$$e(\text{parcial}) = \frac{105 * 24750}{45.43 * 400 * 10} = 14.3 \text{ V.} = 3.58 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 50 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S4.2 ALMAC. TA.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S4.2.1 ALMAC. TA.1	15000 W
S4.2.2 ALMAC. TA.2	15000 W
TOTAL.....	30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

Cálculo de la Línea: S4.2.1 ALMAC. TA.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 3.33 \text{ V.} = 0.83 \%$$

$$e(\text{total}) = 4.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 40 A.
Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S4.2.2 ALMAC. TA.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19
 Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 3.33 \text{ V.} = 0.83 \%$$

e(total)=4.5% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
 Contactor Tetrapolar In: 40 A.
 Relé térmico, Reg: 30=40 A.

Cálculo de la Línea: S4.3 ALMAC. PF.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 105 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 + 6000 = 24750 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$$

$$I = \frac{24750}{1,732 * 400 * 0.8} = 44.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.87

$$e(\text{parcial}) = \frac{105 * 24750}{45.43 * 400 * 10} = 14.3 \text{ V.} = 3.58 \%$$

e(total)=3.66% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S4.3 ALMAC. PF.

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S4.3.1 ALMAC. PF.1	15000 W
S4.3.2 ALMAC. PF.2	15000 W
TOTAL.....	30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

Cálculo de la Línea: S4.3.1 ALMAC. PF.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 3.33 \text{ V.} = 0.83 \%$$

e(total)=4.5% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.
Protección diferencial:
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.
Contactor Tetrapolar In: 40 A.
Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S4.3.2 ALMAC. PF.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$15000 \times 1.25 = 18750 \text{ W.}$$

$$I = \frac{18750}{1,732 * 400 * 0.8 * 1} = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 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: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 67.04

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 18750}{46.91 * 400 * 6 * 1} = 3.33 \text{ V.} = 0.83 \%$$

e(total)=4.5% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
Inter. Aut. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 40 A.

Relé térmico, Reg: 30÷40 A.

Cálculo de la Línea: S5 ALUMBRADO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 25700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

37008 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$$I = \frac{37008}{1,732 * 400 * 1} = 53.42 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40°C (Fc=1) 81 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.75

$$e(\text{parcial}) = \frac{10 * 37008}{47.74 * 400 * 16} = 1.21 \text{ V.} = 0.3 \%$$

e(total)=0.38% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S5 ALUMBRADO

- Potencia total instalada:

REF. AL. SUBCUADRO NV 2	POTENCIA
S5.1 ALUMBRADO Z1	6605 W
S5.2 ALUMBRADO Z2	6245 W
S5.3 ALUMBRADO Z3	6605 W
S5.4 ALUMBRADO Z4	6245 W

TOTAL.....25700 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 25700

Cálculo de la Línea: S5.1 ALUMBRADO Z1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6605 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

9511.2 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$$I = \frac{9511.2}{1,732 * 400 * 1} = 13.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 50.47

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 9511.2}{49.63 * 400 * 4} = 2.4 \text{ V.} = 0.6 \%$$

e(total)=0.98% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 16 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S5.1 ALUMBRADO Z1

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S5.1.1 AL. Z1 C1	2560 W
S5.1.2 AL. Z1 C2	2560 W
S5.1.3 AL. Z1 EV.	100 W
S5.1.4 AL. Z1 ANT.	125 W
S5.1.5 AL. Z1 EXT.	1260 W
TOTAL.....	6605 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6605

Cálculo de la Línea: S5.1.1 AL. Z1 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 123 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo :

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 48.07

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.05 * 400 * 1.5} = 10.59 \text{ V.} = 2.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.1.2 AL. Z1 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 123 m; Cos ϕ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo:

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.07

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.05 * 400 * 1.5} = 10.59 \text{ V.} = 2.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.63\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.1.3 AL. Z1 EV.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos ϕ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	20	20	20	20	20
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$$

$$I = \frac{180}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador
incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE:
ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 180}{51.52 * 400 * 4} = 0.17 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.1.4 AL. Z1 ANT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos ϕ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	25	25	25	25	25
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 125 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$125 \times 1.8 = 225 \text{ W.}$$

$$I = \frac{225}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador
incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE:
ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 225}{51.52 * 400 * 4} = 0.22 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.1.5 AL. Z1 EXT.

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 128 m; Cos ϕ : 0.9; X_u (m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	20	18	18	18	18	18	18
P.des.nu.(W)	180	180	180	180	180	180	180
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1260 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1260 \times 1.8 = 2268 \text{ W.}$$

$$I = \frac{2268}{1,732 * 400 * 0.9} = 3.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 40.74

$$e(\text{parcial}) = \frac{74 * 2268}{51.38 * 400 * 4} = 2.04 \text{ V.} = 0.51 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.2 ALUMBRADO Z2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 1; X_u (m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 6245 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

8992.8 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$$I = \frac{8992.8}{1,732 * 400 * 1} = 12.98 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.36

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 8992.8}{49.82 * 400 * 4} = 2.26 \text{ V.} = 0.56 \%$$

e(total)=0.95% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 16 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S5.2 ALUMBRADO Z2

- Potencia total instalada:

REF. AL. SUBCUADRO NV2	POTENCIAS
S5.2.1 AL. Z2 C1	2560 W
S5.2.2 AL. Z2 C2	2560 W
S5.2.3 AL. Z2 EV.	100 W
S5.2.4 AL. Z2 ANT.	125 W
S5.2.5 AL. Z2 EXT.	900 W
TOTAL.....	6245 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6245

Cálculo de la Línea: S5.2.1 AL. Z2 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 123 m; Cos ϕ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 48.07

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.05 * 400 * 1.5} = 10.59 \text{ V.} = 2.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.2.2 AL. Z2 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 123 m; Cos ϕ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 48.07

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.05 * 400 * 1.5} = 10.59 \text{ V.} = 2.65 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.59\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.2.3 AL. Z2 EV.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	20	20	20	20	20
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$$

$$I = \frac{180}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador
 incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE:
 ES07Z1-K(AS)
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 180}{51.52 * 400 * 4} = 0.17 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.99\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.2.4 AL. Z2 ANT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	25	25	25	25	25
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 125 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$125 \times 1.8 = 225 \text{ W.}$$

$$I = \frac{225}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador
 incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE:
 ES07Z1-K(AS)
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 225}{51.52 * 400 * 4} = 0.22 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 1\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.2.5 AL. Z2 EXT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos φ: 0.9; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	20	15	15	15	15
P.des.nu.(W)	180	180	180	180	180
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$900 \times 1.8 = 1620 \text{ W.}$$

$$I = \frac{1620}{1,732 * 400 * 0.9} = 2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{50 * 1620}{51.45 * 400 * 4} = 0.98 V. = 0.25 \%$$

e(total)=1.19% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.3 ALUMBRADO Z3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 6605 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

9511.2 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$$I = \frac{9511.2}{1,732 * 400 * 1} = 13.73 A.$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 46.88

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 9511.2}{50.26 * 400 * 6} = 6.31 V. = 1.58 \%$$

$$e(\text{total})=1.96\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S5.3 ALUMBRADO Z3

- Potencia total instalada:

REF. AL. SUBCUADRO NV2	POTENCIAS
S5.3.1 AL. Z3 C1	2560 W
S5.3.2 AL. Z3 C2	2560 W
S5.3.3 AL. Z3 EV.	100 W
S5.3.4 AL. Z3 ANT.	125 W
S5.3.5 AL. Z3 EXT.	1260 W
TOTAL.....	6605 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6605

Cálculo de la Línea: S5.3.1 AL. Z3 C1

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 123 m; Cos ϕ : 0.95; Xu(m Ω /m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.

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

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 44.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.72 * 400 * 2.5} = 6.27 V. = 1.57 \%$$

e(total)=3.53% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.3.2 AL. Z3 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 123 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 44.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.72 * 400 * 2.5} = 6.27 V. = 1.57 \%$$

e(total)=3.53% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.3.3 AL. Z3 EV.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos ϕ : 0.95; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	20	20	20	20	20
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$$

$$I = \frac{180}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador
incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE:
ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 180}{51.52 * 400 * 4} = 0.17 V. = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.3.4 AL. Z3 ANT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos φ: 0.95; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	25	25	25	25	25
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 125 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$125 \times 1.8 = 225 \text{ W.}$$

$$I = \frac{225}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

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

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 225}{51.52 * 400 * 4} = 0.22 V. = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=2.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.3.5 AL. Z3 EXT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 128 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	20	18	18	18	18	18	18
P.des.nu.(W)	180	180	180	180	180	180	180
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1260 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1260 \times 1.8 = 2268 \text{ W.}$$

$$I = \frac{2268}{1,732 * 400 * 0.9} = 3.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.74

$$e(\text{parcial}) = \frac{74 * 2268}{51.38 * 400 * 4} = 2.04 \text{ V.} = 0.51 \%$$

$$e(\text{total})=2.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.4 ALUMBRADO Z4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6245 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

8992.8 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$$I = \frac{8992.8}{1,732 * 400 * 1} = 12.98 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.36

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 8992.8}{49.82 * 400 * 4} = 9.03 \text{ V.} = 2.26 \%$$

e(total)=2.64% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S5.4 ALUMBRADO Z4

- Potencia total instalada:

REF. AL. SUBCUADRO NV2	POTENCIAS
S5.4.1 AL. Z4 C1	2560 W
S5.4.2 AL. Z4 C2	2560 W
S5.4.3 AL. Z4 EV.	100 W
S5.4.4 AL. Z4 ANT.	125 W
S5.4.5 AL. Z4 EXT.	900 W
TOTAL.....	6245 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6245

Cálculo de la Línea: S5.4.1 AL. Z4 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 123 m; Cos ϕ : 0.95; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 44.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.72 * 400 * 2.5} = 6.27 \text{ V.} = 1.57 \%$$

$$e(\text{total})=4.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.4.2 AL. Z4 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 123 m; Cos ϕ : 0.95; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12
P.des.nu.(W)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 2560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2560 \times 1.8 = 4608 \text{ W.}$$

$$I = \frac{4608}{1,732 * 400 * 0.95} = 7 \text{ A.}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{69 * 4608}{50.72 * 400 * 2.5} = 6.27 \text{ V.} = 1.57 \%$$

$$e(\text{total})=4.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.4.3 AL. Z4 EV.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos ϕ : 0.95; X_u (m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	20	20	20	20	20
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$$

$$I = \frac{180}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador
incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE:
ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 180}{51.52 * 400 * 4} = 0.17 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S5.4.4 AL. Z4 ANT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos ϕ : 0.95; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	30	25	25	25	25
P.des.nu.(W)	25	25	25	25	25
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 125 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$125 \times 1.8 = 225 \text{ W.}$$

$$I = \frac{225}{1,732 * 400 * 0.95} = 0.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador
incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE:
ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 225}{51.52 * 400 * 4} = 0.22 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S5.4.5 AL. Z4 EXT.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 0.9; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	20	15	15	15	15
P.des.nu.(W)	180	180	180	180	180
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 900 W.

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

$$900 \times 1.8 = 1620 \text{ W.}$$

$$I = \frac{1620}{1,732 * 400 * 0.9} = 2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

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

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial}) = \frac{50 * 1620}{51.45 * 400 * 4} = 0.98 \text{ V.} = 0.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S6 FUERZA

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 96000 W.

- Potencia de cálculo:

$$28800 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.3)}$$

$$I = \frac{28800}{1,732 * 400 * 0.8} = 51.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 81 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 60.58

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 28800}{47.93 * 400 * 16} = 1.88 \text{ V.} = 0.47 \%$$

e(total)=0.55% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S6 FUERZA

- Potencia total instalada:

REF. AL. SUBCUADRO NV2	POTENCIAS
S6.1 FUERZA Z1	30000 W
S6.2 FUERZA Z2	18000 W
S6.3 FUERZA Z3	30000 W
S6.4 FUERZA Z4	18000 W
TOTAL.....	96000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 96000

Cálculo de la Línea: S6.1 FUERZA Z1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo:

9000 W.(Coef. de Simult.: 0.3)

$$I = \frac{9000}{1,732 * 400 * 0.8} = 16.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.63

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 9000}{49.77 * 400 * 6} = 1.51 \text{ V.} = 0.38 \%$$

e(total)=0.92% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 32 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S6.1 FUERZA Z1

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S6.1.1 FZA. Z1 C1	15000 W
S6.1.2 FZA. Z1 C2	15000 W
TOTAL.....	30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

Cálculo de la Línea: S6.1.1 FZA. Z1 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 63 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	15	12	12	12	12
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I = \frac{15000}{1,732 * 400 * 0.85} = 25.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 59.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{39 * 15000}{48.19 * 400 * 6} = 5.06 \text{ V.} = 1.26 \%$$

e(total)=2.19% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S6.1.2 FZA. Z1 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 63 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	15	12	12	12	12
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I = \frac{15000}{1,732 * 400 * 0.85} = 25.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 59.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{39 * 15000}{48.19 * 400 * 6} = 5.06 V. = 1.26 \%$$

e(total)=2.19% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S6.2 FUERZA Z2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 18000 W.
- Potencia de cálculo:

5400 W.(Coef. de Simult.: 0.3)

$$I = \frac{5400}{1,732 * 400 * 0.8} = 9.74 A.$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.81

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 5400}{49.74 * 400 * 2.5} = 2.17 V. = 0.54 \%$$

e(total)=1.09% ADMIS (4.5% MAX.)

- Protección Térmica en Principio de Línea
 - I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
- Protección Térmica en Final de Línea
 - I. de Corte en Carga Int. 16 A.
- Protección diferencial en Principio de Línea
 - Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S6.2 FUERZA Z2

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S6.2.1 FZA. Z2 C1	9000 W
S6.2.2 FZA Z2 C2	9000 W
TOTAL.....	18000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 18000

Cálculo de la Línea: S6.2.1 FZA. Z2 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	15	10	10
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{1,732 * 400 * 0.85} = 15.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 60.47

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 9000}{47.95 * 400 * 2.5} = 4.69 V. = 1.17 \%$$

$$e(\text{total})=2.26\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S6.2.2 FZA Z2 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos ϕ : 0.85; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	15	10	10
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{1,732 * 400 * 0.85} = 15.28 A.$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.47

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 9000}{47.95 * 400 * 2.5} = 4.69 V. = 1.17 \%$$

$$e(\text{total})=2.26\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S6.3 FUERZA Z3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo:

9000 W.(Coef. de Simult.: 0.3)

$$I = \frac{9000}{1,732 * 400 * 0.8} = 16.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.
Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.63

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 9000}{49.77 * 400 * 6} = 6.03 \text{ V.} = 1.51 \%$$

e(total)=2.05% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S6.3 FUERZA Z3

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S6.3.1 FZA. Z3 C1	15000 W
S6.3.2 FZA. Z3 C2	15000 W
TOTAL.....	30000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 30000

Cálculo de la Línea: S6.3.1 FZA. Z3 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 63 m; Cos ϕ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	15	12	12	12	12
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I = \frac{15000}{1,732 * 400 * 0.85} = 25.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.
Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 59.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{39 * 15000}{48.19 * 400 * 6} = 5.06 \text{ V.} = 1.26 \%$$

e(total)=3.32% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S6.3.2 FZA. Z3 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 63 m; Cos ϕ : 0.85; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	15	12	12	12	12
Pot.nudo(kW)	3	3	3	3	3

- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I = \frac{15000}{1,732 * 400 * 0.85} = 25.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 59.01

$$e(\text{parcial}) = \frac{39 * 15000}{48.19 * 400 * 6} = 5.06 \text{ V.} = 1.26 \%$$

e(total)=3.32% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S6.4 FUERZA Z4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 18000 W.
- Potencia de cálculo:

5400 W.(Coef. de Simult.: 0.3)

$$I = \frac{5400}{1,732 * 400 * 0.8} = 9.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.81

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 5400}{49.74 * 400 * 2.5} = 8.68 V. = 2.17 \%$$

e(total)=2.72% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S6.4 FUERZA Z4

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S6.4.1 FZA. Z4 C1	9000 W
S6.4.2 FZA. Z4 C2	9000 W
TOTAL.....	18000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 18000

Cálculo de la Línea: S6.4.1 FZA. Z4 C1

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 35 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	15	10	10
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.

- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{1,732 * 400 * 0.85} = 15.28 A.$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 60.47

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 9000}{47.95 * 400 * 2.5} = 4.69 \text{ V.} = 1.17 \%$$

e(total)=3.89% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S6.4.2 FZA. Z4 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos φ: 0.85; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	15	10	10
Pot.nudo(kW)	3	3	3

- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: 9000 W.

$$I = \frac{9000}{1,732 * 400 * 0.85} = 15.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 60.47

$$e(\text{parcial}) = \frac{25 * 9000}{47.95 * 400 * 2.5} = 4.69 \text{ V.} = 1.17 \%$$

e(total)=3.89% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S7 CLIMA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 80000 W.
- Potencia de cálculo:

56000 W.(Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = \frac{56000}{1,732 * 400 * 0.8} = 101.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm²Cu

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

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 103 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 88.11

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 56000}{43.85 * 400 * 25} = 2.55 \text{ V.} = 0.64 \%$$

e(total)=0.72% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 102 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 102 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 500 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S7 CLIMA

- Potencia total instalada:

REF. AL. SUBCUADRO NV2	POTENCIAS
S7.1 CLIMA Z1	20000 W
S7.2 CLIMA Z2	20000 W
S7.3 CLIMA Z3	20000 W
S7.4 CLIMA Z4	20000 W
TOTAL.....	80000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 80000

Cálculo de la Línea: S7.1 CLIMA Z1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo:

14000 W.(Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = \frac{14000}{1,732 * 400 * 0.8} = 25.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.
Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 63.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 14000}{47.49 * 400 * 6} = 2.46 \text{ V.} = 0.61 \%$$

e(total)=1.33% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 32 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S7.1 CLIMA Z1

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S7.1.1 CLIM Z1 C1	10000 W
S7.1.2 CLIM Z1 C2	10000 W
TOTAL.....	20000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20000

Cálculo de la Línea: S7.1.1 CLIM Z1 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	20	20
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.
Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 56.96

$$e(\text{parcial}) = \frac{30 * 10000}{48.53 * 400 * 4} = 3.86 \text{ V.} = 0.97 \%$$

$$e(\text{total})=2.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S7.1.2 CLIM Z1 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	35	35
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 56.96

$$e(\text{parcial}) = \frac{52.5 * 10000}{48.53 * 400 * 4} = 6.76 \text{ V.} = 1.69 \%$$

e(total)=3.02% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S7.2 CLIMA Z2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo:

14000 W.(Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = \frac{14000}{1,732 * 400 * 0.8} = 25.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 63.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{20 * 14000}{47.49 * 400 * 6} = 2.46 V. = 0.61 \%$$

e(total)=1.33% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. de Corte en Carga Int. 32 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S7.2 CLIMA Z2

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIAS
S7.2.1 CLIM Z2 C1	10000 W
S7.2.2 CLIM Z2 C2	10000 W
TOTAL.....	20000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20000

Cálculo de la Línea: S7.2.1 CLIM Z2 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	50	50
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 A.$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 56.96

$$e(\text{parcial}) = \frac{75 * 10000}{48.53 * 400 * 4} = 9.66 V. = 2.41 \%$$

e(total)=3.75% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S7.2.2 CLIM Z2 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	65	65
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 A.$$

Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 56.96

$$e(\text{parcial}) = \frac{97.5 * 10000}{48.53 * 400 * 4} = 12.56 V. = 3.14 \%$$

e(total)=4.47% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S7.3 CLIMA Z3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo:

14000 W.(Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = \frac{14000}{1,732 * 400 * 0.8} = 25.26 A.$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
 I.ad. a 40 °C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.3

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 14000}{47.49 * 400 * 6} = 9.83 V. = 2.46 \%$$

e(total)=3.17% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S7.3 CLIMA Z3

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S7.3.1 CLIM Z3 C1	10000 W
S7.3.2 CLIM Z3 C2	10000 W
TOTAL.....	20000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20000

Cálculo de la Línea: S7.3.1 CLIM Z3 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 160 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	80	80
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.54

$$e(\text{parcial}) = \frac{120 * 10000}{49.79 * 400 * 6} = 10.04 \text{ V.} = 2.51 \%$$

e(total)=5.68% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S7.3.2 CLIM Z3 C2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 170 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	85	85
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 49.54

$$e(\text{parcial}) = \frac{127.5 * 10000}{49.79 * 400 * 6} = 10.67 \text{ V.} = 2.67 \%$$

$$e(\text{total})=5.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: S7.4 CLIMA Z4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo:

14000 W.(Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = \frac{14000}{1,732 * 400 * 0.8} = 25.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 70 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 46.51

$$e(\text{parcial}) = \frac{80 * 14000}{50.33 * 400 * 16} = 3.48 \text{ V.} = 0.87 \%$$

e(total)=1.59% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. de Corte en Carga Int. 32 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Demanda de potencias SUBCUADRO S7.4 CLIMA Z4

- Potencia total instalada:

REF. SUBCUADRO	POTENCIA
S7.4.1 CLIM Z4 C1	10000 W
S7.4.2 CLIM Z4 C2	10000 W
TOTAL.....	20000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 20000

Cálculo de la Línea: S7.4.1 CLIM Z4 C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 200 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	100	100
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.

- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.54

$$e(\text{parcial}) = \frac{150 * 10000}{49.79 * 400 * 6} = 12.55 \text{ V.} = 3.14 \%$$

e(total)=4.72% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: S7.4.2 CLIM Z4 C2

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 230 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	115	115
Pot.nudo(kW)	5	5

- Potencia a instalar: 10000 W.

- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = \frac{10000}{1,732 * 400 * 0.8} = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
 l.ad. a 40 °C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19
 Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 49.54

$$e(\text{parcial}) = \frac{172.5 * 10000}{49.79 * 400 * 6} = 14.44 \text{ V.} = 3.61 \%$$

e(total)=5.19% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

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: 1126580 W.
 Cos φ actual: 0.8.
 Cos φ a conseguir: 0.96.
 Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:
 Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 516.35
 Gama de Regulación: (1:2:4)
 Potencia de Escalón (kVAr): 73.76
 Capacidad Condensadores (µF): 489.16

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: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 2 m; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia reactiva: 516349 VAr.

$$I = \frac{CRe * Qc}{(1.732 * U)} = \frac{1.5 * 516349}{(1,732 * 400)} = 1117.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3(3x240+TTx120)mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 40 °C (Fc=1) 1305 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.69

$$e(\text{parcial}) = \frac{2 * 516349}{45.45 * 400 * 3 * 240} = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

e(total)=0.1% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1211 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO

En el estudio de cortocircuito para que la intensidad de cortocircuito al final de la línea supere a la del disparador electromagnético será necesario subir las secciones de las líneas S5.1.3, S5.1.4, S5.1.5, S5.2.3, S5.2.4, S5.3.5, S5.4.3, S5.4.4, S7.3.1, S7.3.2, S7.2.2 de 2.5 mm a 4 mm, para que se solucione el problema de análisis de cortocircuito.

Dado la potencia del transformador se deberá colocar dos pletinas por fase, de lo contrario no estará normalizado en las condiciones especificadas para cumplir térmicamente.

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

La resistividad del terreno es 300 Ωm

El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

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

RESUMEN DE CÁLCULOS:

A continuación se muestran una serie de tablas para resumir los cálculos justificativos.

Cuadro general de mando y protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 1	1536000	4	9(3x240/120)Al	2309.47	2349	9(225)
S1 AGR. FAB. CF	196170	0.3	4x185Cu	353.94	368	
S1.1 TROQ. EMB.	56016	20	4x35+TTx16Cu	101.07	110	50
S1.2 FORM. REC.	45082	30	4x25+TTx16Cu	81.34	88	50
S1.3 LAVADO	22632	35	4x10+TTx10Cu	40.83	52	32
S1.4 LACA. EXT	13250	45	4x4+TTx4Cu	23.91	30	25
S1.5 HOR. SEC.	33000	50	4x16+TTx16Cu	59.54	70	40
S1.6 DECOR.	10672	55	4x4+TTx4Cu	19.26	30	25
S1.7 HOR. SEC.	29000	65	4x16+TTx16Cu	52.32	70	40
S1.8 FORM. CUE.	16008	75	4x6+TTx6Cu	28.88	37	25
S1.9 LACA. INT.	16008	85	4x6+TTx6Cu	28.88	37	25
S1.10 HOR. SEC.	33000	90	4x16+TTx16Cu	59.54	70	40
S1.11 EMBAL. CU.	9250	100	4x4+TTx4Cu	14.84	30	25
S2 AGR. FAB. TA.	69510	0.3	4x35Cu	125.41	127	
S2.1 TR. EMB. TA.	39414	20	4x25+TTx16Cu	71.11	88	50
S2.2 TR. EMB. AN.	28008	25	4x16+TTx16Cu	50.53	70	40
S2.3 REM. AN-TA	14500	30	4x6+TTx6Cu	26.16	37	25
S2.4 EMBAL. TA.	9250	40	4x2.5+TTx2.5Cu	14.84	22	20
S3 AGR. LLE. LA.	238964	0.3	4x240Cu	431.16	435	
S3.1 TRA. CU. LA.	19320	20	4x10+TTx10Cu	32.81	52	32
S3.2 LAVADO LA.	30750	35	4x16+TTx16Cu	55.48	70	40
S3.3 EXT. AI. IN.	8250	45	4x2.5+TTx2.5Cu	14.89	22	20
S3.4 LLENADO	102500	50	4x95+TTx50Cu	184.94	207	75
S3.5 INY. EX. AI.	8250	55	4x2.5+TTx2.5Cu	14.89	22	20
S3.6 ACOPL. TA.	21344	65	4x10+TTx10Cu	38.51	52	32
S3.7 PASTEUR.	92250	75	4x70+TTx35Cu	166.44	171	63
S3.8 CONTR. LLE.	12300	85	4x4+TTx4Cu	19.73	30	25
S3.9 CONDIFIC.	10250	90	4x4+TTx4Cu	16.44	30	25
S3.10 EMBAL. LA.	9250	100	4x4+TTx4Cu	14.84	30	25
S4 AGR. ALMAC.	39750	0.3	4x16Cu	71.72	81	
S4.1 ALMAC. CU.	24750	105	4x10+TTx10Cu	44.66	52	32
S4.2 ALMAC. TA.	24750	105	4x10+TTx10Cu	44.66	52	32
S4.3 ALMAC. PF.	24750	105	4x10+TTx10Cu	44.66	52	32
S5 ALUMBRADO	37008	10	4x16+TTx16Cu	53.42	81	

S6 FUERZA	28800	20	4x16+TTx16Cu	51.96	81	
S7 CLIMA	56000	20	4x25+TTx16Cu	101.04	103	
BATERÍA CONDENSADORES	1126580	2	3(3x240+TTx120) Cu	1117.9 6	1305	

Subcuadro S1.1 TROQ. EMB.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.1.1 TROQ. CU. 1	25000	15	3x4+TTx4Cu	45.11 26.04	36	75x60
S1.1.2 TROQ. CU. 2	25000	15	3x4+TTx4Cu	45.11 26.04	36	75x60
S1.1.3 EMBUT. CU.1	27600	25	3x6+TTx6Cu	49.8 28.75	37	75x60
S1.1.4 EMBUT. CU.2	27600	25	3x4+TTx4Cu	49.8 28.75	36	75x60

Subcuadro S1.2 FORM. REC.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.2.1 FORM. 1	31250	10	3x6+TTx6Cu	56.38 32.55	46	75x60
S1.2.2 FORM. 2	31250	10	3x6+TTx6Cu	56.38 32.55	46	75x60
S1.2.3 RECOR. 1	9200	20	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	26.5	75x60
S1.2.4 RECOR. 2	9200	20	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	26.5	75x60

Subcuadro S1.3 LAVADO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.3.1 LAVADO 1	13800	10	3x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60
S1.3.2 LAVADO 2	13800	10	3x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60

Subcuadro S1.4 LACA. EXT

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S1.4.1 LACA. EXT.1	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S1.4.2 LACA. EXT.2	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S1.4.3 LACA. EXT.3	6250	15	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S1.4.4 LACA. EXT.4	6250	15	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60

Subcuadro S1.5 HOR. SEC.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S1.5.1 HOR. SEC. 1	25000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	40.09 23.15	26.5	75x60
S1.5.2 HOR. SEC. 2	25000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	40.09 23.15	26.5	75x60

Subcuadro S1.6 DECOR.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.6.1 DECORAC. 1	9200	10	4x2.5+TTx2.5Cu	16.6	26.5	75x60
S1.6.2 DECORAC. 2	9200	10	4x2.5+TTx2.5Cu	16.6	26.5	75x60

Subcuadro S1.7 HOR. SEC.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.7.1 HOR. SEC. 1	25000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	40.09 23.15	26.5	75x60
S1.7.2 HOR. SEC. 2	25000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	40.09 23.15	26.5	75x60

Subcuadro S1.8 FORM. CUE.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.8.1 FORM. CUE.1	13800	20	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60
S1.8.2 FORM. CUE.2	13800	20	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60

Subcuadro S1.9 LACA. INT.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.9.1 LACA. INT.1	13800	10	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60
S1.9.2 LACA. INT.2	13800	10	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60

Subcuadro S1.10 HOR. SEC.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.10.1 HOR. SEC.1	25000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	40.09 23.15	26.5	75x60
S1.10.2 HOR. SEC.2	25000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	40.09 23.15	26.5	75x60

Subcuadro S1.11 EMBAL. CU.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.11.1 EMB. CU. 1	6250	20	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S1.11.2 EMB. CU. 2	6250	20	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60

Subcuadro S2.1 TR. EMB. TA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.1.1 TROQ. TA. 1	18750	15	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60
S2.1.2 TROQ. TA. 2	18750	15	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60
S2.1.3 EMBUT. TA.1	18400	25	4x6+TTx6Cu	33.2	46	75x60
S2.1.4 EMBUT. TA.2	18400	25	4x6+TTx6Cu	33.2	46	75x60

Subcuadro S2.2 TR. EMB. AN.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S2.2.1 TROQ. AN. 1	12500	15	4x2.5+TTx2.5Cu	22.55	26.5	75x60
S2.2.2 TROQ. AN. 2	12500	15	4x2.5+TTx2.5Cu	22.55	26.5	75x60
S2.2.3 EMBUT. AN.1	13800	25	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60
S2.2.4 EMBUT. AN.2	13800	25	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60

Subcuadro S2.3 REM. AN-TA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S2.3.1 REM. AN-TA1	12500	10	4x2.5+TTx2.5Cu	22.55	26.5	75x60
S2.3.2 REM. AN-TA2	12500	10	4x2.5+TTx2.5Cu	22.55	26.5	75x60

Subcuadro S2.4 EMBAL. TA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S4.2.1 EMB. TA. 1	6250	20	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S2.4.2 EMB. TA. 2	6250	20	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60

Subcuadro S3.1 TRA. CU. LA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.1.1 TRA. CU.LA1	13800	20	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60
S3.1.2 TRA. CU.LA2	13800	20	4x2.5+TTx2.5Cu	24.9	26.5	75x60

Subcuadro S3.2 LAVADO LA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.2.1 LAVA. LA. 1	18750	15	4x4+TTx4Cu	30.07	36	75x60
S3.2.2 LAVA. LA. 2	18750	15	4x4+TTx4Cu	30.07	36	75x60

Subcuadro S3.3 EXT. AI. IN.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.3.1 EXT. AI.IN1	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S3.3.2 EXT. AI.IN2	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60

Subcuadro S3.4 LLENADO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.4.1 LLENADO 1	62500	20	3x16+TTx16Cu	112.77 65.11	87	75x60
S3.4.2 LLENADO 2	62500	20	3x16+TTx16Cu	112.77 65.11	87	75x60

Subcuadro S3.5 INY. EX. AI.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.5.1 INY. EX.AI1	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S3.5.2 INY. EX.AI2	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60

Subcuadro S3.6 ACOPL. TA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.6.1 ACOPL. TA.1	18400	15	4x6+TTx6Cu	33.2	46	75x60
S3.6.2 ACOPL. TA.2	18400	15	4x6+TTx6Cu	33.2	46	75x60

Subcuadro S3.7 PASTEUR.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.7.1 PASTEUR. 1	56250	15	3x10+TTx10Cu	90.21 52.09	65	75x60
S3.7.2 PASTEUR. 2	56250	15	3x10+TTx10Cu	90.21 52.09	65	75x60

Subcuadro S3.8 CONTR. LLE.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.8.1 CONT. LLE.1	7500	20	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	26.5	75x60
S3.8.2 CONT. LLE.2	7500	20	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	26.5	75x60

Subcuadro S3.9 CONDIFIC.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.9.1 CONDIFIC. 1	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	10.02	26.5	75x60
S3.9.2 CONDIFIC. 2	6250	10	3x2.5+TTx2.5Cu	10.02	26.5	75x60

Subcuadro S3.10 EMBAL. LA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S3.10.1 EMB. LA. 1	6250	20	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60
S3.10.2 EMB. LA. 2	6250	20	3x2.5+TTx2.5Cu	11.28	26.5	75x60

Subcuadro S4.1 ALMAC. CU.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S4.1.1 ALMAC. CU.1	18750	20	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60
S4.1.2 ALMAC. CU.2	18750	20	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60

Subcuadro S4.2 ALMAC. TA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S4.2.1 ALMAC. TA.1	18750	20	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60
S4.2.2 ALMAC. TA.2	18750	20	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60

Subcuadro S4.3 ALMAC. PF.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S4.3.1 ALMAC. PF.1	18750	20	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60
S4.3.2 ALMAC. PF.2	18750	20	4x6+TTx6Cu	33.83	46	75x60

Subcuadro S5 ALUMBRADO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S5.1 ALUMBRADO Z1	9511.2	20	4x4+TTx4Cu	13.73	30	25
S5.2 ALUMBRADO Z2	8992.8	20	4x4+TTx4Cu	12.98	30	25
S5.3 ALUMBRADO Z3	9511.2	80	4x6+TTx6Cu	13.73	37	25
S5.4 ALUMBRADO Z4	8992.8	80	4x4+TTx4Cu	12.98	30	25

Subcuadro S5.1 ALUMBRADO Z1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S5.1.1 AL. Z1 C1	4608	123	4x1.5+TTx1.5Cu	7	13.5	20
S5.1.2 AL. Z1 C2	4608	123	4x1.5+TTx1.5Cu	7	13.5	20
S5.1.3 AL. Z1 EV.	180	130	4x4+TTx4Cu	0.27	24	25
S5.1.4 AL. Z1 ANT.	225	130	4x4+TTx4Cu	0.34	24	25
S5.1.5 AL. Z1 EXT.	2268	128	4x4+TTx4Cu	3.64	30	25

Subcuadro S5.2 ALUMBRADO Z2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S5.2.1 AL. Z2 C1	4608	123	4x1.5+TTx1.5Cu	7	13.5	20
S5.2.2 AL. Z2 C2	4608	123	4x1.5+TTx1.5Cu	7	13.5	20
S5.2.3 AL. Z2 EV.	180	130	4x4+TTx4Cu	0.27	24	25
S5.2.4 AL. Z2 ANT.	225	130	4x4+TTx4Cu	0.34	24	25
S5.2.5 AL. Z2 EXT.	1620	80	4x4+TTx4Cu	2.6	30	25

Subcuadro S5.3 ALUMBRADO Z3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S5.3.1 AL. Z3 C1	4608	123	4x2.5+TTx2.5Cu	7	18.5	20
S5.3.2 AL. Z3 C2	4608	123	4x2.5+TTx2.5Cu	7	18.5	20
S5.3.3 AL. Z3 EV.	180	130	4x4+TTx4Cu	0.27	24	25
S5.3.4 AL. Z3 ANT.	225	130	4x4+TTx4Cu	0.34	24	25
S5.3.5 AL. Z3 EXT.	2268	128	4x4+TTx4Cu	3.64	30	25

Subcuadro S5.4 ALUMBRADO Z4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S5.4.1 AL. Z4 C1	4608	123	4x2.5+TTx2.5Cu	7	18.5	20
S5.4.2 AL. Z4 C2	4608	123	4x2.5+TTx2.5Cu	7	18.5	20
S5.4.3 AL. Z4 EV.	180	130	4x4+TTx4Cu	0.27	24	25
S5.4.4 AL. Z4 ANT.	225	130	4x4+TTx4Cu	0.34	24	25
S5.4.5 AL. Z4 EXT.	1620	80	4x4+TTx4Cu	2.6	30	25

Subcuadro S6 FUERZA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S6.1 FUERZA Z1	9000	20	4x6+TTx6Cu	16.24	37	25
S6.2 FUERZA Z2	5400	20	4x2.5+TTx2.5Cu	9.74	22	20
S6.3 FUERZA Z3	9000	80	4x6+TTx6Cu	16.24	37	25
S6.4 FUERZA Z4	5400	80	4x2.5+TTx2.5Cu	9.74	22	20

Subcuadro S6.1 FUERZA Z1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S6.1.1 FZA. Z1 C1	15000	63	4x6+TTx6Cu	25.47	32	25
S6.1.2 FZA. Z1 C2	15000	63	4x6+TTx6Cu	25.47	32	25

Subcuadro S6.2 FUERZA Z2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S6.2.1 FZA. Z2 C1	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	15.28	18.5	20
S6.2.2 FZA. Z2 C2	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	15.28	18.5	20

Subcuadro S6.3 FUERZA Z3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S6.3.1 FZA. Z3 C1	15000	63	4x6+TTx6Cu	25.47	32	25
S6.3.2 FZA. Z3 C2	15000	63	4x6+TTx6Cu	25.47	32	25

Subcuadro S6.4 FUERZA Z4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálc (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S6.4.1 FZA. Z4 C1	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	15.28	18.5	20
S6.4.2 FZA. Z4 C2	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	15.28	18.5	20

Subcuadro S7 CLIMA

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S7.1 CLIMA Z1	14000	20	4x6+TTx6Cu	25.26	37	25
S7.2 CLIMA Z2	14000	20	4x6+TTx6Cu	25.26	37	25
S7.3 CLIMA Z3	14000	80	4x6+TTx6Cu	25.26	37	25
S7.4 CLIMA Z4	14000	80	4x16+TTx16Cu	25.26	70	40

Subcuadro S7.1 CLIMA Z1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S7.1.1 CLIM Z1 C1	10000	40	4x4+TTx4Cu	18.04	24	25
S7.1.2 CLIM Z1 C2	10000	70	4x4+TTx4Cu	18.04	24	25

Subcuadro S7.2 CLIMA Z2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S7.2.1 CLIM Z2 C1	10000	100	4x4+TTx4Cu	18.04	24	25
S7.2.2 CLIM Z2 C2	10000	130	4x4+TTx4Cu	18.04	24	25

Subcuadro S7.3 CLIMA Z3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S7.3.1 CLIM Z3 C1	10000	160	4x6+TTx6Cu	18.04	32	25
S7.3.2 CLIM Z3 C2	10000	170	4x6+TTx6Cu	18.04	32	25

Subcuadro S7.4 CLIMA Z4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	Dimensiones (mm) Tubo, Cana I, Band.
S7.4.1 CLIM Z4 C1	10000	200	4x6+TTx6Cu	18.04	32	25
S7.4.2 CLIM Z4 C2	10000	230	4x6+TTx6Cu	18.04	32	25

PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES.....	211
2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.....	211
2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.....	212
Tubos en canalizaciones fijas en superficie.....	213
Tubos en canalizaciones empotradas.....	214
Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.....	216
Tubos en canalizaciones enterradas.....	217
Instalación.....	218
2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.....	220
2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.....	221
2.4. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION..	222
2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.	223
2.6. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.....	223
2.7. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.....	224
3. CONDUCTORES.....	224
3.1. MATERIALES.....	224
3.2. DIMENSIONADO.....	225
3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.....	226
3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	226
4. CAJAS DE EMPALME.....	227
5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	228
6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.....	228
6.1. CUADROS ELECTRICOS.....	228
6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.....	230
6.3. GUARDAMOTORES.....	231
6.4. FUSIBLES.....	232
6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.....	232
6.6. EMBARRADOS.....	234
6.7. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.....	234
7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.....	235

8. RECEPTORES A MOTOR.....	237
9. PUESTAS A TIERRA.	241
9.1. UNIONES A TIERRA.	241
Tomas de tierra.....	241
Conductores de tierra.....	242
Bornes de puesta a tierra.	242
Conductores de protección.....	243
10.BATERIA DE CONDENSADORES	244
11. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.....	244
12. CONTROL.	245
13. SEGURIDAD.....	245
14. LIMPIEZA.....	246
15. MANTENIMIENTO.....	247
16. CRITERIOS DE MEDICION.	247

PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES.

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

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

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

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

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.

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 $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

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

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

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 $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

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

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

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

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

CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	GRADO
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior mediana y exterior elevada y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

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

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

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

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior 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.

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.

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.

2.4. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior 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.

2.5. 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, tés, 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.

2.6. 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.

2.7. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

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

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

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

3. CONDUCTORES.

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

3.1. MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.

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

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido 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.

3.2. DIMENSIONADO.

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

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

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

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

3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

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

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

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.

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 medio el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

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 fijador 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.

5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tener 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.

6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN.

6.1. CUADROS ELÉCTRICOS.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

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

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

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

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

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

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

6.3. GUARDAMOTORES.

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

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

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

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

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

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

6.4. FUSIBLES.

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

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

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

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

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

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

Protección por aislamiento de las partes activas:

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

Protección por medio de barreras o envolventes:

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

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

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

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

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

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

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

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

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

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

6.6. 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.

6.7. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

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

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

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del

esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

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

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

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

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

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

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

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

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

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las

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

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

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

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

Asimismo las luminarias cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a compatibilidad Electromagnética tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

8. RECEPTORES A MOTOR.

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

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

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

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

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

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

POTENCIA	RELACIÓN
De 0,75 kW a 1,5 kW:	4,5
De 1,50 kW a 5 kW:	3,0
De 5 kW a 15 kW:	2
Más de 15 kW:	1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

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

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

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

- Estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- Rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- Eje: de acero duro.
- Ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- Rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- Cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- Potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- Velocidad de rotación de la máquina accionada.
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección (IP 44 o IP 54).
- Clase de aislamiento (B o F).
- Forma constructiva.

- Temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- Momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- Curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estatórico sea superior a 1,5 megohmios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la D.O. 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.

9. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

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

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

9.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

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

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

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

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

Conductores de tierra.

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

TIPO	PROTEGIDO MECÁNICAMENTE	NO PROTEGIDO MECÁNICAMENTE
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Acero Galvanizado 16 mm ² Cu
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

Bornes de puesta a tierra.

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

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

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

Conductores de protección.

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

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

SECCIÓN CONDUCTORES FASE (MM ²)	SECCIÓN CONDUCTORES PROTECCIÓN (MM ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

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.

10. BATERIA DE CONDENSADORES

Para compensación del factor de potencia de la instalación de BT se ha previsto la implantación de una Batería automática de Condensadores de 600 KVAR, ya que la potencia reactiva a compensar es de 516.35 KVAR, conectada al CGBT a través de transformadores y protegida con:

Prot. Térmica:

- I. Aut./Tri. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1211 A.

Protección diferencial:

- Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Estas baterías serán de varios escalones que permitan la selección de potencia, según las características de la red en cada caso.

Los condensadores dispondrán de contactores para permitir las descargas capacitivas y tendrán protección contra Armónicos.

11. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Moh.m.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la D.O., en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la D.O.

12. CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

13. SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

14. LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

15. MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

16. CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.	253
SUBCAPÍTULO 1. CABLES.....	253
SUBCAPÍTULO 2. TUBOS DE PROTECCION	254
SUBCAPÍTULO 3. BANDEJAS.....	255
SUBCAPÍTULO 4. RELÉS TÉRMICOS.....	255
SUBCAPÍTULO 5. CONTACTORES.....	256
SUBCAPÍTULO 6. MAGNETOTERMICOS, I. AUTOMATICOS, I. CORTE EN CARGA.....	256
SUBCAPÍTULO 7. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.....	258
SUBCAPÍTULO 8. BATERIA DE CONDENSADORES.....	259
PRESUPUESTO TOTAL.....	261

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

SUBCAPÍTULO 1. CABLES

Sección (mm ²)	Metal	Designación	Polaridad	Total(m)	Pu(Euros.m)	Ptotal(Euros)
1.5	Cu	H07V-K	Unipolar	1968	0,37	728,16
1.5	Cu	TT	Unipolar	492	0,42	206,64
2.5	Cu	H07V-K	Unipolar	2528	0,62	1567,36
2.5	Cu	RV-K	Tetrapolar	970	1,59	1542,30
2.5	Cu	TT	Unipolar	1602	1,02	1634,04
4	Cu	H07V-K	Unipolar	1360	0,98	1332,80
4	Cu	ES07Z1-K(AS)	Unipolar	4160	1,66	6905,60
4	Cu	RV-K	Tetrapolar	1151	2,12	2440,12
4	Cu	TT	Unipolar	2531	0,93	2353,83
6	Cu	H07V-K	Unipolar	4048	1,44	5829,12
6	Cu	VV-K	Tetrapolar	50	2,46	123,00
6	Cu	RV-K	Tetrapolar	760	3,07	2333,20
6	Cu	TT	Unipolar	1822	2,38	4336,36
10	Cu	RV-K	Tetrapolar	495	4,97	2460,15
10	Cu	TT	Unipolar	495	2,89	1430,55
16	Cu	RV-K	Tetrapolar	455,3	7,82	3560,44
16	Cu	TT	Unipolar	545	3,92	2136,40
25	Cu	RV-K	Tetrapolar	70	12,12	848,40
35	Cu	RV-K	Tetrapolar	20,3	16,76	340,23
35	Cu	TT	Unipolar	75	6,88	516,00
50	Cu	TT	Unipolar	50	8,92	446,00
70	Cu	RV-K	Tetrapolar	75	33,43	2507,25
95	Cu	RV-K	Tetrapolar	50	44,31	2215,50
120	Al	RZ1-Al(AS)	Unipolar	36	3,83	137,88
120	Cu	TT	Unipolar	6	18,92	113,52
185	Cu	RV-K	Tetrapolar	0,3	73,83	22,14
240	Al	RZ1-Al(AS)	Unipolar	108	6,51	703,08
240	Cu	RV-K	Tetrapolar	6,3	88,55	557,87
TOTAL DE LA PARTIDA						49327,94

Total subcapítulo 1. Cables.....49.327,94 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS VEINTISIETE EUROS Y NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

SUBCAPÍTULO 2. TUBOS DE PROTECCIÓN

Unidad	Elemento	Total unidad	Pu(Euros)	Ptotal (Euros)
m	Tubo corrugado de 20 mm de diámetro	1364	0,68	927,52
m	Tubo corrugado de 25 mm de diámetro	3893	0,75	2919,75
m	Tubo corrugado de 32 mm de diámetro	435	0,82	356,70
m	Tubo corrugado de 40 mm de diámetro	345	1,05	362,25
m	Tubo corrugado de 50 mm de diámetro	70	1,26	88,20
m	Tubo corrugado de 63 mm de diámetro	75	1,9	142,5
m	Tubo corrugado de 75 mm de diámetro	50	2,64	132,00
m	Tubo corrugado de 200 mm de diámetro	36	5,63	202,68
TOTAL DE LA PARTIDA				5131,60

Total subcapítulo 2. Tubos de protección.....5.131,60 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y UN EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 3. BANDEJAS

Unidad	Elemento	Total unidad	Pu(Euros)	Ptotal (Euros)
m	Bandeja perforada 75x60	1	5,69	5,69
m	P. p. acceso. Bandeja 75x60	1	0,57	0,57
m	P. p. soporte techo bandeja 75x60	1	3,82	3,82
TOTAL COLOCACIÓN 1 METRO				10,08
TOTAL 1330 M				13406,40

Total subcapítulo 3. Bandejas.....13.406,40 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL CUATROCIENTOS SEIS EUROS Y CUARENTA CÉNTIMOS.

SUBCAPÍTULO 4. RELÉS TÉRMICOS

Unidad	Elemento	Total unidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Ud.	Relé térmico de 16÷25 A.	66	205,30	13549,8
Ud.	Relé térmico de 24÷32 A.	18	340,30	6125,40
Ud.	Relé térmico de 30÷40 A.	42	340,30	14292,60
Ud.	Relé térmico de 50÷65 A.	6	449,10	2694,60
Ud.	Relé térmico de 55÷70 A.	6	449,10	2694,60
TOTAL DE LA PARTIDA				39357,00

Total subcapítulo 4. Relés térmicos.....39.357,00 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS.

SUBCAPÍTULO 5. CONTACTORES

Unidad	Elemento	Total unidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Ud.	Contac/Trip de 25 A.	20	48	960
Ud.	Contac/Tetr de 25 A.	14	32	448
Ud.	Contac/Trip de 32 A.	13	68	884
Ud.	Contac/Tetr de 32 A.	2	54	108
Ud.	Contac/Trip de 40 A.	6	75	450
Ud.	Contac/Tetr de 40 A.	12	89	1068
Ud.	Contac/Trip de 72 A.	12	168	2016
TOTAL				5934,00

Total subcapítulo 5. Contactores.....5.934,00 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS.

SUBCAPÍTULO 6. MAGNETOTERMICOS, I. AUTOMÁTICOS E I. CORTE EN CARGA

Unidad	Elemento	Total unidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
A	Magnetotérmico tetrapolar de 10 A. de poder de corte	20	92,72	1854,4
A	I. Automático tripolar de 12 A.	16	298,56	4776,96
A	Magnetotérmico tetrapolar de 16 A. de poder de corte	15	94,44	1416,60
A	I. Automático tripolar de 16A.	2	359,33	718,66
A	Interruptor corte en carga de 16 A.	11	98,33	1081,63
A	Magnetotérmico tetrapolar de 20 A. de poder de corte	10	97,36	973,60
A	I. Automático tripolar de 20 A.	4	359,33	1437,32
A	Interruptor corte en carga de 20 A.	2	98,33	196,66

Ud.	Magnetotérmico tetrapolar de 25 A. de poder de corte	2	99,25	198,50
Ud.	I. Automático tripolar de 25 A.	14	359,33	5030,62
Ud.	Interruptor corte en carga de 25 A.	2	111,16	222,32
Ud.	Magnetotérmico tetrapolar de 32 A. de poder de corte	13	105	1365,00
Ud.	I. Automático tripolar de 32 A.	2	359,33	718,66
Ud.	Interruptor corte en carga de 32 A.	9	111,16	1000,44
Ud.	Magnetotérmico tetrapolar de 40 A. de poder de corte	2	121,51	243,02
Ud.	I. Automático tripolar de 40 A.	12	359,33	4311,96
Ud.	Interruptor corte en carga de 40 A.	2	126,53	253,06
Ud.	Magnetotérmico tetrapolar de 50 A. de poder de corte	4	262,09	1048,36
Ud.	I. Automático tripolar de 50 A.	10	359,33	3593,30
Ud.	Interruptor corte en carga de 50 A.	4	190,38	761,52
Ud.	Magnetotérmico tetrapolar de 63 A. de poder de corte	9	276,86	2491,74
Ud.	I. Automático tripolar de 63 A.	2	359,33	718,66
Ud.	Interruptor corte en carga de 63 A.	5	190,38	951,9
Ud.	Interruptor corte en carga de 80 A.	1	206,41	206,41
Ud.	I. Automático tripolar de 100 A.	2	486,33	972,66
Ud.	I. Automático tetrapolar de 100 A.	3	690,53	2071,59
Ud.	Interruptor corte en carga de 100 A.	1	206,41	206,41
Ud.	I. Automático tripolar de 125 A.	2	551,9	1103,80
Ud.	I. Automático tetrapolar de 125 A.	3	777,14	2331,42
Ud.	Interruptor corte en carga de 125 A.	1	81,16	81,16
Ud.	I. Automático tetrapolar de 160 A.	1	1027,13	1027,13
Ud.	Interruptor corte en carga de 200 A.	2	423,71	847,42
Ud.	I. Automático tetrapolar de 250 A.	2	1696,53	3393,06
Ud.	I. Automático tetrapolar de 400 A.	1	2275,33	2275,33
Ud.	I. Automático tetrapolar de 630 A.	1	3142,21	3142,21
Ud.	I. Automático tripolar de 1250 A.	1	6404,83	6404,83
Ud.	I. Automático tetrapolar de 2500 A.	1	17153,28	17153,28

TOTAL	76581,60
--------------	-----------------

Total subcapítulo 6. magnetotérmicos, i. automáticos e i. corte en carga
76.581,60 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS OCHENTA Y UN EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS.

SUBCAPÍTULO 7. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Este subcapítulo del presupuesto está compuesto por interruptores diferenciales tetrapolares e interruptores automáticos tetrapolar con relé y transformador.

Unidad	Elemento	Clase	Sensibilidad (mA)	Total unidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Ud.	Relé y Transf de 12 A.	AC	300	16	169,48	2711,68
Ud.	Relé y Transf de 16 A.	AC	300	2	169,48	338,96
Ud.	Relé y Transf de 20 A.	AC	300	4	190,77	763,08
Ud.	Diferencial tetrapolar de 25 A.	AC	30	32	294,33	9418,56
Ud.	Diferencial tetrapolar de 25 A.	AC	300	6	280,32	1681,92
Ud.	Relé y Transf de 25 A.	AC	300	14	247,8	3469,20
Ud.	Diferencial tetrapolar de 25 A.	AC	500	9	284,76	2562,84
Ud.	Relé y Transf de 32 A.	AC	300	2	247,8	495,60
Ud.	Diferencial tetrapolar de 40 A.	AC	30	4	341,69	1366,76
Ud.	Diferencial tetrapolar de 40 A.	AC	300	6	330,21	1981,26
Ud.	Relé y Transf de 40 A.	AC	300	12	201,34	2416,08
Ud.	Diferencial tetrapolar de 40 A.	AC	500	5	295,62	1478,10
Ud.	Relé y Transf de 50 A.	AC	300	10	201,34	2013,40

Ud.	Relé y Transf de 63 A.	AC	300	2	266,14	532,28
Ud.	Diferencial tetrapolar de 63 A.	AC	500	11	663,83	7302,13
Ud.	Relé y Transf de 100 A.	AC	500	2	361,32	722,64
Ud.	Relé y Transf de 100 A.	AC [s]	500	1	312,45	312,45
Ud.	Relé y Transf de 125 A.	AC	300	2	661,46	1322,92
Ud.	Relé y Transf de 125 A.	AC	500	2	592,34	1184,68
Ud.	Relé y Transf de 160 A.	AC [s]	500	1	537,65	537,65
Ud.	Relé y Transf de 250 A.	AC	500	2	847,33	1694,66
Ud.	Relé y Transf de 400 A.	AC [s]	500	1	1355,73	1355,73
Ud.	Relé y Transf de 630 A.	AC [s]	500	1	1897,5	1897,50
Ud.	Relé y Transf de 1250 A.	AC	30	1	4750,85	4750,85
TOTAL DE LA PARTIDA						52310,93

Total subcapítulo 7. Interruptores diferenciales.....52.310,93 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS DIEZ EUROS Y NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.

SUBCAPÍTULO 8. BATERÍA DE CONDENSADORES

Unidad	Elemento	Potencia	Total unidad	P total (Euros)
Ud.	Batería de condensadores modelo VARSET SAH	600 KVA	1	26216,47
TOTAL PARTIDA				26216,47

Total subcapítulo 8. Batería de condensadores.....26.216,47 €

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISÉIS MIL DOSCIENTOS DIECISÉIS EUROS Y CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL:

Total subcapítulo 1. Cables.....	49.327,94 €
Total subcapítulo 2. Tubos de protección.....	5.131,60 €
Total subcapítulo 3. Bandejas.....	13.406,4 €
Total subcapítulo 4. Relés térmicos.....	39.357 €
Total subcapítulo 5. Contactores.....	5.934 €
Total subcapítulo 6. Magnetotérmicos, l. automáticos e l. corte en carga.....	76.581,60 €
Total subcapítulo 7. Interruptores diferenciales.....	52.310,93 €
Total subcapítulo 8. Batería de condensadores.....	26.216,47 €
TOTAL.....	268.265,94 €

El total del presupuesto de ejecución material asciende a DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS Y NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

PRESUPUESTO TOTAL

EJECUCIÓN MATERIAL	268.265,94
€	
Cables.....	49.327,94 €
Tubos de protección.....	5.131,60 €
Bandejas.....	13.406,40 €
Relés térmicos.....	39.357 €
Magnetotérmicos, I. automáticos e I. corte en carga.....	76.581,60 €
.....	
Interruptores diferenciales.....	52.310,93 €
Batería de condensadores.....	26.216,47 €
EJECUCIÓN POR CONTRATA	375.572,32 €
Ejecución material	268.265,94 €
Gastos generales (13 % PEM)	34.874,57 €
Beneficio industrial (6 % PEM)	16.095,96 €
IVA (21 % PEM)	56.335,85 €
PRESUPUESTO TOTAL	388.985,63
€	
Ejecución por contrata	375.572,33 €
Dirección de obra (5 % PEM)	13.413,30 €

El presupuesto total de la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto asciende a un total de TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS Y SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Contenido

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	269
1.1. INTRODUCCIÓN.....	269
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.	269
1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.	269
1.2.2. Principios de la acción preventiva.....	270
1.2.3. Evaluación de los riesgos.....	270
1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.....	272
1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores.....	273
1.2.6. Formación de los trabajadores.....	273
1.2.7. Medidas de emergencia.....	273
1.2.8. Riesgo grave e inminente.	274
1.2.9. Vigilancia de la salud.....	274
1.2.10. Documentación.	274
1.2.11. Coordinación de actividades empresariales.	275
1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.....	275
1.2.13. Protección de la maternidad.	275
1.2.14. Protección de los menores.	275
1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.	275
1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.	276
1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.	276
1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales.....	276
1.3.2. Servicios de prevención.	277
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	277
1.4.1. Consulta de los trabajadores.....	277
1.4.2. Derechos de participación y representación.....	278
1.4.3. Delegados de prevención.	278
2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.	279

2.1. INTRODUCCION.....	279
2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.	279
2.2.1. Condiciones constructivas.	280
2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. señalización.....	281
2.2.3. Condiciones ambientales.....	282
2.2.4. Iluminación.....	282
2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso.	283
2.2.6. Material y locales de primeros auxilios.....	284
3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	284
3.1. INTRODUCCION.....	284
3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.	285
4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.	285
4.1. INTRODUCCION.....	286
4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.	286
4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.	287
4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo moviles.	288
4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.	288
5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.	289
5.1. INTRODUCCION.....	289
5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.....	290
5.2.1. Medidas preventivas de carácter particular.....	292
6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.	293
6.1. INTRODUCCION.....	293
6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.....	294
6.2.1. Protectores de la cabeza.	294
6.2.2. Protectores de manos y brazos.	294
6.2.3. Protectores de pies y piernas.	295

6.2.4. Protectores del cuerpo.....295

SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.1. INTRODUCCIÓN.

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

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

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

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

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.

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

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

1.2.2. Principios de la acción preventiva.

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

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

1.2.3. Evaluación de los riesgos.

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

de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

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

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

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

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

- Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

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

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

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

1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección.

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

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.

- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

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

1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

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

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

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

1.2.6. Formación de los trabajadores.

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

1.2.7. Medidas de emergencia.

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

1.2.8. Riesgo grave e inminente.

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

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

1.2.9. Vigilancia de la salud.

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

1.2.10. Documentación.

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

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

1.2.11. Coordinación de actividades empresariales.

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

1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.

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

1.2.13. Protección de la maternidad.

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

1.2.14. Protección de los menores.

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

1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.

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

1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

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

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

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

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales.

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

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

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

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

1.3.2. Servicios de prevención.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

1.4.1. Consulta de los trabajadores.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.

- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

1.4.2. Derechos de participación y representación.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

1.4.3. Delegados de prevención.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

2.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

2.2.1. Condiciones constructivas.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreesfuerzos previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrico de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcasas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

2.2.2. Orden, limpieza y mantenimiento. señalización.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los

desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

2.2.3. Condiciones ambientales.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por ESD en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

2.2.4. Iluminación.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Aéreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Aéreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

2.2.5. Servicios higiénicos y locales de descanso.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones.

2.2.6. Material y locales de primeros auxilios.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

3. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

4.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.

- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.
- Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas.
- El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo

4.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

4.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

4.2.3. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

5.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación,

con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento, en este estudio de seguridad solo se hablará del apartado eléctrico.

5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles para almacenar el material eléctrico.

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad, etc.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada...

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

5.2.1. Medidas preventivas de carácter particular.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar. Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad. El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra. Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes. Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subidas a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante. Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra. El neutro de la instalación estará puesto a tierra. La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

6. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

6.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso

para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.1. Protectores de la cabeza.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

6.2.2. Protectores de manos y brazos.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

6.2.3. Protectores de pies y piernas.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Rodilleras.

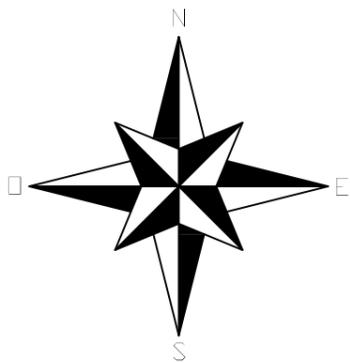
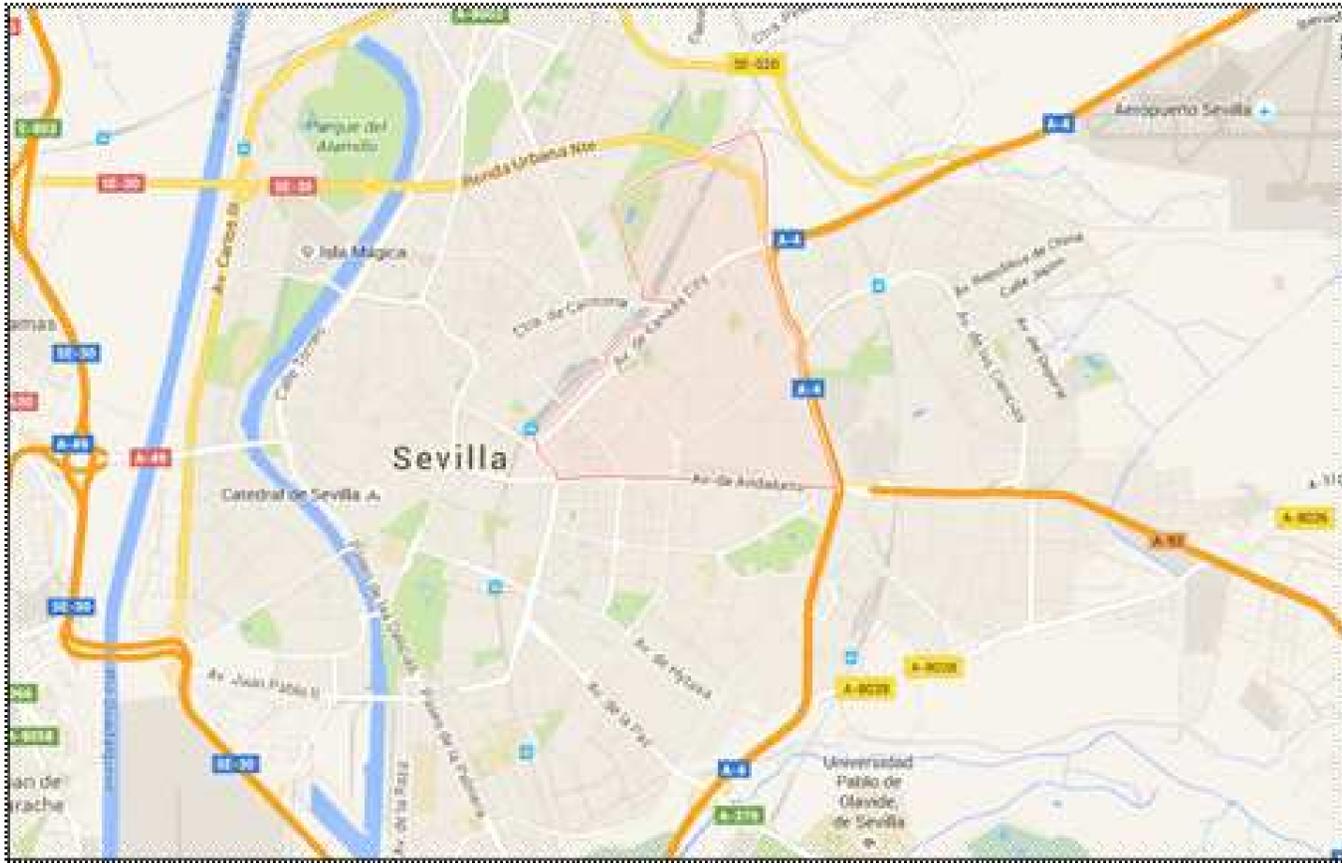
6.2.4. Protectores del cuerpo.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

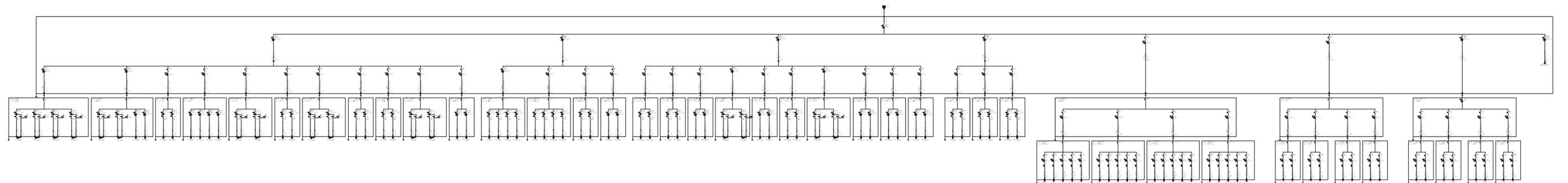
PLANOS

PLANOS:

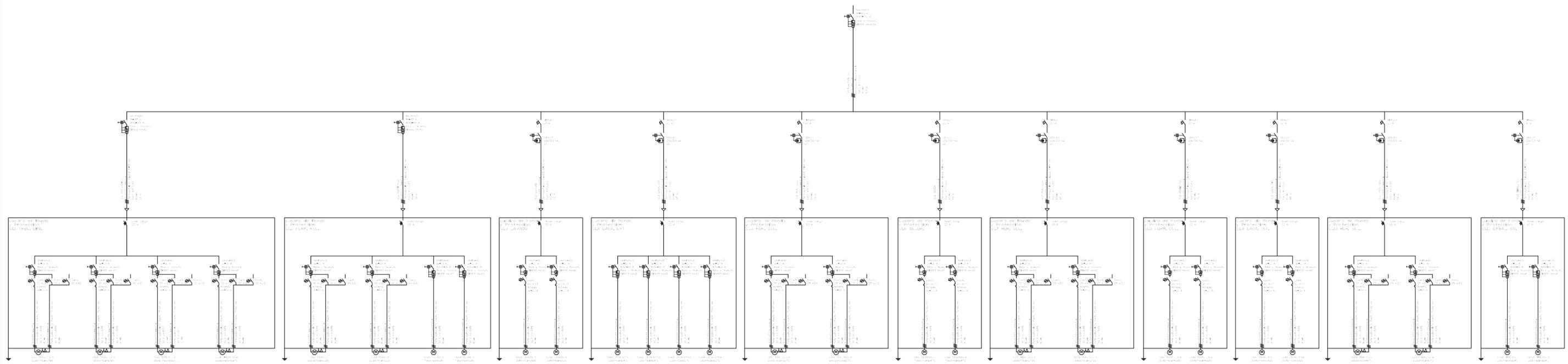
- Plano 1: SITUACIÓN.
- Plano 2: ESQUEMA UNIFILAR COMPLETO.
- Plano 3: S1_AGRUPACION_FABRICACION_CUERPO.
- Plano 4: S1_AGRUPACIÓN_FABRICACION_CUERPO_DETALLE_1.
- Plano 5: S1_AGRUPACIÓN_FABRICACION_CUERPO_DETALLE_2.
- Plano 6: S2_AGRUPACIÓN_FABRICACION_TAPA.
- Plano 7: S3_AGRUPACIÓN_LLENADO.
- Plano 8: S3_AGRUPACIÓN_LLENADO_DETALLE_1.
- Plano 9: S3_AGRUPACIÓN_LLENADO_DETALLE_2.
- Plano 10: S4_AGRUPACIÓN_ALMACENADO.
- Plano 11: S5_ILUMINACIÓN.
- Plano 12: S6_FUERZA.
- Plano 13: S7_CLIMA.
- Plano 14: BATERÍA DE CONDENSADORES
- Plano 15: TIERRAS_NIVEL_0.
- Plano 16: TIERRAS_NIVEL_1.
- Plano 17: TIERRAS_NIVEL_2.



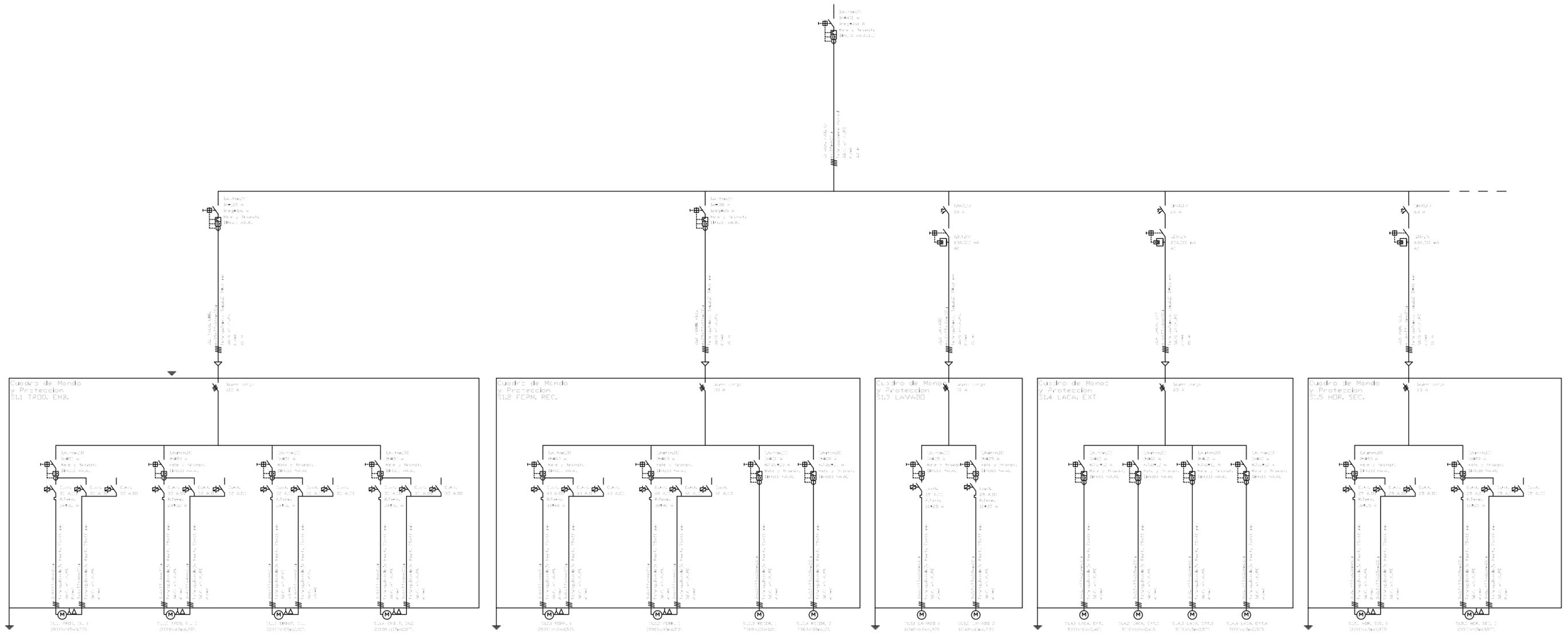
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID</i>
<i>Dibujado</i>	15/09/2015	<i>Sergio Herranz García</i>		
<i>Comprobado</i>		<i>Manuel Muñoz Cano</i>		
<i>Departamento</i>	<i>Dep. Ingeniería Eléctrica</i>			
<i>Escala:</i>	<i>Plano n.1</i>			<i>N. Alumno:</i>
<i>s/e</i>	<i>SITUACIÓN</i>			<i>Sergio Herranz García</i>
<i>Título del TFG: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida</i>				



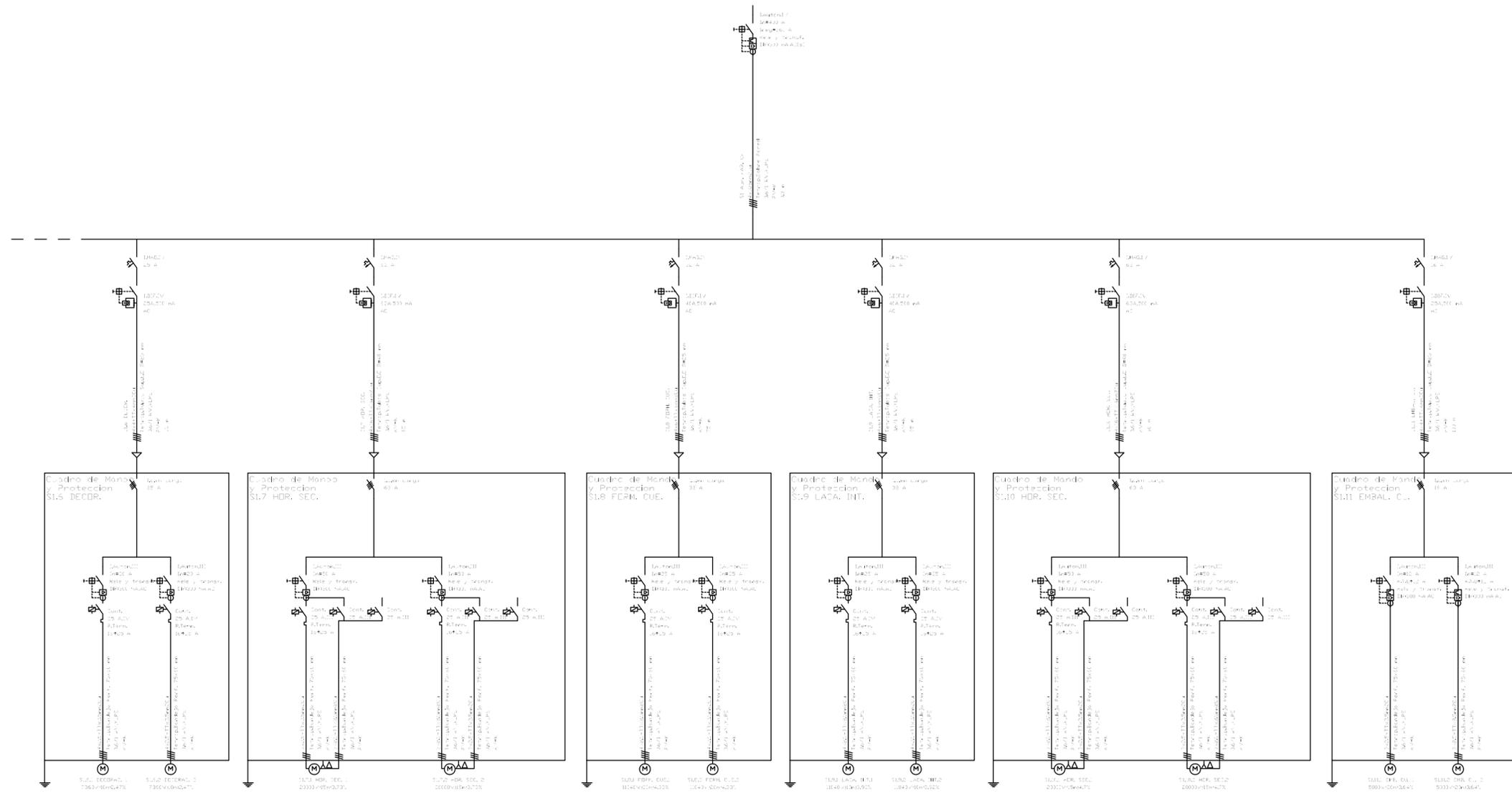
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
<i>Dibujado</i>	15/09/2015	Sergio Herranz García		
<i>Comprobado</i>		Manuel Muñoz Cano		
<i>Departamento</i>	Dep. Ingeniería Eléctrica			
<i>Escala:</i>	Plano n.2			<i>N. Alumno:</i>
±/±	ESQUEMA UNIFILAR COMPLETO			Sergio Herranz García
<i>Título del TFG: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida</i>				



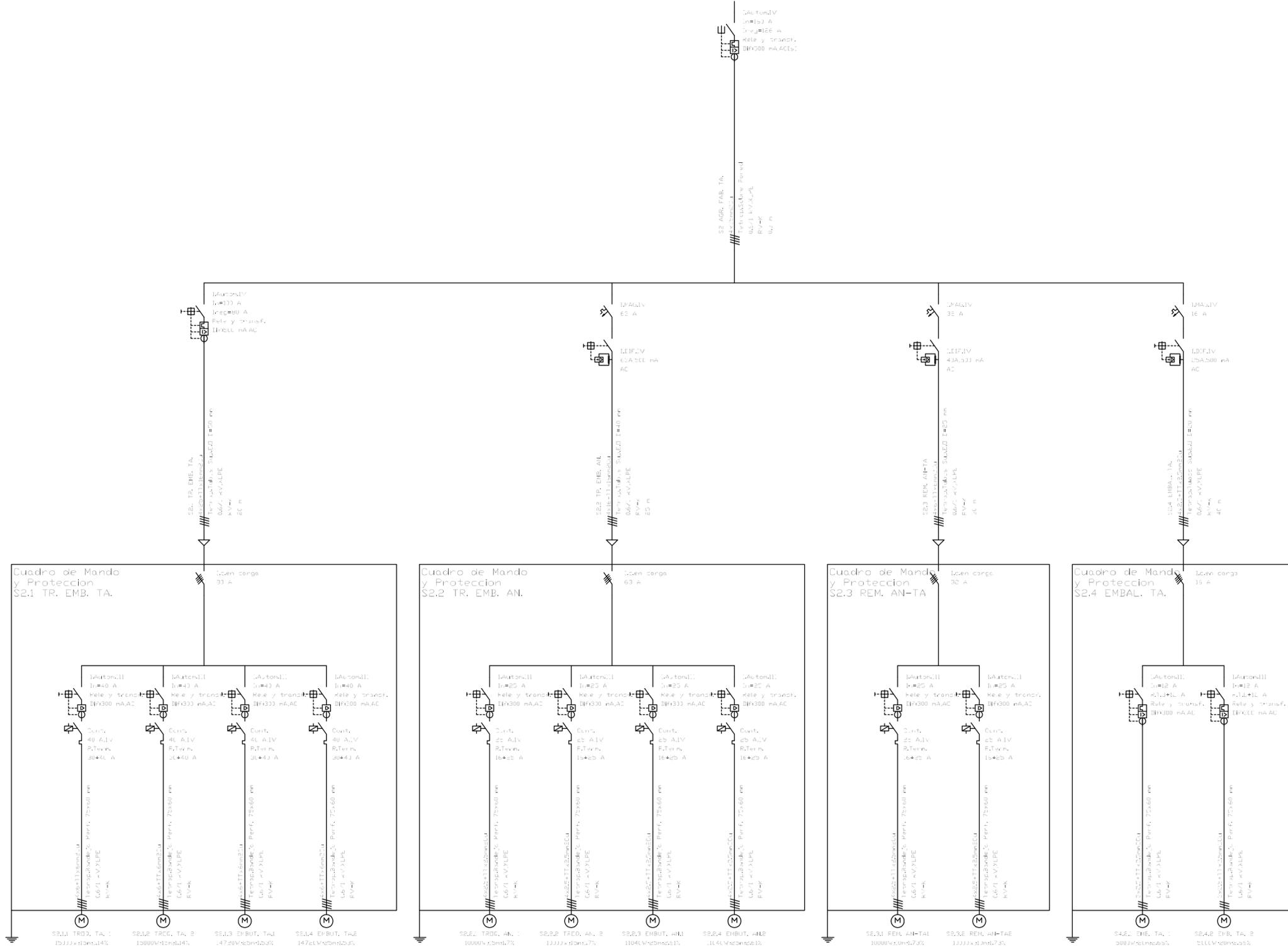
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.3			N. Alumno:
s/c	S1 AGRUPACIÓN FABRICACIÓN DEL CUERPO			Sergio Herranz García
	Titulo del TFG: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida			



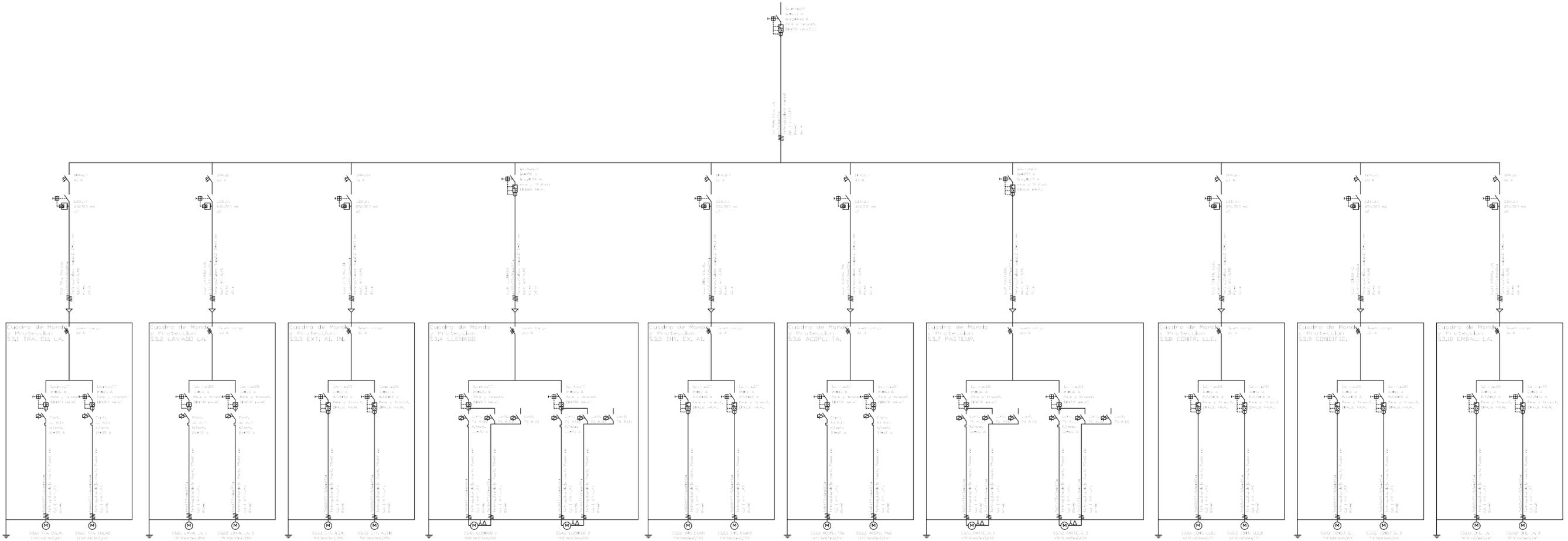
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.4			N. Alumno:
s/e	DETALLE nº1 S1 AGRUPACIÓN			Sergio Herranz García
Título del TFG: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida				



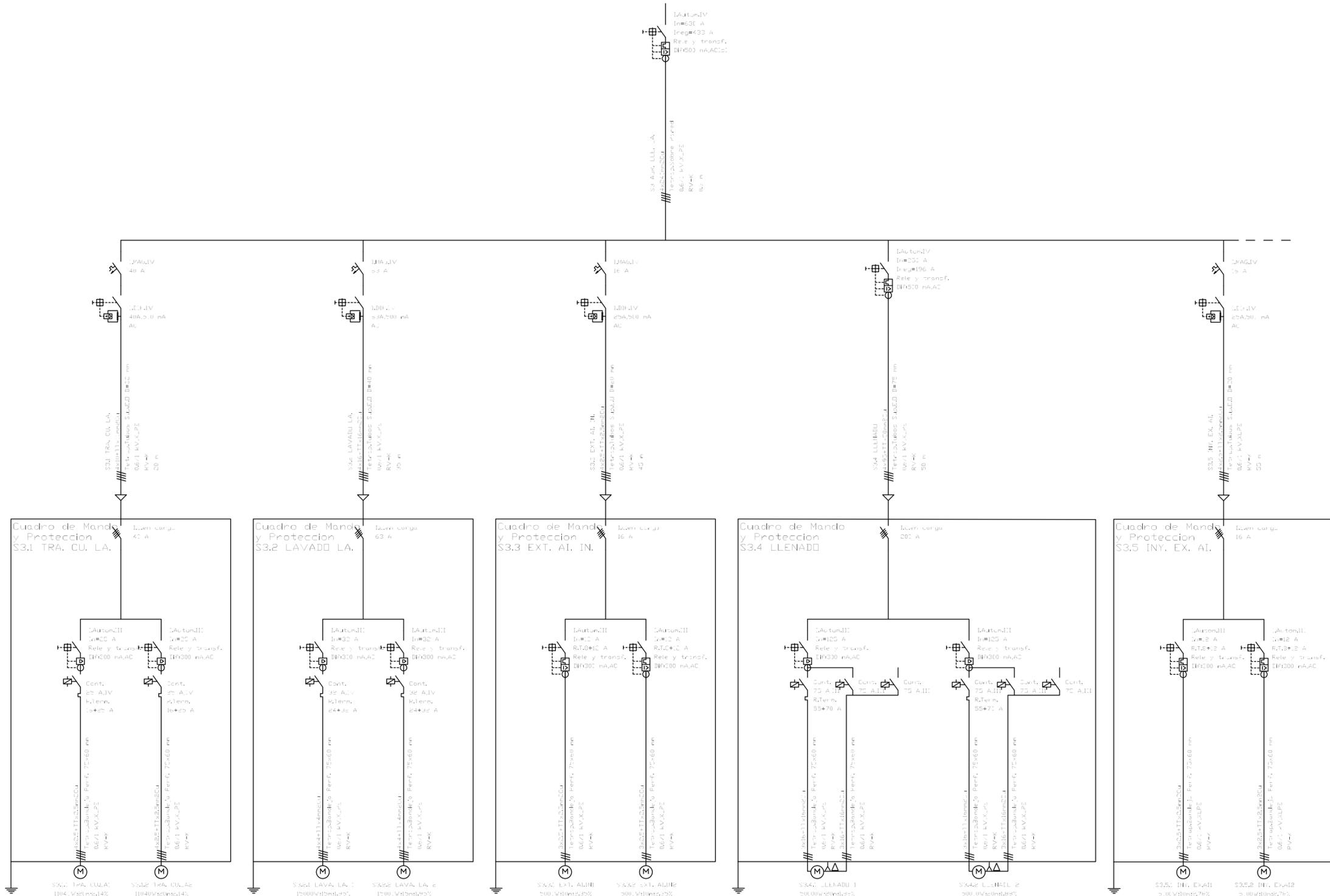
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujada	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobada		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.5			N. Alumno:
s/e	DETALLE n°2 S1 AGRUPACIÓN			Sergio Herranz García
Título del TFG: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida				



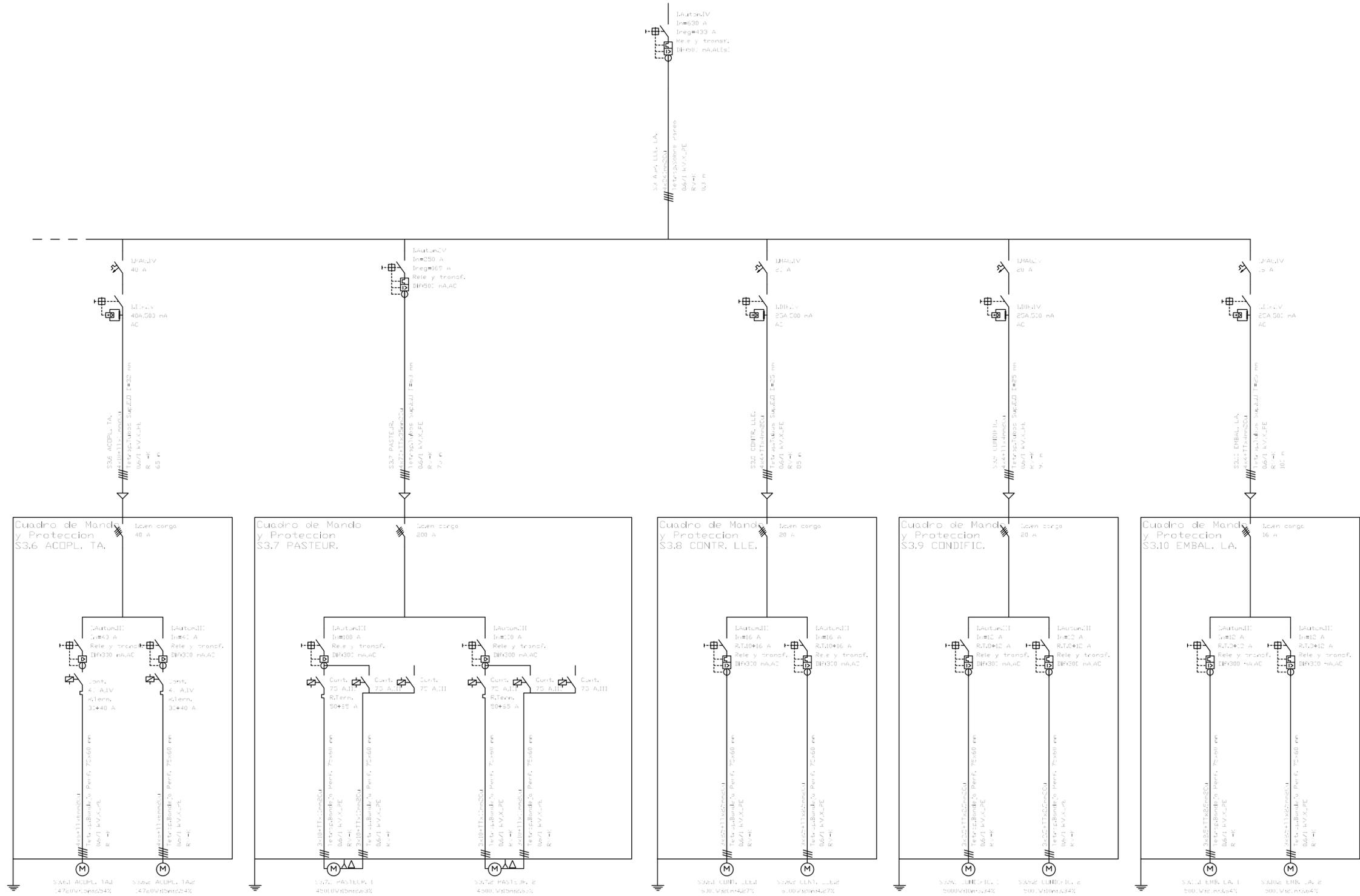
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.6			N. Alumno:
s/e	S2 AGRUPACIÓN FABRICACIÓN DE LA TAPA			Sergio Herranz García
Título del TFC: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida				



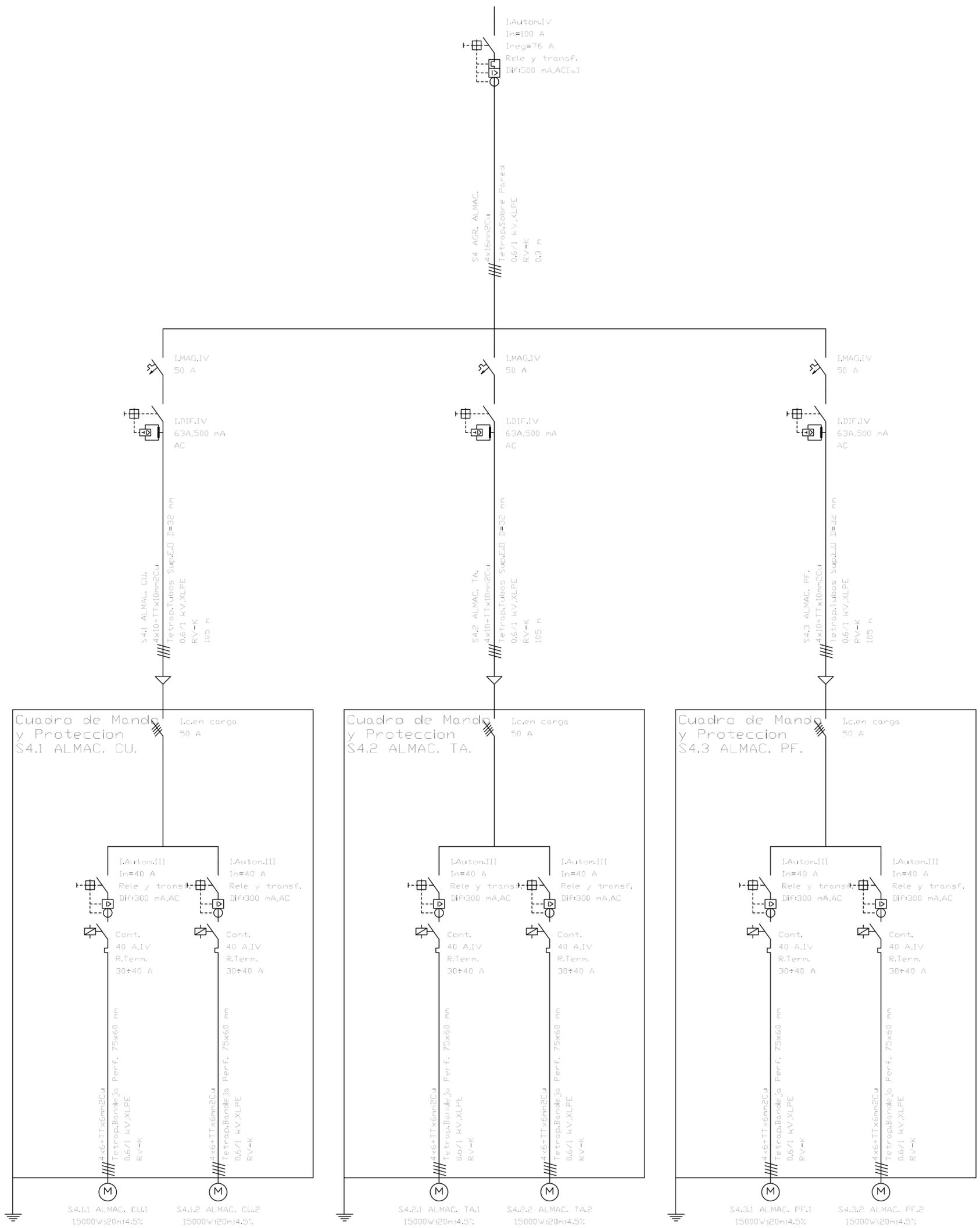
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	05/05/2010	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.º 7			N. Muro:
±/e	S3 AGRUPACIÓN LLENADO DE LATAS			Sergio Herranz García
Título del TFG: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida				



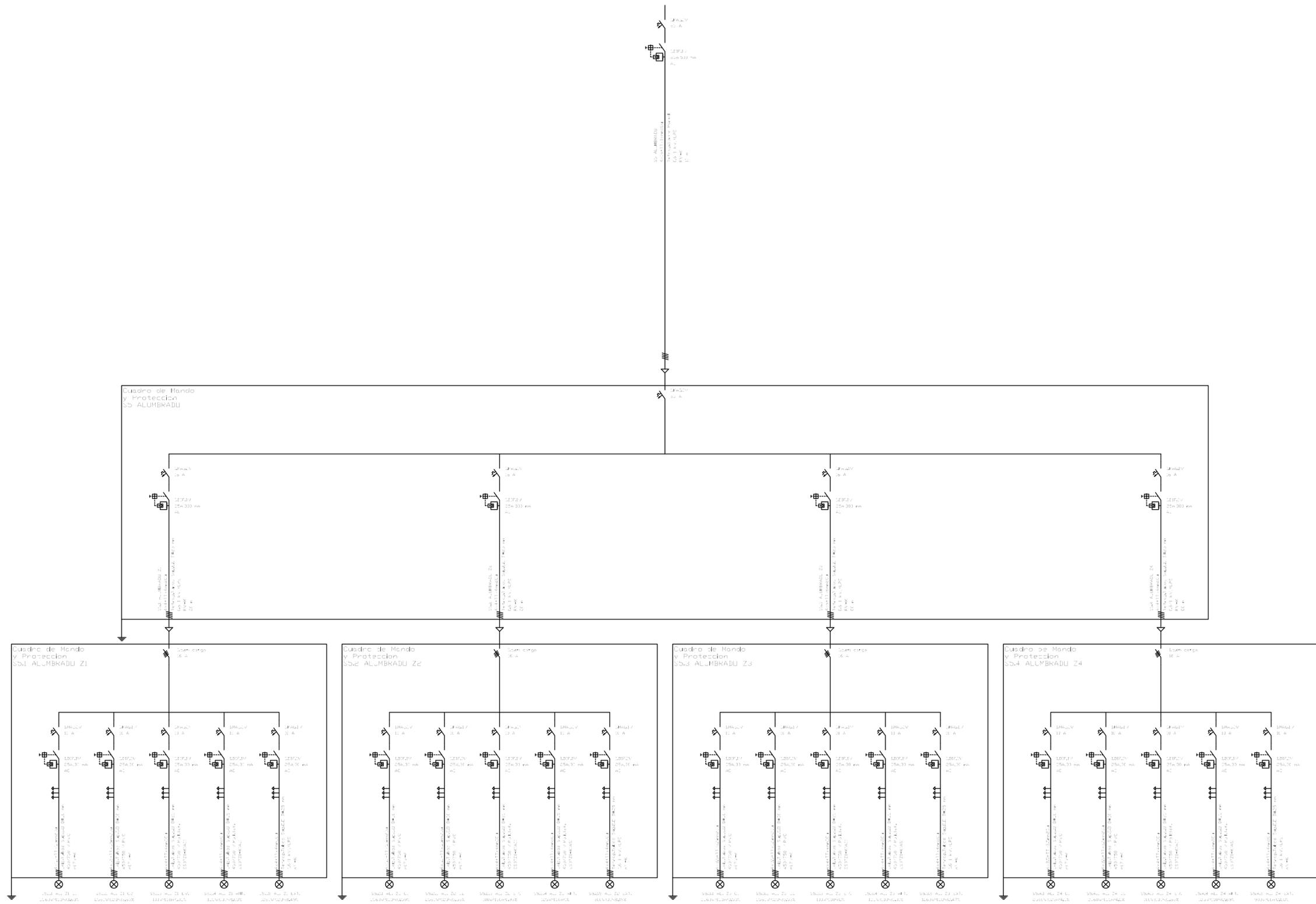
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujada	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			N. Alumno:
Escala:	Plano n.8			Sergio Herranz García
s/e	DETALLE n°1 S3 AGRUPACIÓN LLENADO			
Título del TFC: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida				



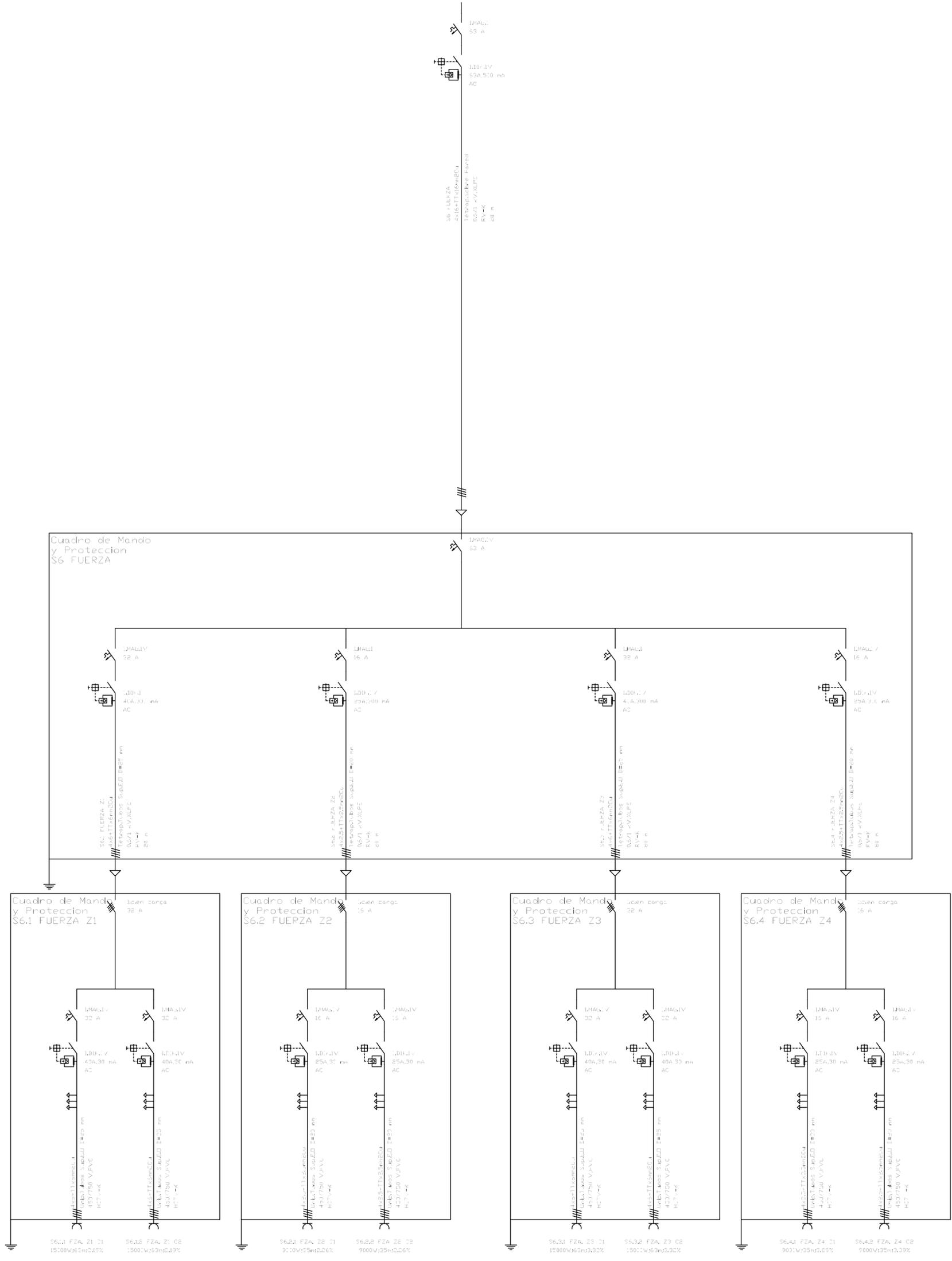
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujada	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.9			N. Alumno:
s/e	DETALLE n°2 S3 AGRUPACIÓN LLENADO			Sergio Herranz García
Título del TFC: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida				



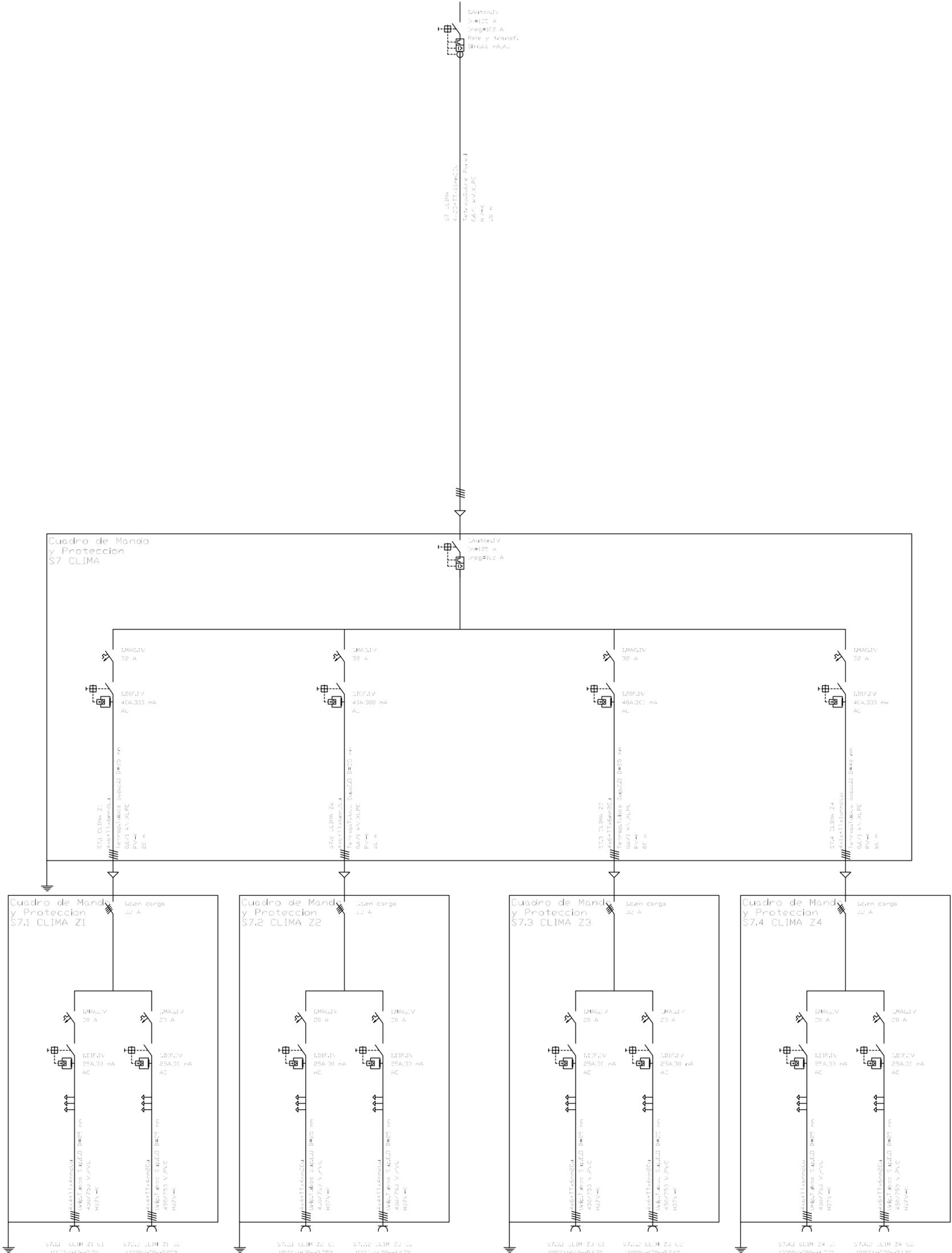
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.10			N. Alumno:
s/e	S4 AGRUPACIÓN ALMACENADO			Sergio Herranz García
	Título del TFC: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida			



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujada	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			N. Alumno:
Escala:	Plano n.11			Sergio Herranz García
s/e	S5 ALUMBRADO			
Título del TFC: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida				



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.12			N. Alumno:
s/e	S6 FUERZA			Sergio Herranz García
Título del TFC: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida				



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			
Escala:	Plano n.13			N. Alumno:
s/e	S7 CLIMA			Sergio Herranz García
Título del TFC: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida				



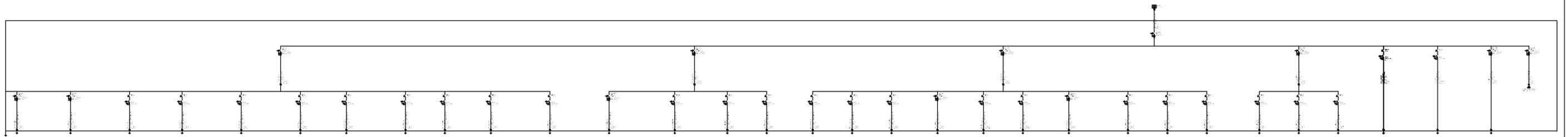
I. Autom. III
 In=1250 A
 Ireg=1211 A
 Rele y transf.
 Dif: 30 mA, AC



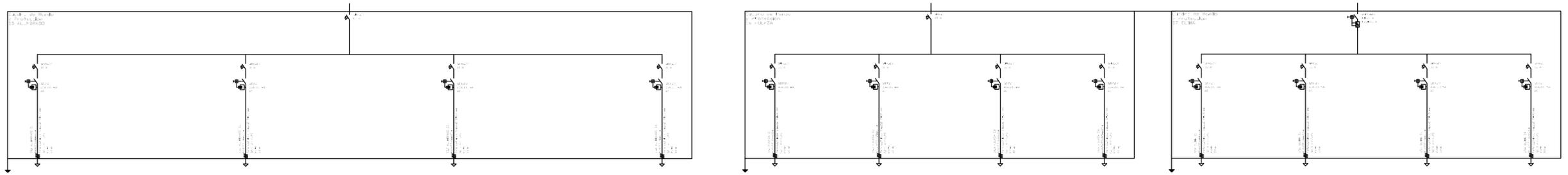
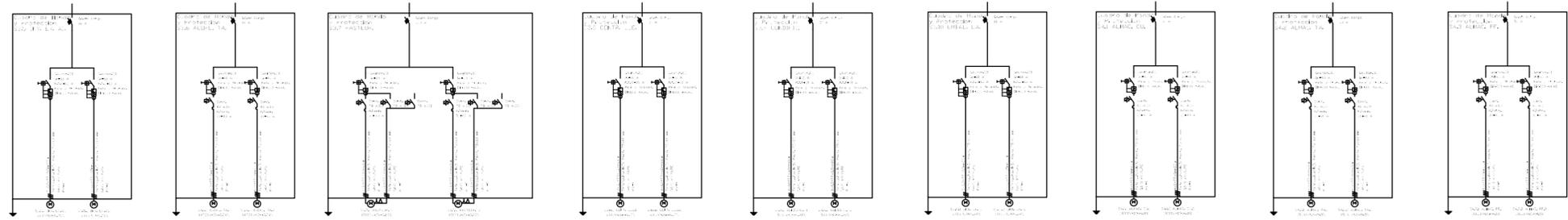
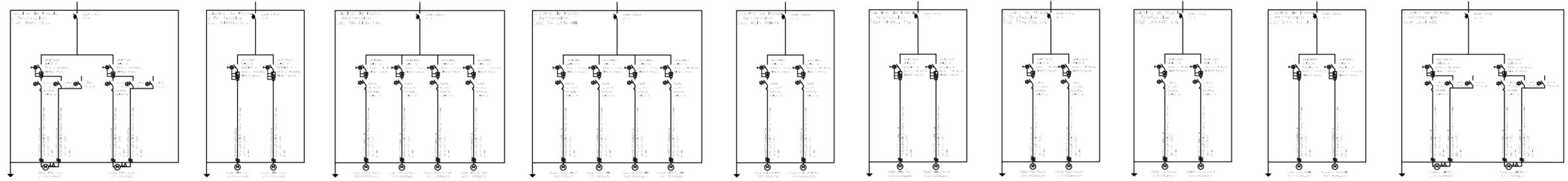
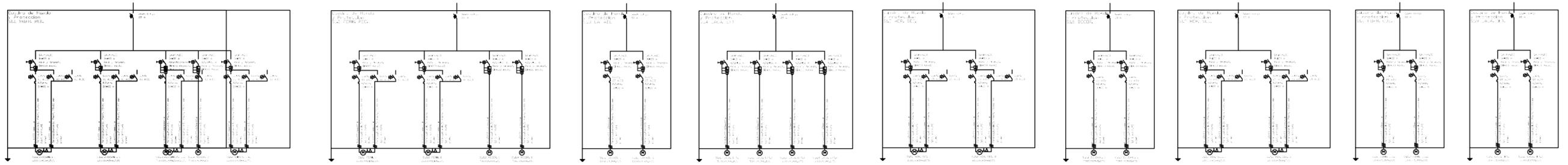
3(3x240+TTx120)mm²Cu
 Tetráp. Sobre Pared
 0.6/1 kV, XLPE
 RV-K

Bateria Condensadores
 1:2:4 (Esc. 73,76 kVar)

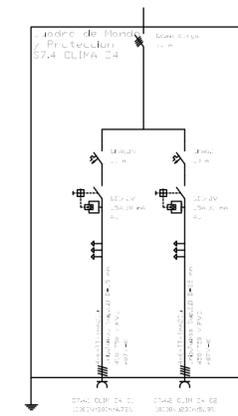
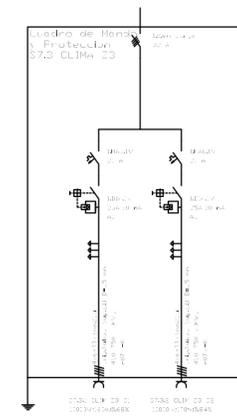
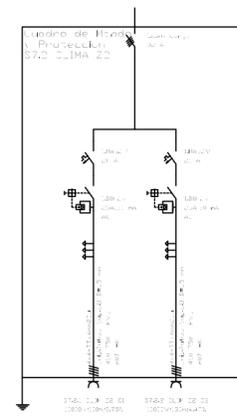
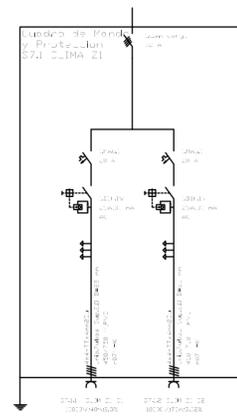
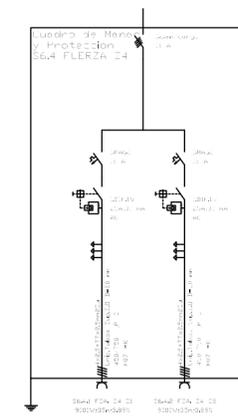
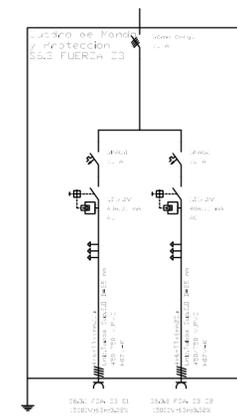
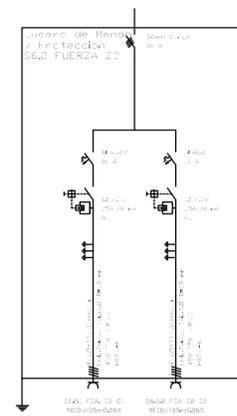
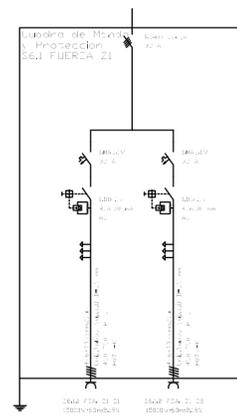
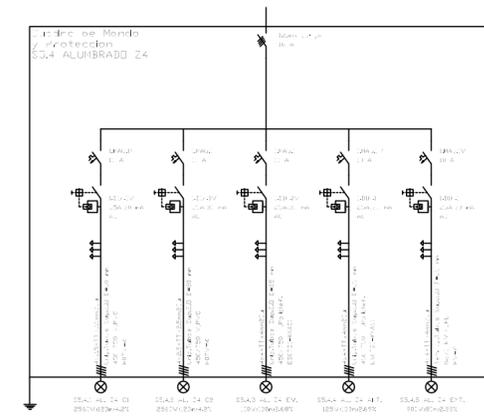
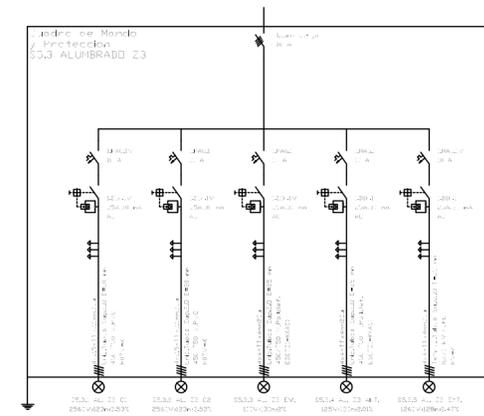
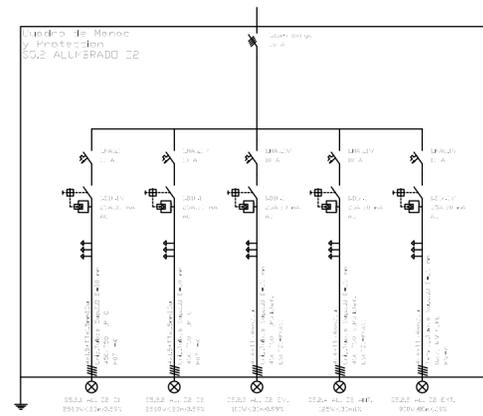
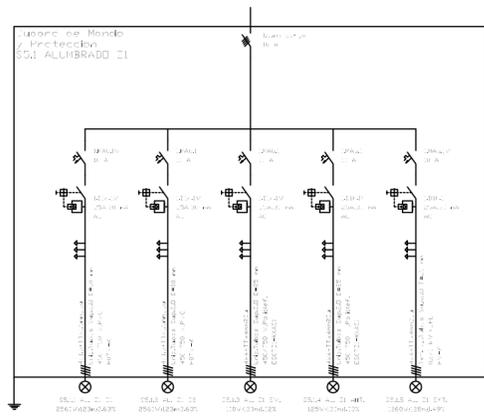
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
<i>Dibujado</i>	15/09/2015	Sergio Herranz García		
<i>Comprobado</i>		Manuel Muñoz Cano		
<i>Departamento</i>	Dep. Ingeniería Eléctrica			
<i>Escala</i> s/e	<i>Plano n.14</i>			<i>N. Alumno:</i> Sergio Herranz García
	<i>BATERIA DE CONDENSADORES</i>			
<i>Título del TFG: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida</i>				



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID</i>
<i>Dibujado</i>	15/09/2015	Sergio Herranz García		
<i>Comprobado</i>		Manuel Muñoz Cano		
<i>Departamento</i>	Dep. Ingeniería Eléctrica			
<i>Escala:</i>	Plano n.15			<i>N. Alumno:</i>
s/e	TIERRAS NIVEL CERO			Sergio Herranz García
<i>Título del TFG: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida</i>				



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID</i>
<i>Dibujada</i>	15/09/2015	Sergio Herranz García		
<i>Comprobado</i>		Manuel Muñoz Cano		
<i>Departamento</i>	Dep. Ingeniería Eléctrica			
<i>Escala:</i>	Plano n.16		<i>N. Alumno:</i>	
s/e	TIERRAS NIVEL UNO		Sergio Herranz García	
<i>Título del TFG: Instalacion eléctrica de fábrica de latas de bebida</i>				



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES VALLADOLID
Dibujado	15/09/2015	Sergio Herranz García		
Comprobado		Manuel Muñoz Cano		
Departamento	Dep. Ingeniería Eléctrica			N. Alumno:
Escala:	Plano n.17			Sergio Herranz García
s/e	TIERRAS NIVEL DOS			
Título del TFC: Instalación eléctrica de fábrica de latas de bebida				

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Fermín Barrero - "Sistemas de energía eléctrica" Thomson. 2004.
- Suárez Creo, J.M. - "Protección de Instalaciones y Redes Eléctricas". Ed.Andavira. 2011.
- Jesús de la Casa Hernández. - "Instalaciones eléctricas". Ed. Universidad de Jaén, 2001.
- N. Moreno, R. - "Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión". Ed. Paraninfo, 2004.
- Guías, Cuadernos y Publicaciones Técnicas de Schneider 2015.
- Guías, Cuadernos y Publicaciones Técnicas de ABB 2015.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, actualizado según el Real Decreto 1053/2014 de 12 de diciembre de 2014.
- Código técnico de la edificación. La Ley 38/1999 de 5 de noviembre.
- UNESA: Guía técnica sobre cálculo, diseño y medida de instalaciones de puesta a tierra en redes de distribución, 1985.
- Así se hace, proceso de producción de latas de aluminio (Septiembre 2015). <https://www.youtube.com/watch?v=XhMjAfla7tg>
- proceso de producción de latas de aluminio (Septiembre 2015). <https://www.youtube.com/watch?v=hLISi7ub4L4>
- Catalogo de ECOACERO "esta es mi vida" sobre la producción de latas de aluminio.

PROGRAMAS UTILIZADOS

- DMELECT versión 2013.
- Autocad versión 2008.
- Paquete Microsoft office.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Para finalizar mi TFG quería dejar constancia de mi más sentido agradecimiento a las siguientes personas:

En primer lugar a mis padres Ángel y Loli a parte de por el esfuerzo económico que han tenido que realizar, por el grandísimo apoyo que ha sido para mí el tenerles siempre cerca tanto en los momentos de alegría como en los momentos de flaqueza, por todas esas lecciones de vida que me habéis transmitido siempre, por esas miles y miles de llamadas cuando más lo necesitaba, por aguantar mis innumerables cambios de humor cuando estaba desanimado...simplemente gracias.

A mis hermanos Patricia y David por ese apoyo incondicional que he recibido de vosotros que siempre me ha motivado para llegar hasta aquí, muchas gracias.

A mis abuelos Eugenio, Pepe, Tomasa y Pepi, por ser para mi ese espejo de esfuerzo y superación en el que siempre me he apoyado.

A mis tíos Sergio, Jesús, Yoli, Rocío, Susana...y primos Celia, Sheila, Bárbara, Laura, Enrique y en especial a Leticia, por apoyarme y darme ánimos en los buenos momentos pero sobre todo en los malos.

A mis amig@s Sergio, Raúl, Carlos, Diego, Javi, David, Cristina, Celia, Leticia, Rebeca, Álvaro, Jose, Sandra, Antonio, Marcos, Ana, Alex..... por estar siempre a mi lado, demostrándome que la amistad no solo es para los buenos momentos, por estar siempre apoyándome, subiéndome el ánimo y generando en mi esa alegría y apoyo que tanto he necesitado sobre todo en los últimos meses....gracias de corazón.

A mis compañeros de piso y de clase, por hacer que estos años hayan sido más llevaderos y divertidos, en especial a Jonatan por esas llamadas de dudas, esas largas tardes de biblioteca larguísimas, esas cervezas para despejarnos....

Al departamento de Ingeniería Eléctrica por transmitirme todos los conocimientos necesarios, de la manera más amena y sencilla como les ha sido posible, para que la curiosidad e interés por la ingeniería eléctrica siempre fuera en aumento.

A Manuel Muñoz Cano, mi tutor del TFG por sus consejos, dedicación y esfuerzo ha sido vital para la finalización de mis estudios.

En definitiva gracias a todos los que habéis creído en mí ayudándome a conseguir ver cumplido mi sueño, he aprendido que con esfuerzo y dedicación constante a veces los sueños se cumplen....

GRACIAS!!

Sigue tu camino, no pierdas el Norte.

