



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería Eléctrica

**Diseño y cálculo de la instalación eléctrica
de una industria transformadora de la
remolacha**

Autor:

Blanco Blázquez, Teresa

Tutor:

**Muñoz Cano, Manuel
Dpto. de Ingeniería Eléctrica**

Valladolid, Marzo 2018

AGRADECIMIENTOS

Quería dar las gracias a los profesores que he tenido durante estos años por haberme dado la formación suficiente para poder enfrentarme a la vida laboral sin tener demasiadas dificultades y a la universidad por haberme dado la oportunidad de irme de Erasmus a Portugal donde aprendí mucho a nivel personal y académico.

También agradecer a mi tutor por haberme ayudado a realizar este TFG.

A mi familia que me han apoyado siempre y a mis compañeros de clase, en especial a mis chicas del “Jueves de ingenieras” y amigos.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fin de grado es definir, justificar, calcular y documentar, la instalación eléctrica de una industria transformadora de la remolacha. La alimentación se realiza a partir de cuatro centros de transformación de abonado. El primer centro está compuesto por un transformador de 1250 KVA, el segundo estará formado por cuatro transformadores (uno de 1250 KVA, dos de 1000 KVA y otro de 1600 KVA), el tercer centro está formado por cinco transformadores (dos de 1250 KVA, uno de 1000 KVA y dos de 1600 KVA) y por último el cuarto centro de transformación que tiene un transformador de 630 KVA. Cada centro de transformación contará con una batería de condensadores para compensar el factor de potencia. Los dispositivos de protección de cada circuito están convenientemente coordinados, siendo selectivos con otros dispositivos generales que les preceden.

Todo el diseño se ha realizado en base a las condiciones industriales y características técnicas requeridas para el proceso, cumpliendo la reglamentación y la normativa vigente.

PALABRAS CLAVE

Instalación eléctrica Industria Energía Proyecto Azucarera

ABSTRACT

The objective of this final degree essay is to define, justify, calculate and document the electrical installation of a beet processing industry supply is begun in four transformation center. The first subscribed transformation center has got one transformers of 1250 KVA, the second transformation center has got four transformers (one transformer of 1250 KVA, two of 1000 KVA and other of 1600KVA), the third has got five transformers (two transformer of 1250 KVA each, one of 1000 KVA and other two of 1600 KVA each) finally the fourth has got one transformer of 630 KVA. Each transformation center has got its respective outputs and your capacitor bank to compensate the power factor. The electrical safeguards are coordinated and they will be selective with other general devices which are installed before them.

All of design is based on the industrial conditions which our case requires. The project respects the standards and regulations which are required.

KEYWORDS

Electrical installation Industry Energy Project Sugar factory

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	9
MEMORIA DESCRIPTIVA	15
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	57
PLIEGO DE CONDICIONES	141
PRESUPUESTO	211
ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	241
CONCLUSIONES	251
BIBLIOGRAFÍA	255
ANEXO	261



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo de fin de grado es definir, justificar, calcular y documentar, la instalación eléctrica de una industria transformadora de la remolacha.

El complejo está ubicado en la Ctra. Nacional 601, en el término municipal de Olmedo (Valladolid).

En nuestro proyecto definiremos, calcularemos y diseñaremos la instalación eléctrica en baja tensión para el suministro de energía eléctrica demandada por la empresa, cumpliendo la reglamentación y normativa vigente.

Nuestra instalación estará alimentada por cuatro centros de transformación MT/BT, estos estarán unidos en anillo para asegurar una mejor continuidad de suministro y se encargarán de reducir la tensión de distribución de la compañía eléctrica hasta la tensión necesaria para el funcionamiento de las instalaciones que componen la planta.

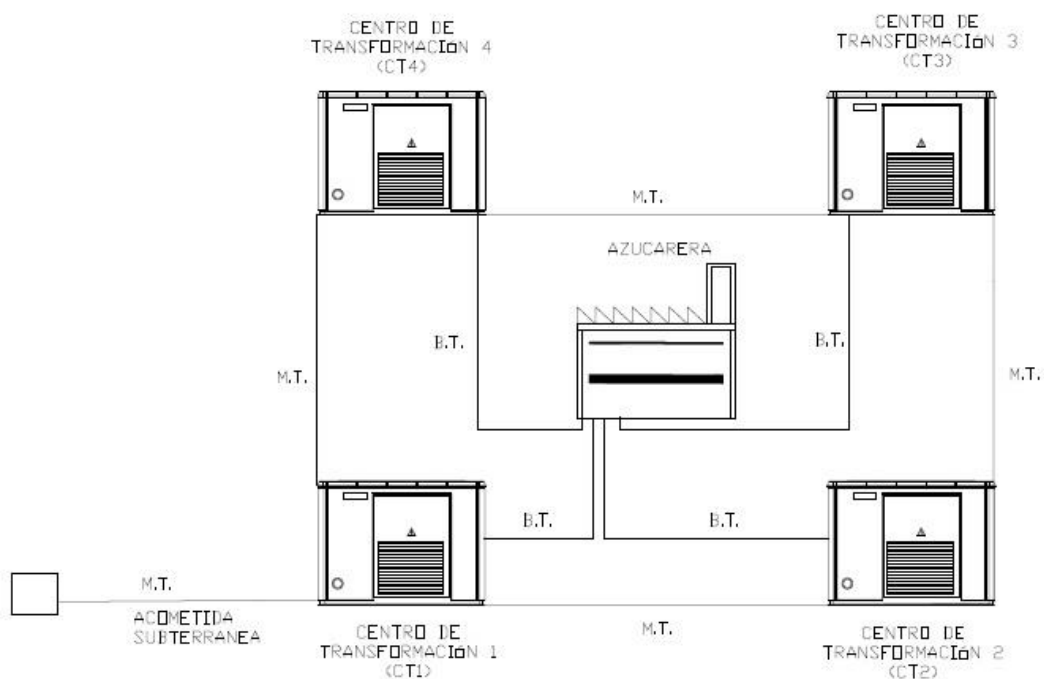


Figura 1: Esquema conexión en anillo de los centros de transformación

La alimentación general en baja tensión, tendrá su origen en las bornas de baja tensión de los transformadores de los centros de transformación y mediante las canalizaciones más convenientes para la potencia nominal de los transformadores, suministrarán energía eléctrica al embarrado de los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT).

Desde los CGBT de cada centro de transformación, se organizarán las salidas para alimentar las distintas instalaciones receptoras de la planta. Cada salida dispondrá de un dispositivo de mando y protección. Además, cada uno de los embarrados de los centros de transformación, contará con una instalación de compensación del factor de potencia. Los centros de transformación CT2 y CT3, con esquema de tres barras, dispondrán de tres conjuntos de compensación.

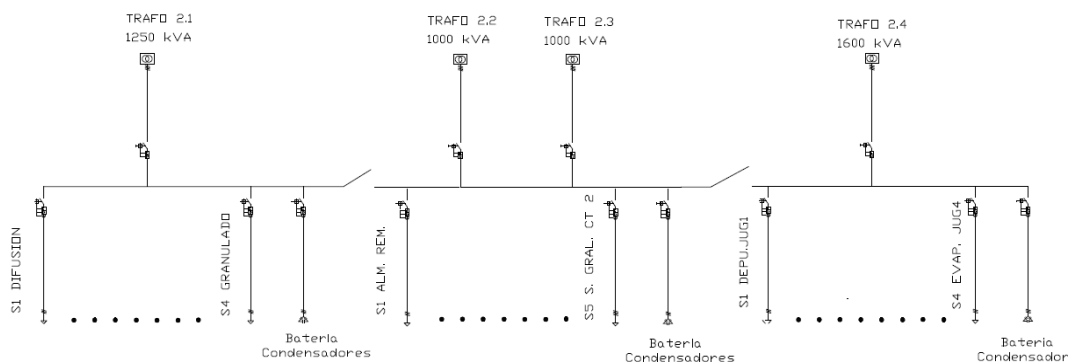


Figura 2: Esquema Centro de Transformación 2

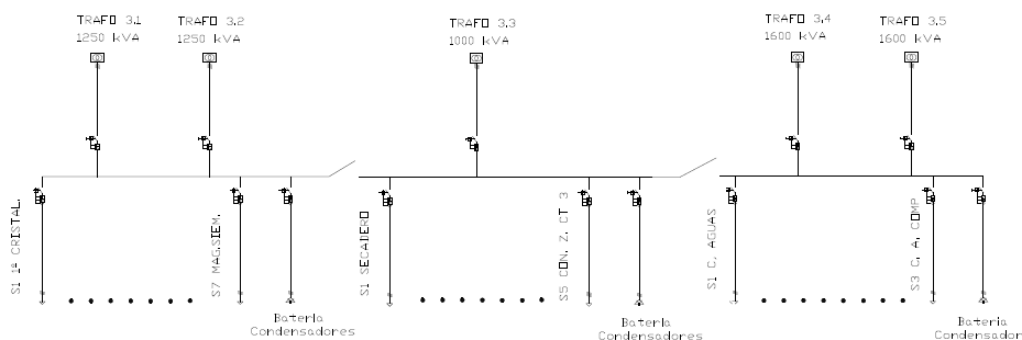


Figura 3: Esquema Centro de Transformación 3

Las instalaciones aguas abajo de cada salida se subdividirán de forma que en caso de avería en algún circuito solo afecte a una mínima parte de la instalación. Los dispositivos de protección estarán coordinados unos con otros, siendo selectivos con otros dispositivos más generales que les precedan.

Para conseguir el mejor equilibrado posible de las cargas monofásicas estas se repartirán uniformemente entre las tres fases o conductores polares a lo largo de la instalación.

Por otro lado, diseñaremos una red de tierras por todo el edificio para la protección de las instalaciones receptoras y de las personas que se encuentren en el edificio.

En la siguiente tabla se muestran, a modo de resumen, las potencias totales instaladas en alumbrado, fuerza, la potencia total y la potencia máxima admisible en cada centro de transformación. En los centros de transformación CT2 y CT3 se indica la potencia según las agrupaciones de transformadores que hay en cada centro.

CENTRO	Nº TRAFO	POTENCIA ALUMBRADO (W)	POTENCIA FUERZA (W)	POTENCIA TOTAL (W)	POTENCIA MAX.(KVA)
CT1	1.1	406	829420	829826	1250
	2.1	-	861120	861120	1250
CT2	2.2	50406	1410644	1461050	2000
	2.3				
	2.4	-	1046912	1046912	1600
CT3	3.1	-	1845432	1845432	2500
	3.2				
	3.3	67406	709812	777218	1000
	3.4	-	2366600	2366600	3200
	3.5				
CT4	4.1	41411	518500	559911	630

Tabla 1: Potencias instaladas en cada Centro de Transformación

La estructura del proyecto es la siguiente:

- Memoria descriptiva.
- Cálculos justificativos.
- Pliego de condiciones.
- Presupuesto.
- Estudio básico de seguridad y salud.
- Conclusiones.
- Bibliografía.
- Anexo.

En la Memoria se describe con detalle la instalación de la planta en la que estamos trabajando. Primero se explica el objetivo del proyecto y los antecedentes, después se hará una descripción del proceso productivo. Se estimaran los consumos que se pueden esperar en cada parte del proceso productivo. A continuación se hará una descripción detallada de la instalación eléctrica especificando cómo se deben ejecutar las diferentes partes de la misma, la acometida, la instalación de enlace, los esquemas de distribución, las instalaciones interiores, el diseño de las protecciones contra sobreintensidades, sobretensiones, contactos directos e indirectos y el diseño de la puesta a tierra.

En el capítulo de Cálculos justificativos se explica los cálculos empleados para la selección de la sección y las protecciones necesarias de las líneas de alimentación de la planta basándose en la demanda de potencias y en las características de la planta.

A continuación ira el Pliego de condiciones en el que se explicarán con detalle las responsabilidades del instalador y se especificará cómo deben de ser los materiales que componen la instalación.

En el Presupuesto se resumen los materiales necesarios para la realización del proyecto, indicando cantidades y precios unitarios y totales.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se exponen los riesgos existentes durante la ejecución de la obra y las medidas de prevención para evitar esos riesgos. También se explican los protocolos que se deben de tener en cuenta cuando se realicen mantenimientos preventivos y correctivos de las diferentes partes de la instalación.

Después irá el capítulo de las Conclusiones donde se presentan las reflexiones finales.

El siguiente será la Bibliografía, en este capítulo se citan los documentos y programas que se han utilizado para la realización de éste trabajo.

Finalmente irá el anexo, donde estarán los planos, que permitirá una mejor visualización de los resultados obtenidos mediante la representación de los esquemas unifilares correspondientes, dando una idea general de la distribución de los consumos.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	21
2. OBJETO DEL PROYECTO	21
3. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y PROCESO PRODUCTIVO.....	21
3.1 Área de recepción y tratamiento de la remolacha	23
3.2 Área industrial	24
3.3 Almacenamiento y envasado	29
3.4 Servicios auxiliares	30
4. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES	32
5. AUTOGENERACIÓN.....	33
6. ACOMETIDA	33
7. INSTALACIÓN DE ENLACE.....	34
8. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN.....	34
9. INSTALACIONES INTERIORES.....	35
9.1 Conductores	35
9.2 Identificación de los conductores.....	35
9.3 Equilibrado de cargas.....	36
9.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	36
9.5 Conexiones.....	36
9.6 Sistema de la instalación	36
10. PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES.....	38
11. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.....	40
11.1 Medidas para el control de las sobretensiones	41
11.2 Selección de los materiales en la instalación.....	41
12. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	41
12.1 Protección contra contactos directos.....	42
12.2 Protección contra contactos indirectos.....	44
13. PUESTAS A TIERRA.....	46
13.1 Uniones a Tierra	46
13.2 Conductores de equipotencialidad.....	49
13.3 Resistencia de las tomas a tierra	49
13.4 Tomas a tierra independientes.....	50

13.5 Separación entre las tomas a tierra de la instalación y los CT.....	50
13.6 Revisión de las tomas a tierra	51
14. RECEPCIONES DE ALUMBRADO	51
15. RECEPTORES A MOTOR.....	52
16. BATERÍA DE CONDENSADORES	53

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:-Proceso productivo del azúcar de remolacha.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2: Gestión del agua en la fábrica.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3: Curvas de disparo magnético por sobrecarga en IA</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4: Detalle para la protección por fuera de alcance.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 5: Protección fuera de alcance y obstáculo</i>	<i>44</i>
<i>Figura 6: Bucle de defecto del esquema de conexión TT</i>	<i>45</i>
<i>Figura 7: Esquema de los componentes de PaT</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8: Detalle del puente de tierra.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 9: Esquema general de conexión de batería de condensadores</i>	<i>54</i>

1. ANTECEDENTES

La redacción del presente proyecto de “Diseño y cálculo de la instalación eléctrica de una industria transformadora de la remolacha” ha sido solicitada por la industria azucarera “LA BLANQUILLA S.A”, con C.I.F. E47000840, situada en la Ctra. Nacional 601, en el término municipal de Olmedo (Valladolid), destinada a la extracción y fabricación de azúcar de remolacha azucarera para producir:

- Azúcar Blanco
- Melaza de remolacha azucarera
- Pulpa de remolacha

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto será el de establecer y justificar todos los elementos que permitan la ejecución de la instalación eléctrica, además de obtener de los Organismos Oficiales Competentes, la Autorización Administrativa de aprobación del proyecto y de ejecución de la instalación

3. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y PROCESO PRODUCTIVO

El azúcar extraído de la caña de azúcar o de la remolacha es la sacarosa, que es un disacárido con fórmula molecular $C_{12}H_{22}O_{11}$.

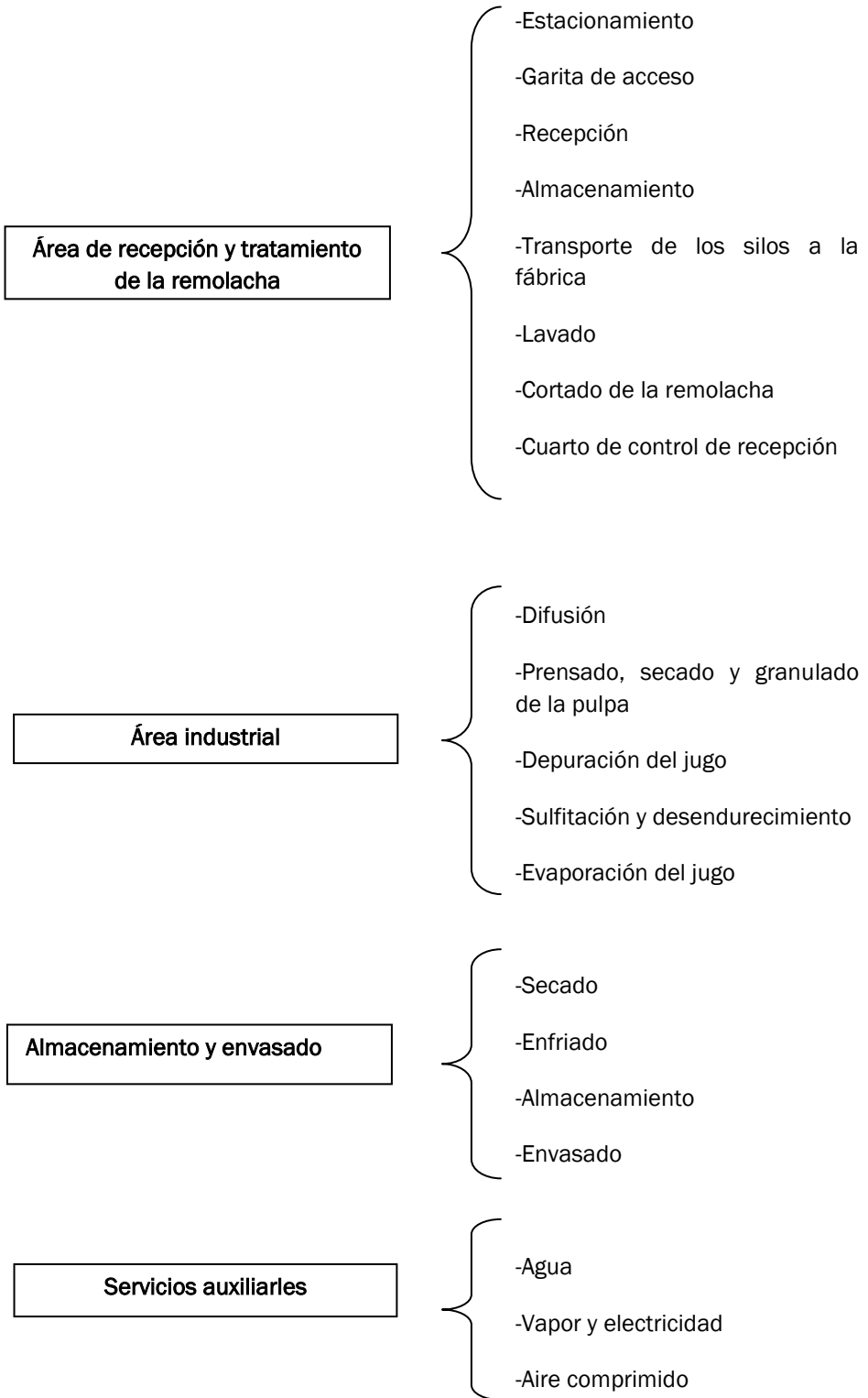
Las zonas de cultivo de la remolacha azucarera están en las regiones de clima templado de Europa y Norteamérica, con unas temperaturas medias entre 16 y 25°C y unas precipitaciones anuales de 600 mm como mínimo, por lo que la región donde se encuentra nuestra planta tiene una ubicación adecuada, ya que el clima cumple con las condiciones para que el cultivo de la remolacha sea el correcto.

El azúcar está presente sobre todo en la raíz de la remolacha azucarera.

A continuación se explican las diferentes áreas en las que está dividida la fábrica para la obtención del azúcar.

Se muestra un esquema de las áreas por las que está compuesta la fábrica y las principales actividades que se realizan en las diferentes áreas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y PROCESO PRODUCTIVO



3.1 Área de recepción y tratamiento de la remolacha

3.1.1 Estacionamiento

La fábrica dispone de un área para la recepción de vehículos donde llega la remolacha.

3.1.2 Garita de acceso

Todos los vehículos deben identificarse antes de llegar al área de recepción.

3.1.3 Recepción

Las remolachas llegan a la fábrica descoronadas, es decir, cortadas las hojas. Primero se pesa la cantidad de producto que llega y posteriormente se toman unas pequeñas muestras que se analizan en el laboratorio para determinar el contenido de azúcar. Cada carga tiene que pasar el control de acceso.

3.1.4 Almacenamiento

Para el almacenamiento, la remolacha se descarga en tolvas, por medio de cintas transportadoras y después de realizar las operaciones de desterrado en seco y de la recuperación de rabitos, se envían al carro distribuidor que las deposita en los silos de almacenamiento. Para mejorar su conservación, después de almacenarlas en los silos, se le insufla aire ambiente que varía según la temperatura exterior y la cantidad de remolacha almacenada.

3.1.5 Transporte de los silos a la fábrica

El transporte se realiza mediante un sistema hidráulico a lo largo de un canal con cintas transportadoras, en el que existen equipos de separación de piedras y en su extremo se encuentra un equipo de bombeo que eleva el conjunto de agua y remolacha a otro canal aéreo en el que están instalados otros sistemas para la separación del resto de piedras, arena y hierbas.

3.1.6 Lavado

Posteriormente se realiza el lavado, que puede ser de dos formas diferentes:

- Mediante agua a presión, donde se lleva a cabo mediante tamices vibrantes a los que se les proyecta el agua a presión.
- Tambor giratorio, en el que entra el agua a contracorriente.

En ambos casos al agua de transporte y lavado se le somete a un proceso de desarenado y posteriormente de decantación para la eliminación de sólidos, para poder reutilizarla.

3.1.7 Cortado de la remolacha

Finalmente se realiza el cortado de la remolacha, en este proceso la remolacha lavada llega a las tolvas de alimentación, mediante unas cintas transportadoras, y posteriormente pasa a los cortarraíces para ser troceada en tiras (llamadas cosetas).

3.1.8 Cuarto de control de recepción

Se dispone un cuarto de control de recepción para poder controlar el correcto funcionamiento de las operaciones que se realizan en esta área.

3.2 Área industrial

3.2.1 Difusión

Primero se encuentra el proceso de difusión, que consiste en la extracción de la materia soluble contenida en las cosetas con agua caliente a contracorriente.

Se realiza en difusores continuos por cuyo interior avanza la coseta empujada por dos tornillos sinfín inclinados, circulando en contracorriente con el agua que al pasar por el difusor irá extrayendo la sacarosa de la remolacha obteniéndose el jugo bruto o jugo de difusión. Por el extremo opuesto del difusor se descarga la coseta ya agotada que se denomina pulpa.

3.2.2 Prensado, secado y granulado de la pulpa

a) Prensado

La pulpa extraída contiene una gran cantidad de agua que se reduce mediante éste proceso. El agua procedente del prensado se introduce de nuevo en la difusión para recuperar el azúcar y la temperatura que lleva, la pulpa resultante pasa al proceso de secado.

b) Secado

Se realiza con un horno de combustión de gas natural o fuel-oil y un tambor rotativo de secado (la pulpa se voltea y, en contacto con el aire caliente, pierde gran parte de su humedad).

c) Granulado

La pulpa seca es tratada en unas máquinas para la obtención de pellets, que se almacenan para su venta posterior.

3.2.3 Depuración del jugo

A continuación está la parte de la depuración del jugo bruto procedente de la difusión. Este jugo tiene las siguientes características:

- Contiene partículas en suspensión
- Es ácido, lo que provoca la descomposición de la sacarosa en su posterior procesamiento (inversión).
- Contiene gran cantidad de no azúcares disueltos
- Contiene sustancias coloidales extraídas de la remolacha

Las funciones principales de esta etapa consisten en:

- Separar las partículas en suspensión
- Para evitar la inversión hay que proporcionar al jugo un pH adecuado.
- Separar la mayor parte de los azúcares.
- Eliminar los coloides

Para lograr cumplir éstas funciones se realiza mediante la adición de lechada de cal y anhídrido carbónico a partir de las siguientes etapas de trabajo: preencalado, encalado, carbonatación, sulfitación y descalcificación, estas etapas se explican con más detalle a continuación.

a) Preencalado

Primero se realiza la obtención de cal y anhídrido carbónico mediante los siguientes elementos: horno, dosificación de piedra caliza, dosificación de carbón de cok, tambor rotativo de lechada de cal y lavadero de gas carbónico.

b) Encalado:

Adición de lechada de cal al jugo preencalado. Ésta actúa químicamente sobre los componentes no azucarados del jugo de la siguiente forma:

- Origina sales de cal insolubles con parte de los ácidos inorgánicos y orgánicos.
- Precipita las materias pépticas, las colorantes, gomas y parte de los albuminoides.
- Descompone el azúcar invertido.
- Y transforma las materias anidadas en los ácidos correspondientes.
- Esterilización de gran cantidad de bacterias y fermentos.
- Arrastre de finas partículas y fibras de los tejidos de la coseta y de los diferentes coloides coagulados en el preencalado.

c) 1ª Carbonatación

Consiste en la adición de gas anhídrido carbónico procedente del horno de cal. Se realiza para precipitar en forma de carbonato cálcico la cal en exceso del jugo encalado, continuar la precipitación de las sustancias colorantes y liberar la sacarosa que estuviera coordinada como sacarato cálcico.

d) Separación de precipitados

Se separa el carbonato cálcico junto con otras partículas del jugo carbonatados obteniéndose un jugo clarificado que continúa el proceso y

unos barros que se someten a un proceso de filtración, lavado y prensado con el objetivo de recuperar el jugo que llevan incorporado. Estos barros ya deshidratados se denominan espumas y se conducen para su evacuación.

e) 2ª Carbonatación

Se le vuelve a añadir gas carbónico procedente del horno de cal, gracias a esto se elimina la cal restante que precipita como carbonato cálcico, continuando con la eliminación de materias colorantes por absorción al precipitado.

La carbonatación se realiza en dos fases debido a que, si se hiciese en una sola, muchas de las sales precipitadas al principio de la carbonatación podrían redisolverse al continuar la acción del anhídrido carbónico.

f) Filtración

El jugo procedente de la 2ª carbonatación y el precipitado se separan mediante un nuevo proceso de filtrado. Los lodos obtenidos en los filtros se separan y se envían al preencalado.

g) Sulfitación y desendurecimiento

La sulfitación se realiza añadiendo gas sulfuro al jugo para disminuir la coloración y la viscosidad del jugo. El endurecimiento consiste en el intercambio de iones calcio y magnesio por iones sodio a través de resinas intercambiadoras, esto tiene como objetivo reducir las sales de calcio y magnesio que queden y puedan dar problemas en el proceso de evaporación.

3.2.4 Evaporación del jugo

El jugo procedente de la depuración está compuesto por una disolución azucarada con gran cantidad de agua y poco contenido de materia seca. Para aumentar el contenido de materia seca se evapora gran cantidad del agua que contiene el jugo. Este proceso se lleva a cabo por medio de un sistema multiefecto en varias cajas o evaporadores, gracias a este sistema se reduce el consumo de vapor reutilizando los vapores que se producen en cada efecto como fuente de calor para el siguiente. Esto conlleva la reducción de la presión progresivamente de los sucesivos efectos. Para evacuar los vapores en el último efecto se provoca el vacío en la última caja de evaporación, mediante condensación barométrica con agua fría que está en circuito cerrado tras enfriarse en las torres de refrigeración. El jugo resultante se llama jarabe. En este se disuelven azúcares de los bajos productos para la obtención de otro jarabe denominado jarabe estándar, que una vez filtrado es el que se utiliza para el proceso de cristalización.

3.2.5 Cristalización

El objetivo de esta fase final es cristalizar la sacarosa disuelta en el jarabe estándar y así obtener el azúcar sólido cristalizado, apto para su comercialización. Tiene las siguientes fases:

a) 1ª Cristalización

Se realiza en unos evaporadores llamados tachas mediante el proceso de cocción. Primero se introduce una cantidad de jarabe que se conoce como “pie de tacha”, se concentra hasta conseguir una solución sobresaturada controlada, cuando se llega a este punto se introduce una cantidad de cristales de azúcar denominados siembra, que se ha obtenido anteriormente mediante un proceso de cristalización en frío en el laboratorio. La tacha se sigue alimentando con jarabe a la vez que se va evaporando el agua, lo que provoca un aumento progresivo del tamaño de la siembra al ir cristalizando la sacarosa sobre la superficie de dichos cristales. Cuando finaliza el proceso la tacha tiene en su interior una masa formada por cristales, una solución de azúcar que no ha cristalizado y no azúcares. A esta masa se le llama masa cocida de 1ª y a la solución miel madre. Las tachas trabajan en vacío o a presión absoluta con el objetivo de rebajar el punto de ebullición de los productos que se procesan en ellas y de este modo evitar la descomposición térmica del azúcar.

b) Centrifugación del 1er producto

El objetivo de esta etapa es separar la masa de cristales de la solución que la envuelve (miel madre). Se realiza en dos etapas, en la primera queda retenida la sacarosa y en la segunda los cristales son sometidos a un proceso de beneficiado que consiste en el lavado de dichos cristales con agua y vapor a presión.

c) Secado y acondicionamiento del azúcar

El azúcar separado obtenido en la 1ª centrífuga se denomina azúcar blanquilla. Este se somete a un proceso de secado, enfriamiento y cribado para su acondicionamiento antes de almacenarlo en el silo de azúcar. El secado y enfriamiento se llevan a cabo mediante la acción sucesiva de aire caliente y frío. Después se transporta hasta los tamices segregadores para la separación de posibles partículas extrañas, aglomerados y terrones antes de almacenarlo.

d) 2ª Cristalización

La miel pobre se somete a un proceso de cristalización análogo al de la primera en las llamadas tachas de 2ª por medio de un proceso continuo o

discontinuo. El producto obtenido se conoce como masa cocida de 2ª y está formada por azúcar llamado azúcar de 2ª y una solución conocida como miel de 2ª.

e) Centrifugación del 2º Producto

En este proceso se centrifuga la masa de 2ª obteniéndose así azúcar de 2ª y la miel de 2ª. El azúcar de 2ª se disuelve en el jarabe de evaporación obteniéndose el jarabe estándar y que es el que alimenta las tachas de 1ª. La miel de 2ª se puede enviar directamente a la 3ª cristalización o bien someterse a un proceso de intercambio iónico por medio de resinas intercambiadoras para sustituir los iones sodio y potasio por iones magnesio que permiten un mayor agotamiento del azúcar en la 3ª cristalización, a este proceso se le llama Quentin.

f) 3ª Cristalización

Este proceso se realiza en tachas similares a las del 1º y 2º producto, alimentándolas inicialmente con miel pobre para hacer el pie de tacha y posteriormente con miel de 2ª hasta finalizar la cocción. En estas tachas se obtiene la masa cocida de 3ª, cuya cristalización prosigue en los malaxadores horizontales y verticales para conseguir mediante enfriamiento un mejor agotamiento de la masa.

g) Centrifugación del 3º producto

Se realiza de manera similar a las anteriores, obteniéndose un azúcar de 3ª y una solución de azúcar no cristalizable conocida como melaza. El azúcar de tercera se pone en contacto con miel de 2ª en la afinadora con el que se consiguen un tratamiento de lavado de cristales.

h) Obtención del magma de siembra

Se realiza en una primera etapa de cristalización y una segunda etapa de enfriamiento para obtener los cristales del tamaño requerido.

MEMORIA DESCRIPTIVA

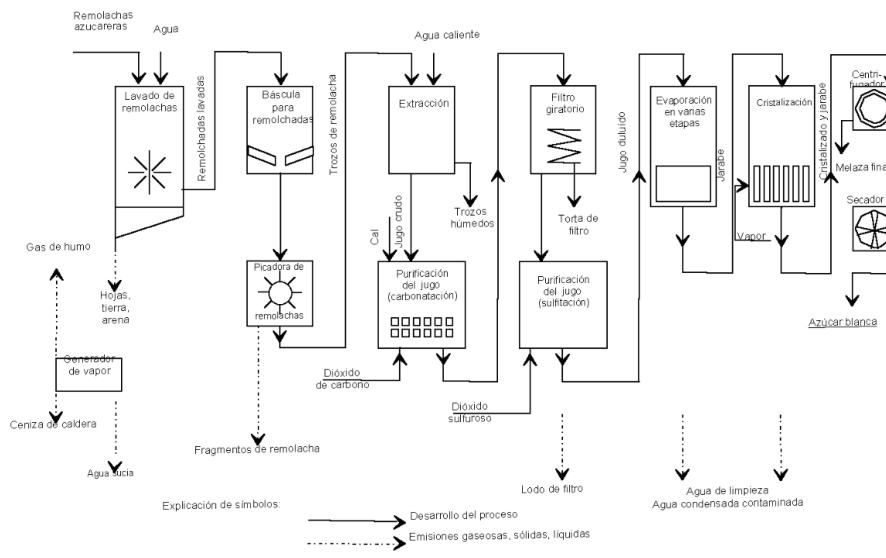


Figura 1:-Proceso productivo del azúcar de remolacha

3.3 Almacenamiento y envasado

3.3.1 Secado

A los cristales obtenidos en la segunda etapa se les somete a un proceso de secado.

3.3.2 Enfriado

Posteriormente se les somete a un proceso de enfriado para que estén a la temperatura adecuada para su posterior almacenamiento.

3.3.3 Almacenamiento

Los cristales obtenidos después del proceso de enfriado son molidos y posteriormente almacenados en los dos silos que dispone la fábrica, estos silos deben tener una humedad relativa del aire del 60% para su correcto almacenamiento.

3.3.4 Envasado

El azúcar se vende en polvo o en terrones, para obtener los terrones de azúcar se toman los cristales aún húmedos y se prensan en pequeños moldes.

a) Almacenamiento producto envasado

El azúcar de los silos se somete a un proceso de envasado para su posterior almacenamiento

b) Carga de producto envasado

Se carga el producto envasado para su comercialización.

3.4 Servicios auxiliares

3.4.1 Agua

a) Transporte y lavado de remolacha

Es un circuito cerrado, es decir el agua utilizada para el transporte y lavado de la remolacha se utiliza para separar menudos, se elimina la arena y se decanta para separar el fango que lleva. El agua decantada se reutiliza para la misma función y los fangos se envían a una balsa de decantación, donde los sobrenadantes se envían al sistema de depuración de aguas.

b) Condensación barométrica

Para este proceso se utiliza un circuito cerrado. El agua se utiliza para condensar los vapores producidos en las tachas y evaporación, que trabajan en vacío. El vapor condensa por contacto directo con el agua fría y el agua resultante es enfriada en unas torres de refrigeración con aire a contracorriente para su posterior reutilización en el proceso.

c) Refrigeración de maquinas

También es un circuito cerrado y tras su enfriamiento vuelve a su reutilización.

d) Usos varios

El agua utilizada en otros departamentos, una vez que cumplen su función, se reagrupa en aguas que no tienen contaminación (estas aguas son vertidas directamente) o bien en las que sí la tienen (estas otras son enviadas a la depuración de aguas).

e) Central de aguas de aporte y depuración de aguas residuales

Todas las aguas residuales de la fábrica contaminadas son depuradas antes de ser vertidas al río.

En la fábrica el proceso de depuración es un tratamiento de digestión anaerobia en el que se produce la degradación de la materia orgánica contaminante por medio de organismos que actúan en ausencia de oxígeno. En este proceso se produce biogás que se puede reutilizar como fuente de energía térmica en las calderas de generación de vapor o en los secadores de pulpa.

El agua procedente de la depuradora, en función de los límites contaminantes admisibles puede ser vertida al río previa decantación.

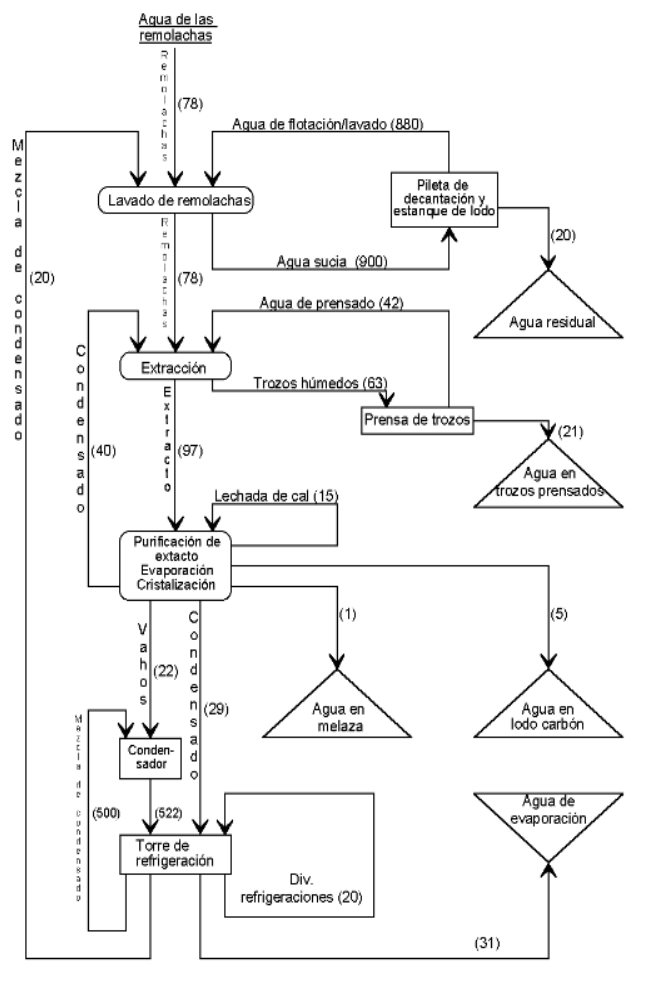


Figura 2: Gestión del agua en la fábrica.

3.4.2 Vapor y electricidad

a) Central termoeléctrica

Para la realización de una planta de azúcar a partir de remolacha es necesario un gran consumo de energía térmica en forma de vapor y de energía eléctrica. Por ello para poder abastecerse de ambas necesidades se dispone de una central termoeléctrica en la que, a partir de un combustible (gas natural o fuel-oil) se genera vapor de agua a unas determinadas condiciones de presión y temperatura.

Gran parte de este vapor se utiliza en unos turbo-generadores que trabajan a contrapresión para la producción de la energía eléctrica y el vapor de escape se utiliza como energía térmica para la fábrica.

Como es necesario mayor cantidad de vapor que la proporcionada por el vapor de escape de los turbo-generadores, este se complementa con vapor aportado directamente desde las calderas, adecuándolo a las características del vapor de escape.

3.4.3 Aire comprimido

Se dispone de diferentes equipos de compresión de aire para las diferentes necesidades que se requieren en el proceso de fabricación, así como para los equipos de regulación y mando, necesarios para el correcto funcionamiento de todo el proceso productivo.

4. REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES

El Proyecto está obligado a cumplir los límites impuestos por las siguientes normas establecidas:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002 y actualizaciones 2010-2014-2015.
- 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, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio. Diciembre 2016
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía. Marzo 2016
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización. Diciembre 2016
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido. Diciembre 2016
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio y actualización 2013)
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre y actualización 2015)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte. Julio 2009
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

5. AUTOGENERACIÓN

Como se ha comentado en el apartado anterior en el proceso de fabricación del azúcar se requiere gran cantidad de energía térmica y eléctrica, para producir el calor necesario que requiere el proceso de fabricación y para generar energía eléctrica suficiente para el autoconsumo y exportar el excedente a la red, por ello, la fábrica dispone de una planta de cogeneración.

6. ACOMETIDA

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la Caja General de Protección o unidad funcional equivalente en este caso. La acometida será subterránea y se realizará de acuerdo a lo indicado en la ITC-BT-07.

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

La acometida se realiza en media tensión y alimentará al anillo formado por los cuatro centros de transformación de abonado.

7. INSTALACIÓN DE ENLACE

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

8. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

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

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

- Primera letra: identificará el tipo de alimentación con respecto a tierra. Puede ser:
 - T: Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
 - I: Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a tierra a través de una impedancia.
- Segunda letra: se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra:
 - T: Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
 - N: Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

En la planta se instalarán como esquema de distribución el esquema TT para toda la instalación.

9. INSTALACIONES INTERIORES

9.1 Conductores

Los cables y conductores elegidos en el diseño serán de cobre o aluminio y serán aislados en PVC o en XLPE. Cuando se alimenta la instalación desde un centro de transformación de media tensión en propiedad, la caída de tensión máxima admisible cumpliendo con el Apdo. 2.2.2 de la ITC-BT-19 del Reglamento electrotécnico es:

- 4,5% para alumbrado
- 6,5% para otros usos

Considerando que la instalación de baja tensión empieza en el secundario de los transformadores desde los que se alimenta.

Las intensidades máximas admisibles, se guían por lo indicado en la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 y su anexo Nacional.

Las secciones de los conductores de protección vienen dados por la tabla 3:

SECCIÓN CONDUCTORES DE FASE(mm ²)	SECCIÓN CONDUCTORES PROTECCIÓN(mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 1: Secciones de los conductores de protección

9.2 Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación serán 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 fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

En la tabla 2 se especifica el color que se debe de utilizar para cada tipo de conductor.

CONDUCTOR	COLOR		
Neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	Azul		
Protección	Verde-Amarillo		
Fase	Marrón	Negro	Gris

Tabla 2: Identificación de conductores de fase y protección

9.3 Equilibrado de cargas

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

9.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

La instalación tendrá una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla 3:

TENSIÓN NOMINAL INSTALACIÓN AISLAMIENTO(MΩ)	TENSIÓN ENSAYO CORRIENTE CONTINUA (V)	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MΩ)
Inferior o igual a 500 V	500	≥ 0,50
Superior a 500 V	1000	≥1,0

Tabla 3: Valores de la resistencia de aislamiento.

Para conocer la rigidez dieléctrica se podrá hacer una prueba de resistencia. Se realiza de la siguiente forma: con todos los receptores desconectados se somete durante 1 minuto a una tensión de $2U+1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con mínimo de 1500.

Las corrientes de fuga de todos los circuitos de los que se compone la instalación no serán superiores a la sensibilidad de los interruptores diferenciales instalados contra contactos indirectos.

9.5 Conexiones

No 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, el uso de bridas de conexión, las cuales deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o derivación.

9.6 Sistema de la instalación

9.6.1 Prescripciones generales

La selección del tipo de canalización se ha realizado considerando el más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE-HD 60364-5-52:2014. En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas

con otras no eléctricas, se dispondrán de tal 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 estarán dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Así mismo, se establecerán de forma que mediante la identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones o transformaciones. Como se ha comentado anteriormente los cables deben ser cada uno del color adecuado para que sean fácilmente identificables. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indeleble y legible.

9.6.2 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.

En el apartado de cálculos justificativos, se ha especificado los requerimientos de cada circuito.

En el presente proyecto se utilizaran este tipo de conductores para las líneas de alumbrado u otros usos en la que la potencia que tienen que soportar no sea muy alta.

9.6.3 Conductores aislados instalados al aire.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 450/750 kV.

Son cables multiconductores separados de la pared a una distancia no inferior a $0.3 D$ o cables unipolares en contacto mutuo separados de la pared a una distancia no inferior a $0.3 D$. Donde D es el diámetro del conductor.

En el presente proyecto todas las agrupaciones que comprenden el proceso productivo, las líneas motor y las líneas en las que tengan que soportar una carga alta irán con este tipo de conductores.

9.6.4 Conductores separados en bandeja perforada

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE-HD 60364-5-52:2014

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 nuestro caso se utilizarán para las líneas de descarga directa de los transformadores.

Éstos cables seguirán la regulación CPR (Construction Products Regulation - Regulación de los productos para construcción), ya que serán resistentes al fuego.

Es una nueva legislación europea para definir las propiedades contra el fuego de todos los elementos de construcción, para ello se definen las Euro Clases, es una clasificación por letras mayúsculas y minúsculas.

En nuestro caso cuando utilizamos el cable tipo RZ1-K tendrá una clase de resistencia contra al fuego de Eca (no propagador de la llama), en el caso en el que utilizamos el cable tipo RZ1-K (AS) tendrá una clase de resistencia de Cca-s1b,d1,a1 (reacción y contribución reducida al fuego)

10. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todos los circuitos de la instalación estarán protegidos contra sobrecargas en cualquier punto de su recorrido, abriendo el circuito en un tiempo óptimo. Las sobrecargas pueden ocurrir por las siguientes causas:

- Sobrecargas provocadas por aparatos o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

La protección contra sobrecargas empieza con el límite que marca el propio conductor contra sobrecargas, con su máxima corriente admisible. En nuestra planta, habrá siempre al principio de todas las salidas, un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, que garantizará la

protección en todo el circuito. A nivel de equipos se utilizará contra sobrecargas el relé térmico en combinación con el interruptor automático.

Los dispositivos instalados para la protección contra cortocircuitos serán interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar al principio de cada salida, la capacidad de corte será la adecuada para la intensidad de cortocircuito que se presente en el punto de la conexión. Cuando se presentan varios circuitos que proceden de otro principal, éstos tendrán su propia protección contra sobrecargas además de la general que será común para todos los circuitos.

Para entender el funcionamiento de los interruptores automáticos hay que observar su curva de disparo, ésta se divide en dos tramos, uno para el disparo por sobrecarga y el otro para el disparo por cortocircuito.

El disparo por sobrecarga corresponde a la característica térmica de tiempo inverso o de tiempo dependiente. Mientras que el disparo por cortocircuito será instantáneo, sin retardo, y estará caracterizado según su corriente de disparo denominada por I_m a esta corriente también se la conoce como característica magnética o de tiempo independiente.

Los interruptores automáticos tienen varias curvas de disparo magnético (B, C, D), que nos permiten elegir en función de la corriente asignada (I_n), estos valores están normalizados de la siguiente forma:

- Curva B: $I_m=(3-5)I_n$
- Curva C: $I_m=(5-10)I_n$
- Curva D: $I_m=(10-20)I_n$

La curva B se usa cuando se conoce que en las instalaciones no se van a producir transitorios. La curva D tendrá su utilidad cuando existan transitorios importantes como puede ser en nuestro caso para los receptores a motor. La curva C se utilizará para casos intermedios.

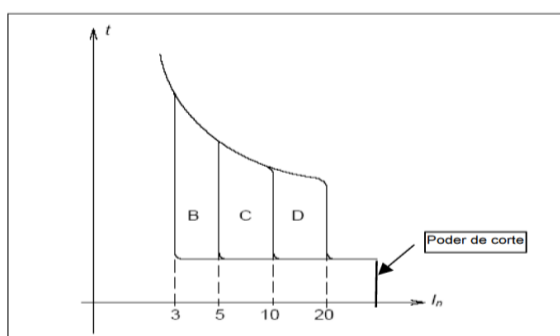


Figura 3: Curvas de disparo magnético por sobrecarga en IA

11. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Se trata de proteger las instalaciones eléctricas interiores contra sobretensiones que pueden llegar transmitidas por las redes de distribución, originadas casi en su totalidad por descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Para hacer una adecuada protección en las instalaciones y equipos, estos se clasifican por categorías con el fin de diferenciar los diversos grados de tensión soportada por los equipos a la onda de choque de sobretensión, además de establecer el límite máximo de tensión residual permitida por las protecciones de cada parte de la instalación o sus equipos. Con esta clasificación se pretende disminuir las sobretensiones de entrada a valores inferiores a los que indica cada categoría. Para ello se lleva a cabo una estrategia de protección en cascada que integra tres niveles de protección: basta, media y fina, de esta forma se consiguen valores de tensión residual no peligrosos para los equipos y una capacidad de derivación de energía que ayudará a alargar la vida útil de los dispositivos de protección.

A continuación se explican brevemente las características de las categorías, ya que en la planta hay equipos de todas ellas:

Categoría I:

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están conectados a la instalación de suministro constantemente. En este caso las medidas se toman fuera de los equipos a proteger. En la instalación industrial que nos ocupa, a nivel de equipos habrá sensores, actuadores, ordenadores y equipos electrónicos que formen parte de esta categoría.

Categoría II:

Aquí estarán los equipos conectados a una instalación eléctrica fija.

Categoría III:

Estará constituido por equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a equipos de los que se requiere gran fiabilidad, como los armarios de distribución, embarrados, aparatos, canalizaciones y motores con conexión eléctrica fija.

Categoría IV:

Aquí estarán los equipos, que se conectan muy próximos al origen de la instalación, como contadores o los equipos principales de protección contra sobreintensidades, un ejemplo serían los contadores de energía, aparatos de teledistribución, etc.

11.1 Medidas para el control de las sobretensiones

Frente a descargas lejanas de rayo, defectos o conmutaciones en la red o diversos efectos capacitivos o inductivos, se pueden presentar dos situaciones:

- Situación natural: la protección contra sobretensiones transitorias no es necesaria ya que se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad o una línea aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus dos extremos).
- Situación controlada: Se instalaran dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico en las que su nivel de protección es inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se instalarán. En nuestra planta al ser una red TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro.

11.2 Selección de los materiales en la instalación

Los equipos y materiales se escogerán de manera que la tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada indicada en la tabla 4.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla 4, se pueden utilizar cumpliendo las siguientes condiciones:

- Situación natural: cuando el riesgo sea aceptable.
- Situación controlada: si la protección contra sobretensiones es adecuada.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA POR IMPULSOS 1,2/50 (KV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690/1000	-	8	6	4	2,5

Tabla 4: Tensiones soportadas por impulsos según la tensión nominal

12. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Para el diseño de la instalación de suministro de energía eléctrica de la planta se han tomado las medidas necesarias para asegurar la protección de los empleados contra contactos directos e indirectos. A continuación se explican los tipos de protecciones como se indica en la ITC-BT-24.

12.1 Protección contra contactos directos

Este tipo de protecciones están destinadas para evitar que las personas entren en contacto con las partes activas de los materiales eléctricos de la instalación.

Las protecciones contra contactos directos según la Norma UNE-HD 60364-4-41:2010, serán:

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

12.1.1 Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas estarán recubiertas por un aislamiento que para poder eliminarlo se tendrá que destruir.

12.1.2 Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas estarán colocadas en el interior de envolventes o detrás de barreras que cumplan el grado de protección IP XXB según la Norma UNE 20324. Si es necesario realizar aberturas mayores para el buen funcionamiento de los equipos se han adoptado medidas adicionales para que los empleados estén advertidos de que no se puede mantener contacto con las partes activas.

Las superficies o envolventes fácilmente accesibles tendrán un grado de protección mínimo de IP 4X o IP XXD según la Norma UNE 20324.

Todas las barreras y envolventes estarán instaladas de forma fiable para asegurar la zona en condiciones normales ante posibles efectos externos.

Cuando sea necesario abrir las barreras y acceder a las envolventes, se tomarán las siguientes medidas:

- Abrir la barrera mediante una llave o una herramienta específica
- Antes de suprimir la barrera de la parte activa que se quiera acceder, dejar sin tensión la parte activa protegidas por una barrera o envoltente hasta haber colocado la barrera correctamente o cerrar la envoltente. En el caso de que la parte activa este protegida por una segunda barrera con un grado de protección mínimo IP 2X o IPXX, que únicamente se pueda abrir con una llave o una herramienta específica.

12.1.3 Protección por medio de obstáculos

Para este tipo de protección se han utilizado elementos para evitar contactos físicos involuntarios con partes activas.

Estas protecciones garantizarán la protección frente a contactos físicos no intencionados a partes activas o contactos con partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el funcionamiento.

Se utilizarán en las zonas donde solo puede acceder personal autorizado.

12.1.4 Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Al igual que en el caso anterior, este tipo de protección sirve para evitar contactos involuntarios de las personas con partes activas. En este caso, se ha establecido una distancia de seguridad entre las partes activas y las posibles personas que pudieran establecer contacto con ellas.

Se establece un volumen de accesibilidad de las personas en los lugares donde pueden permanecer o circular personas, cuyos límites se encuentran lo suficientemente alejados para que las personas no puedan alcanzarlos con la mano sin medios auxiliares. Suele limitarse como se muestra en la figura 4, con una altura de 2.5 m.

En la figura 5 se muestra de forma gráfica como sería la protección por puesta fuera de alcance y por obstáculos.

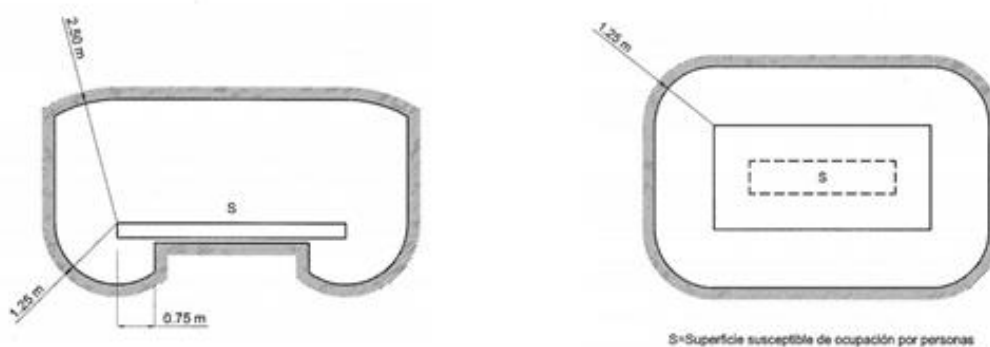


Figura 4: Detalle para la protección por fuera de alcance.

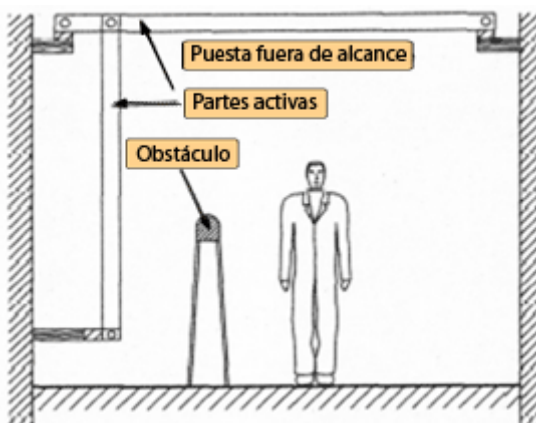


Figura 5: Protección fuera de alcance y obstáculo

12.1.5 Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

Es una medida de protección complementaria a las protecciones por aislamiento de partes activas y a las protecciones por puesta fuera de alcance por alejamiento, se usarán interruptores diferenciales con corrientes de funcionamiento inferiores a 30 mA. Actuará en caso de que fallen las otras medidas de protección a contactos directos.

En instalaciones con corrientes diferenciales que puedan no ser senoidales, se emplearán dispositivos de corriente diferencial-residual de clase A, preparados para corrientes alternas senoidales y continuas pulsantes.

12.2 Protección contra contactos indirectos

Este tipo de protecciones se utilizan para proteger a las personas de los posibles contactos que puedan tener con elementos metálicos que en condiciones normales no deberían estar sometidos a tensión

Se protegerán de los posibles contactos por corte automático de la alimentación, existiendo una coherencia entre los dispositivos de protección y la instalación de tierra. Para ello se deben cumplir dos condiciones:

- Cumpliendo con las especificaciones de toma tierra dadas en las ITC-BT-18 e ITC-BT-19 se debe crear el adecuado bucle de defecto correspondiente a nuestro esquema de conexión.
- En función del esquema de conexión a tierra instalar el dispositivo de protección que mejor cumpla con los tiempos indicados en los apartados 4.1.1 a 4.1.3 de la ITC-BT-24.

Las tensiones límite en valor eficaz, serán 50 V en condiciones normales y 24 V en ambientes húmedos o alumbrados exteriores.

En el diseño de la instalación se ha considerado que la protección contra contactos indirectos utilizará los esquemas TT para todas las partes de la instalación.

En el esquema de protección TT todas las masas están protegidas por un mismo dispositivo de protección, deben de ser interconectadas y unidas a la misma toma tierra. Puede darse el caso en que varios dispositivos de protección estén montados en serie, entonces se conectará cada masa de cada dispositivo por separado a la toma tierra común de la instalación.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A \times I_a \leq U$$

Donde:

R_A es la suma de las resistencias de la toma 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.

En el diseño de la instalación se usarán dispositivos de corriente diferencial residual y se instalarán de forma selectiva cuando estén conectados en serie, respetando el tiempo máximo de 1 segundo marcado por el reglamento.

Para los diferenciales de tipo general, las normas marcan los siguientes tiempos de funcionamiento:

	$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$
Tiempo máximo de corte (s)	0.3	0.15	0.04

Tabla 5: Máximos tiempos de disparos para dispositivos diferenciales

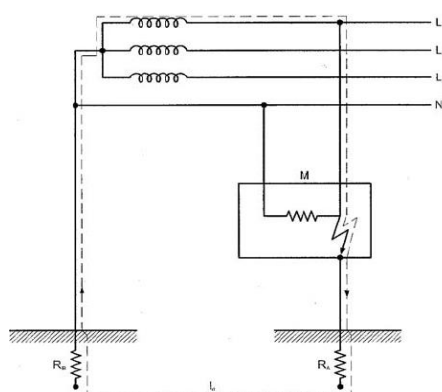


Figura 6: Bucle de defecto del esquema de conexión TT

13. PUESTAS A TIERRA

La puesta a tierra se puede definir como la unión eléctrica directa de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. La instalación de tierra la componen dos partes, la puesta a tierra de servicio relacionada con los circuitos eléctricos y la puesta a tierra de protección para elementos metálicos que no pertenecen al circuito.

Tiene los siguientes objetivos:

- Limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas
- Asegurar la actuación de las protecciones
- Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados
- Mantener el punto que se une a tierra a un potencial nulo
- Establecer un camino de baja impedancia para la corriente de defecto
- Ser camino de evacuación para las descargas atmosféricas

Con la instalación de puesta a tierra se debe conseguir que no aparezcan diferencias de potencial peligrosas, pero a su vez puedan derivarse correctamente las corrientes de defecto.

13.1 Uniones a Tierra

Los materiales elegidos para la instalación deben cumplir una serie de requisitos y condiciones en su instalación:

- La resistencia de puesta a tierra debe cumplir las especificaciones de la ITC-BT-24 asegurando los requisitos establecidos para cada caso particular en las correspondientes Instrucciones Técnicas.
- Los materiales conductores elegidos permitirán la correcta circulación de las corrientes de defecto a tierra, y las corrientes de fuga sin peligro, desde el punto de vista de las solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- No podrá haber incidencias por un mal cálculo en las solicitaciones mecánicas que exigen las condiciones del terreno o factores externos.
- Deben ser resistentes a la intemperie cuando sea necesario y conservarse sin corrosión, evitando efectos de electrólisis.

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

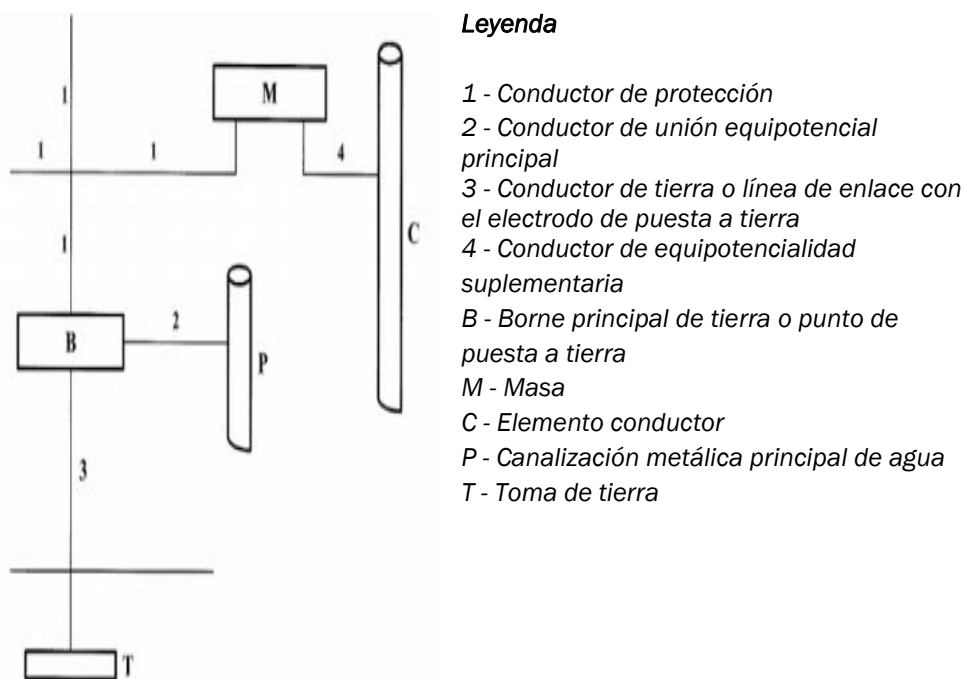


Figura 7: Esquema de los componentes de PaT

Los electrodos utilizados están formados por los siguientes elementos:

- 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.

Cuando se use conductores de cobre estos deberán ser de clase 2 de la norma UNE-EN 60228:2005

El tipo y la profundidad del enterramiento de las tomas deben ser tales que no debe aumentar la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto a pesar de que pueda haber pérdida de humedad en el suelo, presencia de hielo u otros efectos climáticos. La profundidad nunca será inferior a 0.5m y si se trata de zonas con heladas continuas puede aumentar a 0.8m.

Por razones de seguridad, las canalizaciones metálicas no deben ser utilizadas como tomas tierra.

En cuanto a los materiales elegidos en el diseño de la puesta a tierra se procurará que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión para que no se comprometan las especificaciones de la instalación.

13.1.1 Conductores de tierra

La sección de los conductores a tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de la ITC-BT-18 y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la tabla 9, la sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

13.1.2 Bornes de puesta a tierra:

Para toda instalación de puesta a tierra, se prevé un borne principal de tierra, al que se unirán:

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

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

Cuando se realicen ensayos con el puente se recomienda desconectar el suministro eléctrico para evitar no quedar sin protección a contactos indirectos.

Resaltar que la sección del puente seccionador de tierra debe ser la misma que la del conductor de tierra o sección equivalente si se utilizan otros materiales.

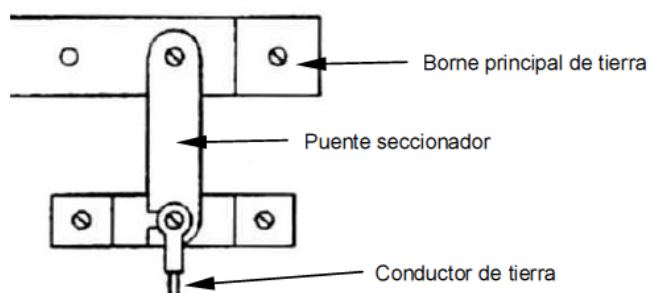


Figura 8: *Detalle del puente de tierra*

13.1.3 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

La sección de los conductores de protección debe respetar lo indicado en la tabla 3 del apartado 9.1 explicado anteriormente o se obtendrá por cálculo, conforme a lo indicado en la Norma UNE-HD 60364-5-54:2015.

Cuando al aplicar la tabla no encontramos valores normalizados, se usarán los conductores de protección con la sección normalizada superior más próxima.

Para la protección de varios circuitos mediante un mismo conductor este se dimensionará en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Suelen usarse como conductores de protección:

- Conductores en cables multiconductores
- Conductores aislados o desnudos con envolvente común a los conductores activos
- Conductores separados desnudos o aislados

Los conductores de protección deben estar protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones serán siempre accesibles para la verificación y ensayos.

No se pueden conectar aparatos en el conductor de protección, excepcionalmente para ensayos, se podrán usar conexiones desmontables mediante los útiles adecuados.

13.2 Conductores de equipotencialidad

El conductor de equipotencialidad tendrá una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, el mínimo será 6 mm², si es de cobre su sección puede reducirse a 2.5 mm².

En el caso en que el conductor de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

Se puede asegurar este conductor aislándolo en bandejas no desmontables, por conductores suplementarios o por combinación de los dos.

13.3 Resistencia de las tomas a tierra

Los electrodos de toma tierra se diseñan para que su resistencia de tierra no supere los valores especificados de:

- 24V en ambientes conductores
- 50V en el resto de casos.

Las condiciones de los electrodos pueden verse afectadas por cambios en la resistividad del terreno. La resistividad aumenta debido a bajas temperaturas o sequedad de algunas zonas. Se verá afectada también si el terreno tiene estratos con corrientes subterráneas cercanas. Por estas razones el diseño de los electrodos debe ser muy fiable.

13.4 Tomas a tierra independientes

Dos toma tierra se consideran independientes cuando, en una no aparezca una tensión superior a 50V, respecto de un punto con potencial cero, mientras por la otra pasa su máxima corriente de defecto prevista.

En nuestra planta los centros de transformación tendrán tomas de tierra independientes a la de la planta de producción.

13.5 Separación entre las tomas a tierra de la instalación y los CT

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

- No existirá una canalización metálica conductora que una la zona de las tierras del centro de transformación con las zonas donde estén los consumos.
- Debe haber al menos 15 metros de distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y la toma de tierra u otros elementos conductores enterrados en la planta industrial. Para terrenos con resistividad menores de $100 \Omega \cdot m$ aplicaremos la siguiente fórmula para el cálculo de distancias:

$$D = \frac{\rho \cdot I_d}{2\pi U}$$

Donde:

D: distancia entre electrodos en metros

ρ : resistividad térmica del terreno en $\Omega \cdot m$

I_d: intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica.

U: 1200V para la parte del sistema de distribución TT porque el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión es inferior a 5 segundos y 250V, en caso contrario.

Los centros de transformación estarán en un recinto aislados de la planta industrial.

13.6 Revisión de las tomas a tierra

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

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

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

14. RECEPCIONES DE ALUMBRADO

Las luminarias seguirán las especificaciones establecidas en las normas de la serie UNE-EN 60598-1:2015.

La tensión asignada de los cables utilizados será la de los cables de alimentación.

Los cables deben diseñarse teniendo en cuenta la temperatura de servicio a la que pueden ser expuestos.

Se asegurarán las luminarias con partes activas de clases inferiores a la II con elementos de puesta a tierra, mediante la conexión al conductor de protección del circuito. En la clase II habrá luminarias con aislamiento doble y/o aislamiento reforzado en su totalidad y sin provisión para descarga a tierra, por lo que ya llevarán la puesta a tierra incluida. En el ambiente industrial que nos ocupa la mayoría de las luminarias serán de clase II.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para llevar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Se sobredimensionará, para la carga mínima en voltamperios, con un coeficiente de 1,8 la potencia en vatios de las lámparas de descarga en receptores.

Para las partes monofásicas de la instalación el conductor neutro y el de fase tendrán la misma sección. El coeficiente puede ser diferente en el cálculo de la sección si el factor de potencia de cada receptor es igual o mayor a 0.9, y se conozca la carga de cada receptor asociado a las lámparas y sus corrientes de arranque. En este caso el coeficiente será el que resulte.

Para los receptores con lámparas de descarga, el factor de potencia debe ser compensado hasta un valor por lo menos igual a 0.9. No se podrá compensar el conjunto con carga variable a no ser que se haga con un sistema específico de compensación autónoma con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

15. RECEPTORES A MOTOR

La instalación de los motores y las especificaciones aplicables a los locales o emplazamientos donde se instalen cumplirán con las prescripciones de la norma UNE-HD 60364-5-54:2015.

Los motores se situarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda causar accidente y no estarán en contacto con materiales fácilmente inflamables.

En nuestra planta habrá conductores de conexión que alimentan a varios motores, por ello estarán dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, mas la intensidad a plena carga de todos los demás.

Todos los motores de la instalación se protegerán frente a cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases. En motores trifásicos, se protegerá también frente a la falta de tensión en una de sus fases.

Cuando los motores se arranquen en estrella-triángulo, deben asegurarse la protección en las dos conexiones, es decir, en la conexión en estrella y en la de triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, si el arranque del motor es espontáneo, ya que puede provocar accidentes o perjudicar el motor, esto se especifica más detalladamente en la norma UNE 20460-4-45.

Este dispositivo puede proteger a más de un motor si se cumplen una de las siguientes condiciones:

- Los motores a proteger van a instalarse en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10kW.
- Los motores a proteger van a instalarse en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque después de una falta de tensión.

Los motores deben tener limitada la intensidad de arranque, ya que pueden ocasionar huecos de tensión y otros efectos indeseables para la instalación.

Cuando los motores sean de potencia superior a 0.75 kW deben estar preparados con reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes, que permitan la conexión progresiva hasta la plena carga.

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
POTENCIA NOMINAL DEL MOTOR	CONSTANTE MÁXIMA DE PROPORCIONALIDAD ENTRE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE Y LA PLENA CARGA
De 0,75 kW a 1,5 kW	4,5
De 1,5 kW a 5,0 Kw	3,0
De 5,0 kW a 15,0 kW	2,0
De más de 15 Kw	1,5

Tabla 6: Constantes de proporcionalidad

Los reóstatos de arranque y regulación de velocidad y las resistencias adicionales de los motores, deben estar separadas de los muros al menos 5 cm.

Además, los reóstatos y resistencias deben poder separarse de la instalación mediante dispositivos de corte omnipolar, se podrán usar los propios interruptores del receptor.

16. BATERÍA DE CONDENSADORES

Las baterías de condensadores de nuestra instalación estarán conectadas al embarrado principal de cada centro de transformación, en el caso de los centros de transformación CT2 y CT3 habrá una batería de condensadores en cada embarrado. Al estar las baterías conectadas en cabecera, asegurarán la compensación del conjunto de las cargas alimentadas por la barra en cuestión, descargan el centro de transformación, suprimirán las penalizaciones por parte de la compañía suministradora del consumo excesivo de energía reactiva y se adaptarán en cada instante con la capacidad adecuada.

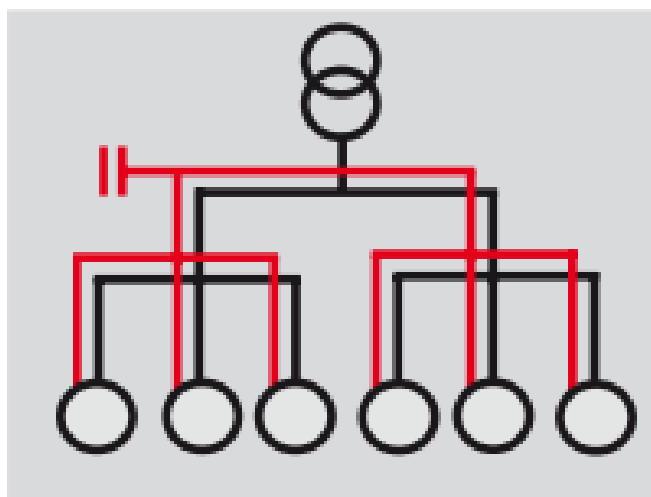


Figura 9: Esquema general de conexión de batería de condensadores

En nuestro caso utilizaremos baterías automáticas que estarán compuestas por tres elementos principales.

- Regulador: Se encarga de medir el $\cos \varphi$ de la instalación y dar órdenes a los contactores para aproximarse al $\cos \varphi$ objetivo, conectando los distintos escalones de potencia. Se pueden diferenciar dos tipos de escalones :
 - o Escalón físico: Indica el número de los conjunto condensador-contactador por los que está formada la batería.
 - o Escalón eléctrico: Indica el número de secuencias que debe seguir el regulador para dar la señal a los diferentes escalones físicos o salidas. El número de escalones eléctricos depende de la gama de regulación que tenga la batería de condensadores.
- Contactores: Dispositivos encargados de conectar los condensadores que forman la batería de condensadores.
- Condensadores: Elementos que aportan la energía reactiva a la instalación. En nuestro caso la conexión interna de los condensadores será en triángulo.

Según la potencia reactiva de cada embarrado se escogerán las baterías de condensadores que se adapten mejor a las necesidades.

En la siguiente tabla se muestran los valores potencia reactiva (de cálculo y estándar), la capacidad de los condensadores, la potencia de cada escalón, la gama de regulación y el número de escalones físicos y ficticios para cada una de ellas.

CENTRO	Nº TRAFO	POTENCIA (KVar)		REGULACIÓN	GAMA DE REGULACIÓN	NUMERO DE ESCALONES	
		CÁLCULO	ESTANDAR			FÍSICO	FÍCTICIO
CT1	1.1	622.37	650.00	50+6x100	1.2.2	7	13
CT2	2.1	645.84	650.00	50+6x100	1.2.2	7	13
	2.2 2.3	1095.79	1100.00	50+50+10x100	1.1.2	12	20
	2.4	785.18	800.00	50+50+7x100	1.2.2	7	16
CT3	3.1 3.2	845.82	850.00	50+8x100	1.2.2	8	17
	3.3	582.91	600.00	50+50+5x100	1.1.2	7	12
	3.4 3.5	1084.69	1100.00	50+50+10x100	1.1.2	12	20
CT4	4.1	256.63	262.50	7.5+15+8x30	1.2.4	10	35

Tabla 7: Datos de las baterías de condensadores

Con la instalación de las baterías de condensadores se asegura que la variación del factor de potencia no sea mayor de un $\pm 10\%$ del valor medio obtenido durante un prolongado período de funcionamiento.

Cuando la batería se desconecte de la instalación por medio de elementos de maniobra, quedará descargada a tierra por medio de unas resistencias.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE

1.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	61
1.1	Cálculo de corriente y caída de tensión de cada tramo	61
1.2	Comprobaciones térmicas.....	63
1.3	Dispositivos de protección.....	65
1.4	Compensación de la energía reactiva	66
1.5	Cálculo de cortocircuitos	67
1.6	Cálculos del embarrado.....	68
1.7	Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.....	69
2.	CÁLCULOS CT1.....	70
2.1	Demanda de potencias para el CT1	70
2.2	Cálculo de puesta a tierra CT1.....	75
3.	CÁLCULOS CT2.....	76
3.1	Demanda de potencias CT2.1.....	76
3.2	Cálculo de puesta a tierra CT2.1	81
3.3	Demanda de potencias CT2.2-3	82
3.4	Cálculo de puesta a tierra CT2.2-3	92
3.5	Demanda de potencias CT2.4.....	93
3.6	Cálculo de puesta a tierra CT2.4	101
4.	CÁLCULOS CT3.....	102
4.1	Demanda de potencia CT3.1-2	102
4.1	Cálculo de puesta a tierra CT3.1-2	110
4.2	Demanda de potencia CT3.3	111
4.3	Cálculo de puesta a tierra CT3.3	119
4.1	Demanda de potencia CT3.4-5	120
4.2	Cálculo de puesta a tierra CT3.4-5	128
5.	CÁLCULOS CT4.....	129
5.1	Demanda de potencia CT4.1	129
5.2	Cálculo de puesta a tierra CT4.1	139

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Para la realización de la instalación de suministro de energía eléctrica de nuestra planta se han realizado una serie de cálculos basados en las diferentes demandas de potencias y en las características de nuestra instalación. En los siguientes apartados se explica primero de forma teórica los métodos utilizados para la realización de estos cálculos y finalmente los resultados obtenidos en cada centro de transformación.

1.1 Cálculo de corriente y caída de tensión de cada tramo

El método para determinar la sección reglamentaria de un cable, según la GUÍA-BT-ANEXO 2, consiste en calcular la sección mínima normalizada que debe cumplir las 3 condiciones siguientes:

- a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente no deberá superar la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en la norma particulares de los cables pero suele ser:
 - 70°C cables con aislamiento termoplásticos
 - 90°C cables con aislamiento termoestables
- b) Criterio de la caída de tensión.
La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación.
- c) Criterio de la intensidad de cortocircuito.
La temperatura que debe alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables pero suele ser:
 - 160°C cables con aislamiento termoplásticos
 - 250°C cables con aislamiento termoestables

Con los datos de las potencias, tensiones y factores de potencia de cada carga calculamos la corriente de cada tramo.

Las fórmulas utilizadas en este caso son las siguientes:

- Con corriente trifásica

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

- Con corriente monofásica

$$I = \frac{P_c}{U \cos\phi \eta}$$

Donde:

P_c : Potencia de cálculo en vatios

U : Tensión de servicio en voltios

$\cos\phi$: Factor de potencia

η : Rendimiento, solo lo tendremos en cuenta para líneas a motor

Para obtener las caídas de tensión (ΔU) de cada tramo utilizaremos las siguientes fórmulas:

- En el caso trifásico

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \sen \phi}{1000 U n \eta \cos \phi}$$

- En el caso monofásico

$$\Delta U = \frac{2 L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{2 L P_c X_u \sen \phi}{1000 U n \eta \cos \phi}$$

Dónde:

L : Longitud de cálculo en metros

σ : Conductividad eléctrica

n : Número de conductores por fase

S : Sección del conductor en mm^2

X_u : Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$

Conociendo la corriente podemos elegir la sección del conductor que sea capaz de soportar la intensidad prevista en servicio prevista. Para ello utilizamos los valores de la tabla 1 de la ITC-BT-19.

También hay que tener en cuenta la ITC-BT-44 para los consumos de alumbrado corrigiendo los factores de potencia y la ITC-BT-47 para los consumos con motores mayorando la corriente como se indica.

Una vez conocidas y corregidas las corrientes por cada conductor, podemos calcular las caídas de tensión de cada tramo, el criterio que debemos seguir es no superar los límites marcados por la ITC-BT-19 donde:

- 4.5% para alumbrado
- 6.5% para los demás usos

En el caso de que se superen estos límites se debe elegir otro conductor con una sección mayor.

1.2 Comprobaciones térmicas

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

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

La norma UNE 20003 (Cobre-tipo recocido e industrial para aplicaciones eléctricas) recoge los siguientes valores:

- En el punto 4.11 de dicha norma: Resistividad del cobre-tipo recocido a 20°C,

$$\rho = \frac{1}{56} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

- En el punto 4.14 de la norma: Coeficiente de temperatura del cobre a 20°C: $\alpha = 0.00392$.

Por lo que la fórmula para cálculo de la resistividad de un conductor de cobre a cualquier temperatura sería la siguiente

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

$$\rho = \frac{1}{56} [1 + 0.00392(T - 20)]$$

Donde:

σ : Conductividad eléctrica

ρ : Resistividad eléctrica

ρ_{20} : Resistividad eléctrica del conductor a 20°C del Cobre

Para los conductores de aluminio la norma que vamos a seguir es la norma UNE 21096 (Alambre de aluminio industrial recocido, para conductores eléctricos) que contempla los siguientes valores:

- En el punto 2.1: Resistividad del aluminio recocido a 20°:

$$\rho = \frac{1}{35} \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

- En el punto 4.2: Coeficiente de temperatura del aluminio a 20°C es $\alpha=0.00403$

En este caso la expresión que nos proporciona la resistividad para conductores de aluminio será la siguiente:

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

$$\rho = \frac{1}{35} [1 + 0.00403(T - 20)]$$

Donde:

ρ : Resistividad eléctrica

ρ_{20} : Resistividad eléctrica del conductor a 20°C del Aluminio

T : Temperatura del conductor en °C

La fórmula utilizada para el cálculo de la temperatura del conductor es la siguiente:

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

Donde

T : Temperatura del conductor en °C

T_0 : Temperatura ambiente en °C

Cables enterrados= 25°C

Cables al aire=40°C

T_{max} : Temperatura máxima admisible por el conductor en °C

XLPE, EPR=90°C

PVC=70°C

I : intensidad prevista por el conductor en amperios

I_{max} : Intensidad máxima admisible del conductor en amperios

1.3 Dispositivos de protección

1.3.1 Dispositivos de protección frente a sobrecargas

Para la elección de los dispositivos de protección para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos deben cumplir las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 I_z$$

Donde:

I_b : Intensidad utilizada en el circuito teniendo en cuenta los coeficientes de utilización y de simultaneidad.

I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección y en caso de que se trate de un dispositivo de protección regulable, I_n es la corriente escogida.

I_z : Intensidad admisible del conductor en función del sistema de la instalación (ver GUIA-BT-19 pto. 2.2.3 y la norma UNE-HD 60364-5-52:2014).

I_2 : Intensidad que nos asegura el disparo de la protección. Se suele escoger:

- $I_2 = 1.45 I_n$ como máximo para interruptores automáticos en el tiempo convencional (ver norma UNE EN 60898 O UNE EN 61009).
- $I_2 = 1.6 a 2.1 I_n$ como máximo para los fusibles en el tiempo convencional

1.3.2 Dispositivos de protección contra cortocircuitos

Según la GUIA-BT-22 todos los dispositivos de protección contra cortocircuitos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) El poder de corte del dispositivo de protección debe ser mayor o igual a la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación.

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

Donde

PdC: Poder de corte, la intensidad máxima capaz de cortar por el aparato.

$I_{cc \max}$: Corriente de cortocircuito máxima al comienzo del cable

- b) El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en cualquier punto del circuito, no debe superar al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible

$$(I^2 t)_{IA} \leq (I^2 t)_{Conductor} = k^2 S^2$$

Donde:

I: valor eficaz de la corriente de cortocircuito efectiva en A

S: sección en mm²

K: constante con los valores indicados en la norma UNE-HD 60364-4-43:2013

- c) Como medida adicional de protección contra el riesgo de incendio se debe cumplir la siguiente condición:

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

Donde:

$I_{cc \min}$: Corriente de cortocircuito mínima al final del cable

I_m : Corriente que asegura el disparo electromagnético

Además debemos tener en cuenta que los tiempos de disparo deben ser menores a 5 segundos en todos los casos.

1.4 Compensación de la energía reactiva

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

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

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

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

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

Donde:

$\cos \varphi$: Factor de potencia de la instalación

P: Potencia de la instalación en kW

S: Potencia aparente de la instalación en kVA

Q: Potencia reactiva de la instalación en kVAR

Q_c : Potencia reactiva a compensar en kVAR

φ_1 : Ángulo de desfase de la instalación sin compensar

φ_2 : Angulo de desfase de la instalación después de compensar

U: Tensión compuesta en V

$\omega = 2 \pi f$: Frecuencia angular, donde f es la frecuencia de red y vale 50 Hz

C: Capacidad de los condensadores en F

1.5 Cálculo de cortocircuitos

Para el cálculo de cortocircuitos nos basaremos en las siguientes formulas:

$$I_{pccl} = \frac{Ct U}{\sqrt{3} Zt}$$

Donde:

I_{pccl} : Intensidad permanente en cortocircuito en el inicio de la línea en kA

Ct: Coeficiente de tensión

U: Tensión trifásica en V

Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de cortocircuito (sin incluir la línea objeto de estudio)

$$I_{pccF} = \frac{Ct U_F}{2 Zt}$$

Donde:

I_{pccF} : Intensidad permanente en cortocircuito al final de la línea en kA

Ct: Coeficiente de tensión

UF: Tensión monofásica en V

Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen más la propia del conductor o línea)

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = \sqrt{Rt^2 + Xt^2}$$

Rt: Suma de resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito

Xt: Suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito

$$R = \frac{L 1000 C_R}{K S n}$$

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

R: Resistencia de la línea en mohm

X: Reactancia de la línea en mohm

L: Longitud de la línea en m

C_R : Coeficiente de resistividad

K: Conductividad del metal

S: Sección de la línea en mm²

Xu: Reactancia de la línea en mohm por metro

n: Número de conductores por fase

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

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

Donde:

t_{mcicc}: Tiempo máximo en segundos que un conductor soporta una corriente de cortocircuito en régimen permanente

C_c: Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento

S: Sección de la línea en mm²

I_{pccF}: Intensidad permanente en cortocircuito en fin de línea en A

1.6 Cálculos del embarrado

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

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

Donde:

σ_{max} : Tensión máxima en las pletinas en kg/cm²

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. en kA

L: Separación entre los apoyos en cm

d: Separación entre pletinas en cm

n: Número de pletinas por fase

W_y : Módulo resistente por pletina del eje y- en cm^2

La comprobación térmica se realiza mediante el siguiente cálculo:

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

I_{cccs} : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. en kA

K_c : Constante del conductor

$Cu = 164$

$Al = 107$

t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito en segundos

S : Sección total de las pletinas en mm^2

1.7 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra

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

- Placa enterrada $R_t = 0.8 \frac{\rho}{P}$
- Placa vertical $R_t = \frac{\rho}{P}$
- Conductor enterrado horizontalmente $R_t = 2 \frac{\rho}{P}$
- Asociación en paralelo de varios electrodos $R_t = \frac{1}{\left(\frac{L_c}{2\rho} + \frac{L_p}{\rho} + \frac{P}{0.8\rho}\right)}$

Donde:

R_t : Resistencia de tierra en Ω

ρ : Resistividad del terreno en Ωm

P : Perímetro de la placa en m

L : Longitud del conductor en m

L_c : Longitud total del conductor en m

L_p : Longitud total de las picas en m

2. CÁLCULOS CT1

2.1 Demanda de potencias para el CT1

En la tabla 1 se muestran las potencias instaladas para el centro de transformación 1:

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Sistema enfriamiento turbogeneradores	441600
S2 Bombas extracción condensado	247200
S3 Sistemas auxiliares de lubricación	110400
S4 Medios auxiliares turbogenerador	30626
TOTAL	829826

Tabla 1 Potencia total instalada en cada salida del CT1

El cálculo de la línea de alimentación del transformador 1.1 es el siguiente:

Datos generales de la línea TRAF0 1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1250 kVA.
- Índice carga c: 0.83.
- Potencia de cálculo: 1200000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1250 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1804.27 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 5(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.
- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 2450 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 2450 \text{ A.}$$

$$2450 \text{ A} > 1804.27 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 400x60 mm. Sección útil: 20285 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 120000}{46.89 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 240} + \frac{4 \cdot 1200000 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 0.96} = 0.28V$$

La caída de tensión es de 0.28V o del 0.07%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.07\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 2000 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$1804.27 A < 2000 A < 2450 A$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay cuatro salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas, también habrá una salida para la batería de condensadores. En las tablas 2 y 3 se muestran los cálculos generales para el CT1

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 1.1	1200000	4	5(3x240/120+TTx120)Cu	1804.27	2450	0.07	0.07	400x60
S1 S.ENF.TG	412160	30	2(3x185+TTx95)Cu	743.65	830	0.46	0.54	
S2 B.EXT.CON	235120	35	2(3x150+TTx95)Al	424.22	554	0.6	0.67	
S3 S.AUX.LUB	103040	40	3x150+TTx95Al	185.91	277	0.58	0.65	
S4 M.AUX.TG	19155.4	60	3x25+TTx16Cu	30.72	116	0.56	0.64	
Batería Condensadores	829826	8	4(3x185+TTx95)Cu	1347.51	1660	0.09	0.16	

Tabla 2: Cuadro general de mando y protección CT1

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
TRAFO 1.1	4	5(3x240/120+TTx120)Cu	36.09	50	17693.59	94.06	2000;B
S1 S.ENF.TG	30	2(3x185+TTx95)Cu	35.55	50	15550.24	11.58	800;B,C
S2 B.EXT.CON	35	2(3x150+TTx95)Al	35.55	50	12187.09	5.35	630;B,C
S3 S.AUX.LUB	40	3x150+TTx95Al	35.55	50	7434.97	3.6	250;B,C,D
S4 M.AUX.TG	60	3x25+TTx16Cu	35.55	50	1606.08	4.95	40;B,C,D
Batería Condensadores	8	4(3x185+TTx95)Cu	35.55	50	17491.62	36.6	1600;B,C

Tabla 3: Cortocircuito CT1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 ENF.TG1	184000	20	3x150+TTx95Cu	331.99 191.68	343	0.31	0.85
S1.2 ENF.TG2	184000	30	3x120+TTx70Cu	331.99 191.68	301	0.6	1.13
S1.3 ENF.TG3	184000	40	3x120+TTx70Cu	331.99 191.68	301	0.8	1.33

Tabla 4: Subcuadro S1 S.ENF.TG

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S1.1 ENF.TG1	20	3x150+TTx95Cu	31.23	35	11531.83	3.46	400;B,C,D
S1.2 ENF.TG2	30	3x120+TTx70Cu	31.23	35	8998.61	3.64	400;B,C,D
S1.3 ENF.TG3	40	3x120+TTx70Cu	31.23	35	7699.83	4.97	400;B,C

Tabla 5: Cortocircuito S1 S.ENF.TG

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1 B.EXT.CO1	125000	20	3x120+TTx70Cu	225.53 130.22	260	0.26	0.93
S2.2 B.EXT.CO2	92000	30	3x70+TTx35Cu	165.99 95.84	185	0.49	1.16
S2.3 B.EXT.CO3	92000	40	3x70+TTx35Cu	165.99 95.84	185	0.66	1.32

Tabla 6: Subcuadro S2 B.EXT.CON

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1 B.EXT.CO1	20	3x120+TTx70Cu	24.47	25	8960.1	2.37	250;B,C,D
S2.2 B.EXT.CO2	30	3x70+TTx35Cu	24.47	25	6113.75	1.73	250;B,C,D
S2.3 B.EXT.CO3	40	3x70+TTx35Cu	24.47	25	5178.83	2.42	250;B,C,D

Tabla 7: Cortocircuito S2 B.EXT.CON

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1 S. AUX.LU1	46000	20	3x16+TTx16Cu	83 47.92	87	0.74	1.39
S3.1 S.AUX.LU2	46000	30	3x16+TTx16Cu	83 47.92	87	1.1	1.76
S3.3 S.AUX.LU3	46000	40	3x50+TTx25Cu	83 47.92	167	0.45	1.11

Tabla 8: Subcuadro S3 S.AUX.LUB

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S3.1 S. AUX.LU1	20	3x16+TTx16Cu	14.93	15	2259.67	1.03	100;B,C,D
S3.1 S.AUX.LU2	30	3x16+TTx16Cu	14.93	15	1667.15	1.88	100;B,C
S3.3 S.AUX.LU3	40	3x50+TTx25Cu	14.93	15	3031.84	5.56	100;B,C,D

Tabla 9: Cortocircuito S3 S.AUX.LUB

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.1 PUE.GRUA	18400	20	3x6+TTx6Cu	33.2	46	0.81	1.45
S4.2 C.BAT.CAR	10000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	18.04	22	2.08	2.72
S4.3 BAT.C.C	1000	8	2x2.5+TTx2.5Cu	4.83	33	0.24	0.87
S4.4 AL AREA	460.8	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2	24	0.45	1.09
S4.5 AL.AUTON	270	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.17	19	0.26	0.9
S4.6 TC.AREA	3000	8	2x2.5+TTx2.5Cu	14.49	26	0.73	1.36
S4.7 VENT. AREA	1500	20	3x25+TTx16Cu	2.71	95	0.01	0.65

Tabla 10: Subcuadro S4 M.AUX.TG

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1 PUE.GRUA	20	3x6+TTx6Cu	3.23	4.5	682.63	1.58	40;B,C
S4.2 C.BAT.CAR	40	3x2.5+TTx2.5Cu	3.23	4.5	243.97	1.39	20;B,C
S4.3 BAT.C.C	8	2x2.5+TTx2.5Cu	3.23	4.5	698.72	0.26	16;B,C,D
S4.4 AL AREA	20	2x1.5+TTx1.5Cu	3.23	4.5	250.29	0.73	10;B,C,D
S4.5 AL.AUTON	20	2x1.5+TTx1.5Cu	3.23	4.5	284.16	0.37	10;B,C,D
S4.6 TC.AREA	8	2x2.5+TTx2.5Cu	3.23	4.5	759.3	0.14	16;B,C,D
S4.7 VENT. AREA	20	3x25+TTx16Cu	3.23	4.5	1256.26	5.24	16;B,C,D

Tabla 11: Cortocircuito S4 M.AUX.TG

2.2 Cálculo de puesta a tierra CT1

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en cobre y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en cobre.

3. CÁLCULOS CT2

Para el centro de transformación 2 los cálculos se dividirán en 3 partes:

- CT2.1: estará compuesto por un transformador (el trafo 2.1)
- CT2.2-3: formado por dos transformador en paralelo (el trafo 2.2 y 2.3)
- CT2.4: constituido por un transformador (el trafo 2.4)

3.1 Demanda de potencias CT2.1

Recogemos en la tabla 12 las potencias instaladas para el centro de transformación 2.1:

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Difusión	353280
S2 Prensado	147200
S3 Secado	264960
S4 Granulado	95680
TOTAL	861120

Tabla 12 Potencia total instalada en cada salida del CT2.1

El cálculo de la línea de alimentación del transformador 2.1 es el siguiente:

Datos generales de la línea TRAF0 2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1250 kVA.
- Índice carga c: 0.83.
- Potencia de cálculo: 1200000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos \varphi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1250 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1804.27 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 6(3x185/95+TTx95) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.
- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 2490 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 2490 \text{ A.}$$

$$2490 \text{ A} > 1804.27 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 400x60 mm. Sección útil: 20285 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 120000}{47.03 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 185} + \frac{4 \cdot 1200000 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 6 \cdot 0.96} = 0.28 \text{ V}$$

La caída de tensión es de 0.28V o del 0.07%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.07\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 2000 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$1804.27 \text{ A} < 2000 \text{ A} < 2490 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay cuatro salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas, también habrá una salida para la batería de condensadores. En la tablas 13 y 14 se muestran los datos generales del CT2.1

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 2.1	1200000	4	6(3x185/95)Cu	1804.27	2490	0.07	0.07	400x60
S1 DIFUSION	355488	180	2(3x240+TTx120)Cu	641.4	748	1.75	1.82	
S2 PRENSADO	136160	160	3x95+TTx50Cu	245.67	259	3.24	3.31	
S3 SECADO	262016	140	2(3x120+TTx70)Cu	472.75	602	2.06	2.13	
S4 GRANULADO	93472	120	3x95+TTx50Cu	168.65	207	1.54	1.61	
Batería Condensadores	861120	8	4(3x240+TTx120)Cu	1398.33	1496	0.07	0.14	

Tabla 13: Cuadro general de mando y protección CT2.1

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas Válidas
TRAFO 2.1	4	6(3x185/95)Cu	36.09	50	17724.08	80.2	2000;B
S1 DIFUSION	180	2(3x240+TTx120)Cu	35.61	50	9161.83	36.3	800;B,C
S2 PRENSADO	160	3x95+TTx50Cu	35.61	50	2259.84	36.14	250;B
S3 SECADO	140	2(3x120+TTx70)Cu	35.61	50	5896.66	33.88	630;B
S4 GRANULADO	120	3x95+TTx50Cu	35.61	50	3417.59	10.22	250;B,C
Batería Condensadores	8	4(3x240+TTx120)Cu	35.61	50	17596.41	39.36	1600;B,C

Tabla 14: Cortocircuito CT2.1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 DIFUSOR	276000	20	2(3x150+TTx95)Cu	497.98 287.52	556	0.23	2.05
S1.2 RUED. EXT	64400	30	3x35+TTx16Cu	116.2 67.09	110	0.7	2.52
S1.3 BOMB. JUGO	36800	30	3x16+TTx16Cu	66.4 38.34	70	0.86	2.68
S1.4 B. AG. PRE	36800	40	3x16+TTx16Cu	66.4 38.34	70	1.15	2.97
S1.5 B. AG. FRE	27600	50	3x10+TTx10Cu	49.8 28.75	52	1.73	3.55

Tabla 15: Subcuadro S1 DIFUSION

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S1.1 DIFUSOR	20	2(3x150+TTx95)Cu	18.4	22	8204.02	17.68	630;B,C
S1.2 RUED. EXT	30	3x35+TTx16Cu	18.4	22	3496.7	1.32	125;B,C,D
S1.3 BOMB. JUGO	30	3x16+TTx16Cu	18.4	22	1980.47	0.86	100;B,C
S1.4 B. AG. PRE	40	3x16+TTx16Cu	18.4	22	1562.1	1.39	100;B,C
S1.5 B. AG. FRE	50	3x10+TTx10Cu	18.4	22	845.62	1.85	50;B,C

Tabla 16: Cortocircuito S1 DIFUSION

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1 EL. PUL. PRE	55200	20	3x35+TTx16Cu	99.6 57.5	110	0.39	3.7
S2.2 TR. PUL. PRE	55200	30	3x25+TTx16Cu	99.6 57.5	88	0.84	4.15
S2.3 TR. PUL. SEC	36800	40	3x16+TTx16Cu	66.4 38.34	70	1.15	4.46
S2.4 AR. PUL. SEC	36800	50	3x16+TTx16Cu	66.4 38.34	70	1.44	4.75

Tabla 17: Subcuadro S2 PRENSADO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1 EL. PUL. PRE	20	3x35+TTx16Cu	4.54	6	1766.84	5.19	100;B,C
S2.2 TR. PUL. PRE	30	3x25+TTx16Cu	4.54	6	1424.28	4.07	100;B,C
S2.3 TR. PUL. SEC	40	3x16+TTx16Cu	4.54	6	1016.16	3.28	100;B,C
S2.4 AR. PUL. SEC	50	3x16+TTx16Cu	4.54	6	893.03	4.25	100;B

Tabla 18: Cortocircuito S2 PRENSADO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1 SECADERO	110400	20	3x70+TTx35Cu	199.19 115.01	171	0.4	2.54
S3.2 VEN. S. SEC	184000	20	3x240+TTx120Cu	331.99 191.68	374	0.19	2.33
S3.3 SAC. P. SEC	36800	25	3x16+TTx16Cu	66.4 38.34	70	0.72	2.85

Tabla 19: Subcuadro S3 SECADO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S3.1 SECADERO	20	3x70+TTx35Cu	11.84	15	4362.31	3.41	250;B,C
S3.2 VEN. S. SEC	20	3x240+TTx120Cu	11.84	15	5352.76	26.59	400;B,C
S3.3 SAC. P. SEC	25	3x16+TTx16Cu	11.84	15	1987.56	0.86	100;B,C

Tabla 20: Cortocircuito S3 SECADO

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.1 TRA. P. ALM.	36800	30	3x16+TTx16Cu	66.4 38.34	70	0.86	2.47
S4.2 M. PRO. PEL.	18400	40	3x6+TTx6Cu	33.2 19.17	37	1.53	3.14
S4.3 TRA. P. ENS.	27600	50	3x10+TTx10Cu	49.8 28.75	52	1.73	3.34
S4.4 TRA. AP. SAC.	36800	60	3x16+TTx16Cu	66.4 38.34	70	1.73	3.34

Tabla 21: Subcuadro S4 GRANULADO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1 TRA. P. ALM.	30	3x16+TTx16Cu	6.86	10	1434.35	1.65	100;B,C
S4.2 M. PRO. PEL.	40	3x6+TTx6Cu	6.86	10	575.52	1.44	40;B,C
S4.3 TRA. P. ENS.	50	3x10+TTx10Cu	6.86	10	727.03	2.5	50;B,C
S4.4 TRA. AP. SAC.	60	3x16+TTx16Cu	6.86	10	905.81	4.13	100;B

Tabla 22: Cortocircuito S4 GRANULADO

3.2 Cálculo de puesta a tierra CT2.1

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en cobre y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en cobre.

3.3 Demanda de potencias CT2.2-3

En la tabla 23 se indican las potencias instaladas para el centro de transformación CT2.2-3:

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Almacenamiento de remolacha	61520
S2 Transporte de los silos a fábrica	153824
S3 Lavado de la remolacha	515200
S4 Cortado de la remolacha	511520
S5 Agrupación Cuadro Servicios Generales CT 2	218986
TOTAL	1461050

Tabla 23 Potencia total instalada en cada salida del CT2.2-3

Datos generales de la línea TRAF0 2.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1000 kVA.
- Índice carga c: 0.91.
- Potencia de cálculo: 960000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.42 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.
- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 1470 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 1470 \text{ A.}$$

$$1470 \text{ A} > 1443.42 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 300x60 mm. Sección útil: 14930 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 960000}{43.84 \cdot 400 \cdot 3 \cdot 240} + \frac{4 \cdot 960000 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 3 \cdot 0.96} = 0.4V$$

La caída de tensión es de 0.4V o del 0.1%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.1\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 1600 e intensidad regulable 1457 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$1443.42 \text{ A} < 1457 \text{ A} < 1470 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

Datos generales de la línea TRAF0 2.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1000 kVA.
- Índice carga c: 0.91.
- Potencia de cálculo: 800000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos \varphi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.42 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.

- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 1470 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 1470 \text{ A.}$$

$$1470 \text{ A} > 1443.42 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 300x60 mm. Sección útil: 14930 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 800000}{43.84 \cdot 400 \cdot 3 \cdot 240} + \frac{4 \cdot 800000 \cdot 0.1 \cdot 0.6}{1000 \cdot 400 \cdot 3 \cdot 0.8} = 0.45 \text{ V}$$

La caída de tensión es de 0.45V o del 0.11%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.11\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 1600 e intensidad regulable 1457 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$1443.42 \text{ A} < 1457 \text{ A} < 1470 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay cinco salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas, la salida 5 tendrá 5 subcuadro en el segundo nivel, cada uno con sus

correspondientes salidas, también dispondrá de la salida de la batería de condensadores. En las tablas 24 y 25 se muestran los datos generales del CT2.2-3.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 2.2	960000	4	3(3x240/120)Cu	1443.42	1470	0.1	0.1	300x60
TRAFO 2.3	800000	4	3(3x240/120)Cu	1443.42	1470	0.11	0.11	300x60
S1 ALM. REM.	56576	300	3x50+TTx25Cu	90.74	145	4.29	4.41	75x60
S2 TRAS. SILO	190624	250	3x240+TTx120Cu	343.94	401	2.6	2.72	100x60
S3 LAV. REM.	504160	250	3(3x150+TTx95)Cu	856.13	897	3.74	3.85	-
S4 COR. REM.	631120	200	3(3x185+TTx95)Cu	1138.71	1245	3.18	3.29	-
S5 S. GRAL. CT 2	157426.48	0.2	4x150+TTx95Cu	267.33	299	0	0.12	100x60
Batería Condensadores	1461050	8	7(3x240+TTx120)Cu	2372.52	2618	0.07	0.18	-

Tabla 24: Cuadro general de mando y protección CT2.2-3

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
TRAFO 2.2	4	3(3x240/120)Cu	28.87	35	14083.89	53.44	1600;B
TRAFO 2.3	4	3(3x240/120)Cu	28.87	35	14083.89	53.44	1600;B
S1 ALM. REM.	300	3x50+TTx25Cu	56.6	70	761.78	56.97	100;B
S2 TRAS. SILO	250	3x240+TTx120Cu	56.6	70	4221.26	42.75	400;B,C
S3 LAV. REM.	250	3(3x150+TTx95)Cu	56.6	70	7504.79	47.55	1000;B
S4 COR. REM.	200	3(3x185+TTx95)Cu	56.6	70	9525.75	69.42	1250;B
S5 S. GRAL. CT 2	0.2	4x150+TTx95Cu	56.6	70	28133.33	0.38	400;B,C,D
Batería Condensadores	8	7(3x240+TTx120)Cu	56.6	70	27992.15	47.64	2500;B,C

Tabla 25: Cortocircuito CT2.2-3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 CIN. TRANS	36800	30	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	52	1.42	5.83
S1.2 CRI. DEST	12500	40	4x4+TTx4Cu	22.55	30	1.61	6.02
S1.3 INS. AIRE	27600	50	3x10+TTx10Cu	49.8 28.75	52	1.73	6.14

Tabla 26: Subcuadro S1 ALM.REM.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S1.1 CIN. TRANS	30	3x10+TTx10Cu	1.53	4.5	508.97	5.11	100;B
S1.2 CRI. DEST	40	4x4+TTx4Cu	1.53	4.5	286.83	2.57	25;B,C
S1.3 INS. AIRE	50	3x10+TTx10Cu	1.53	4.5	416.76	7.61	50;B

Tabla 27: Cortocircuito S1 ALM.REM.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1 B. AR. REM	184000	30	3x95+TTx50Cu	331.99 191.68	207	0.77	3.49
S2.2 COM. REM	920	40	3x2.5+TTx2.5Cu	1.66	22	0.18	2.89
S2.3 ELE. DESP	1840	60	4x2.5+TTx2.5Cu	3.32	22	0.54	3.25
S2.4 DESHIER	5520	70	3x2.5+TTx2.5Cu	9.96	22	1.92	4.63

Tabla 28: Subcuadro S2 TRAS.SILO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1 B. AR. REM	30	3x95+TTx50Cu	8.48	10	3278.96	11.1	400;B
S2.2 COM. REM	40	3x2.5+TTx2.5Cu	8.48	10	269.34	1.14	16;B,C
S2.3 ELE. DESP	60	4x2.5+TTx2.5Cu	8.48	10	183.42	2.46	16;B,C
S2.4 DESHIER	70	3x2.5+TTx2.5Cu	8.48	10	158.19	3.3	16;B

Tabla 29: Cortocircuito S2 TRAS.SILO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1 NOR. REM	92000	40	3x35+TTx16Cu	165.99 95.84	110	1.38	5.23
S3.2 LAVADERO	202400	50	3x150+TTx95Cu	365.18 210.85	278	0.87	4.72
S3.3 LAV. ACL.	184000	60	3x95+TTx50Cu	331.99 191.68	207	1.54	5.39
S3.4 HEL. INCL	110400	70	3x50+TTx25Cu	199.19 115.01	133	2.03	5.88
S3.5 ELE. REM	55200	80	3x25+TTx16Cu	99.6 57.5	88	2.24	6.09

Tabla 30: Subcuadro S3 LAV.REM

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S3.1 NOR. REM	40	3x35+TTx16Cu	15.07	22	2640.54	2.32	250;B,C
S3.2 LAVADERO	50	3x150+TTx95Cu	15.07	22	4899.63	12.4	400;B,C
S3.3 LAV. ACL.	60	3x95+TTx50Cu	15.07	22	3728.28	8.59	400;B
S3.4 HEL. INCL	70	3x50+TTx25Cu	15.07	22	2301.98	6.24	250;B
S3.5 ELE. REM	80	3x25+TTx16Cu	15.07	22	1212.04	5.63	100;B,C

Tabla 31: Cortocircuito S3 LAV.REM

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.1 M. CO. RAI.	598000	50	2(3x150+TTx95)Cu	1078.95 622.95	686	1.39	4.68
S4.2 C. T. COS.	41400	50	3x10+TTx10Cu	74.7 43.13	52	2.7	5.99

Tabla 32: Subcuadro S4 COR.REM

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1 M. CO. RAI.	50	2(3x150+TTx95)Cu	19.13	22	6874.13	38.95	1250;B
S4.2 C. T. COS.	50	3x10+TTx10Cu	19.13	22	842.76	1.86	100;B

Tabla 33: Cortocircuito S4 COR.REM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S5.1 S. AUX. CT 2	4361.56	8	4x25+TTx16Cu	7	116	0.02	0.13
S5.2 AL. Z. CT 2	90000	10	4x50+TTx25Cu	136.74	145	0.24	0.36
S5.3 TC. Z. CT 2	39600	10	4x25+TTx16Cu	71.45	116	0.21	0.32
S5.4 CLI. Z. CT 2	19504	10	3x25+TTx16Cu	35.19	116	0.1	0.21
S5.5 CON. Z. CT 2	7200	10	4x25+TTx16Cu	12.23	116	0.04	0.15

Tabla 34: Subcuadro S5 S.GRAL.CT2

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S5.1 S. AUX. CT 2	8	4x25+TTx16Cu	56.5	70	10453.35	0.12	16;B,C,D
S5.2 AL. Z. CT 2	10	4x50+TTx25Cu	56.5	70	16081.65	0.13	160;B,C,D
S5.3 TC. Z. CT 2	10	4x25+TTx16Cu	56.5	70	8712.66	0.17	100;B,C,D
S5.4 CLI. Z. CT 2	10	3x25+TTx16Cu	56.5	70	8712.66	0.17	40;B,C,D
S5.5 CON. Z. CT 2	10	4x25+TTx16Cu	56.5	70	8712.66	0.17	16;B,C,D

Tabla 35: Cortocircuito S5 S.GRAL.CT2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.1.1 AL. CT2	460.8	20	4x25+TTx16Cu	0.67	95	0	0.14	-
S5.1.2 AL. AUTON. CT	270	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.17	15	0.26	0.4	16
S5.1.3 TC CT2	3000	8	2x25+TTx16Cu	14.49	110	0.07	0.2	-
S5.1.4 VENTIL. CT2	1500	20	3x25+TTx16Cu	2.71	95	0.01	0.15	-
S5.1.5 BAT. c.c. CT2	1000	8	3x25+TTx16Cu	1.6	95	0	0.14	-

Tabla 36: Subcuadro S5.1 S.AUX.CT2

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S5.1.1 AL. CT2	20	4x25+TTx16Cu	20.99	22	3768.35	0.58	10;B,C,D
S5.1.2 AL. AUTON. CT	20	2x1.5+TTx1.5Cu	20.99	22	334.68	0.27	10;B,C,D
S5.1.3 TC CT2	8	2x25+TTx16Cu	20.99	22	6154.57	0.22	16;B,C,D
S5.1.4 VENTIL. CT2	20	3x25+TTx16Cu	20.99	22	3768.35	0.58	16;B,C,D
S5.1.5 BAT. c.c. CT2	8	3x25+TTx16Cu	20.99	22	6154.57	0.22	16;B,C,D

Tabla 37: Cortocircuito S5.1 S.AUX.CT2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.2.1 A. ALM. REM.	10800	300	4x10+TTx10Cu	17.32	44	4	4.35	32
S5.2.2 A. TRA. SILO	9000	250	4x10+TTx10Cu	14.43	44	2.76	3.12	32
S5.2.3 A. LAV. REM.	5400	230	4x4+TTx4Cu	8.66	24	3.82	4.18	25
S5.2.4 A. COT. REM.	5400	200	2x25+TTx16Cu	26.09	84	3.2	3.56	40
S5.2.5 A. DIFUSION	10800	180	4x6+TTx6Cu	17.32	32	4.06	4.41	25
S5.2.6 A. PRENSA	7200	160	4x4+TTx4Cu	11.55	24	3.58	3.94	25
S5.2.7 A. SECADO	7200	140	4x4+TTx4Cu	11.55	24	3.13	3.49	25
S5.2.8 A. GRANULA	9000	120	4x4+TTx4Cu	14.43	24	3.4	3.76	25
S5.2.9 A. DEP. JUG.	14400	110	4x6+TTx6Cu	23.09	32	3.38	3.74	25
S5.2.10 A. EV. JUG.	10800	140	4x6+TTx6Cu	17.32	32	3.15	3.51	25

Tabla 38: Subcuadro S5.2 AL.Z.CT2

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S5.2.1 A. ALM. REM.	300	4x10+TTx10Cu	32.3	35	152.13	57.15	20;B
S5.2.2 A. TRA. SILO	250	4x10+TTx10Cu	32.3	35	182.26	39.81	16;B,C
S5.2.3 A. LAV. REM.	230	4x4+TTx4Cu	32.3	35	79.67	33.34	10;B
S5.2.4 A. COT. REM.	200	2x25+TTx16Cu	32.3	35	558.3	26.52	32;B,C
S5.2.5 A. DIFUSION	180	4x6+TTx6Cu	32.3	35	152.13	20.57	20;B
S5.2.6 A. PRENSA	160	4x4+TTx4Cu	32.3	35	114.32	16.19	16;B
S5.2.7 A. SECADO	140	4x4+TTx4Cu	32.3	35	130.54	12.42	16;B
S5.2.8 A. GRANULA	120	4x4+TTx4Cu	32.3	35	152.13	9.14	16;B
S5.2.9 A. DEP. JUG.	110	4x6+TTx6Cu	32.3	35	247.69	7.76	25;B
S5.2.10 A. EV. JUG.	140	4x6+TTx6Cu	32.3	35	195.15	12.5	20;B

Tabla 39: Cortocircuito S5.2 AL.Z.CT2

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.3.1 TC. AL. REM.	18000	300	4x16+TTx16Cu	32.48	59	4.23	4.55	40
S5.3.2 TC. TRA. SIL.	12000	250	4x10+TTx10Cu	21.65	44	3.74	4.06	32
S5.3.3 TC. LA. REM.	6000	230	4x25+TTx16Cu	10.83	116	0.67	0.99	-
S5.3.4 TC. C. REM.	6000	200	4x25+TTx16Cu	10.83	95	0.58	0.9	-
S5.3.5 TC. DIFUSIO	18000	180	4x10+TTx10Cu	32.48	44	4.16	4.49	32
S5.3.6 TC. PRENSA	12000	160	4x6+TTx6Cu	21.65	32	4.08	4.4	25
S5.3.7 TC. SECADO	12000	140	4x6+TTx6Cu	21.65	32	3.57	3.89	25
S5.3.8 TC. GRANUL.	12000	120	4x6+TTx6Cu	21.65	32	3.06	3.38	25
S5.3.9 TC. DEP. JU.	18000	110	4x10+TTx10Cu	32.48	44	2.54	2.87	32
S5.3.10 TC. EV. JU.	18000	140	4x10+TTx10Cu	32.48	44	3.24	3.56	32

Tabla 40: Subcuadro S5.3 TC.Z.CT2

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccic} (sg)	Curvas válidas
S5.3.1 TC. AL. REM.	300	4x16+TTx16Cu	17.5	22	238.91	59.32	40;B
S5.3.2 TC. TRA. SIL.	250	4x10+TTx10Cu	17.5	22	180.36	40.65	25;B
S5.3.3 TC. LA. REM.	230	4x25+TTx16Cu	17.5	22	410.13	75.98	16;B,C,D
S5.3.4 TC. C. REM.	200	4x25+TTx16Cu	17.5	22	540.86	28.26	16;B,C,D
S5.3.5 TC. DIFUSIO	180	4x10+TTx10Cu	17.5	22	248.59	21.4	40;B
S5.3.6 TC. PRENSA	160	4x6+TTx6Cu	17.5	22	169.3	16.61	25;B
S5.3.7 TC. SECADO	140	4x6+TTx6Cu	17.5	22	192.97	12.78	25;B
S5.3.8 TC. GRANUL.	120	4x6+TTx6Cu	17.5	22	224.35	9.46	25;B
S5.3.9 TC. DEP. JU.	110	4x10+TTx10Cu	17.5	22	399.84	8.27	40;B
S5.3.10 TC. EV. JU.	140	4x10+TTx10Cu	17.5	22	317.15	13.15	40;B

Tabla 41: Cortocircuito S5.3 TC.Z.CT2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.4.1 CLI. Z1 CT 2	9200	50	3x4+TTx4Cu	16.6	24	1.47	1.68	20
S5.4.2 CLI. Z2 CT 2	9200	70	3x4+TTx4Cu	16.6	24	2.06	2.27	20
S5.4.3 CLI. Z3 CT 2	9200	90	3x4+TTx4Cu	16.6	24	2.64	2.85	20

Tabla 42: Subcuadro S5.4 CLI.Z.CT2

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S5.1 CLI. Z1 CT 2	50	3x4+TTx4Cu	17.5	22	353.73	1.69	20;B,C
S5.2 CLI. Z2 CT 2	70	3x4+TTx4Cu	17.5	22	255.5	3.24	20;B,C
S5.3 CLI. Z3 CT 2	90	3x4+TTx4Cu	17.5	22	199.97	5.29	20;B

Tabla 43: Cortocircuito S5.4 CLI.Z.CT2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.5.1 S. CO. Z1CT2	3000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	0.73	0.88	20
S5.5.2 S. CO. Z2CT2	3000	70	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	1.03	1.18	20
S5.5.3 S. CO. Z3CT2	3000	90	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	1.32	1.47	20

Tabla 44: Subcuadro S5.5 CO.Z.CT2

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S5.5.1 S. CO. Z1CT2	50	4x2.5+TTx2.5Cu	17.5	22	224.35	1.64	16;B,C
S5.5.2 S. CO. Z2CT2	70	4x2.5+TTx2.5Cu	17.5	22	161.38	3.17	16;B,C
S5.5.3 S. CO. Z3CT2	90	4x2.5+TTx2.5Cu	17.5	22	126.01	5.21	16;B

Tabla 45: Cortocircuito S5.5 CO.Z.CT2

3.4 Cálculo de puesta a tierra CT2.2-3

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en cobre y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en cobre.

3.5 Demanda de potencias CT2.4

Recogemos en la tabla 46 las potencias instaladas, que nos sirven como punto de partida para realizar los cálculos justificativos descritos anteriormente:

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Horno preparación y distribución lechada cal	141312
S2 Clarificación del jugo	658720
S3 Sufijación y desendurecimiento	77600
S4 Evaporación del jugo	169280
TOTAL	1046912

Tabla 46: Potencia total en cada salida del CT2.4

Datos generales de la línea TRAF0 2.4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1600 kVA.
- Índice carga c: 0.82.
- Potencia de cálculo: 1536000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta} = \frac{Ct \cdot St}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1600 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 2309.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 5(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.
- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 2240 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 2240 \text{ A.}$$

$$2240 \text{ A} > 2309.47$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 400x60 mm. Sección útil: 20285 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 1536000}{44.35 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 185} + \frac{4 \cdot 1536000 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 0.96} = 0.30V$$

La caída de tensión es de 0.30V o del 0.09%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.30\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 2500 A y una intensidad regulable de 2380 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$2309.47 \text{ A} < 2380 \text{ A} < 2450 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay cuatro salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas. Las salidas del subcuadro 2 tendrán un subcuadro cada una de segundo nivel. En las tablas 47 y 48 se muestran los datos generales del CT2.4.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 2.4	1536000	4	5(3x240/120)Cu	2309.47	2450	0.09	0.09	400x60
S2 DEPU. JUG1	129315.2	100	3x95+TTx50Cu	233.32	271	1.87	1.97	100x60
S2 DEPU. JUG2	582912	120	3(3x185+TTx95)Cu	1051.73	1245	1.73	1.82	400x60
S3 DEPU. JUG3	77000	130	3x50+TTx25Cu	138.93	175	2.71	2.8	75x60
S4 EVAP. JUGO	163024	140	4x120+TTx70Cu	294.14	314	2.68	2.77	150x60
Batería Condensadores	1046912	8	5(3x240+TTx120)Cu	1700.02	1870	0.07	0.16	-

Tabla 47: Cuadro general de mando y protección CT2.4

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
TRAFO 2.4	4	5(3x240/120)Cu	38.49	50	18866.04	82.73	2500;B
S2 DEPU. JUG1	100	3x95+TTx50Cu	37.9	50	3562.12	14.54	250;B,C
S2 DEPU. JUG2	120	3(3x185+TTx95)Cu	37.9	50	12097.24	43.04	1250;B
S3 DEPU. JUG3	130	3x50+TTx25Cu	37.9	50	1493.59	22.92	160;B
S4 EVAP. JUGO	140	4x120+TTx70Cu	37.9	50	3234.79	28.14	400;B
Batería Condensadores	8	5(3x240+TTx120)Cu	37.9	50	18775.55	54.02	2000;B

Tabla 48: Cortocircuito CT2.4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 ALIM. HORN	46000	35	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	2.13	4.1
S1.2 DES. HORN	27600	45	3x6+TTx6Cu	49.8 28.75	37	2.68	4.65
S1.3 T. CAL HOR	18400	55	3x10+TTx10Cu	33.2	52	1.28	3.25
S1.4 E. CAL HOR	9200	35	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	1.66	3.63
S1.5 TA. LEC. CAL	18400	40	3x10+TTx10Cu	33.2	52	0.93	2.9
S1.6 SEP. ARE	36800	55	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	52	2.6	4.57
S1.7 B. EL. LEC	9200	75	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	3.56	5.52
S1.8 AG. D. LEC	11040	75	3x2.5+TTx2.5Cu	19.92	22	4.38	6.35

Tabla 49: Subcuadro S1 DEPU.JUG1

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S1.1 ALIM. HORN	35	3x10+TTx10Cu	7.15	10	963.37	1.42	100;B
S1.2 DES. HORN	45	3x6+TTx6Cu	7.15	10	524.39	1.73	50;B,C
S1.3 T. CAL HOR	55	3x10+TTx10Cu	7.15	10	679.15	2.87	40;B,C
S1.4 E. CAL HOR	35	3x2.5+TTx2.5Cu	7.15	10	301.23	0.91	20;B,C
S1.5 TA. LEC. CAL	40	3x10+TTx10Cu	7.15	10	872.14	1.74	40;B,C,D
S1.6 SEP. ARE	55	3x10+TTx10Cu	7.15	10	679.15	2.87	100;B
S1.7 B. EL. LEC	75	3x2.5+TTx2.5Cu	7.15	10	147.11	3.82	20;B
S1.8 AG. D. LEC	75	3x2.5+TTx2.5Cu	7.15	10	147.11	3.82	20;B

Tabla 50: Cortocircuito S1 DEPU.JUG1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1 DEC. CLA.	71760	20	3x50+TTx25Cu	129.47	133	0.38	2.21
S2.2 FIL. VACIO	134136	30	3x150+TTx95Cu	242.02	278	0.35	2.17
S2.3 FILT. 1ª FIL.	27084.8	40	3x10+TTx10Cu	48.87	52	1.44	3.26
S2.4 FILT. 2ª FIL.	27084.8	50	4x10+TTx10Cu	48.87	52	1.8	3.62
S2.5 CCM BOM.	372747.19	60	2(3x240+TTx120)Cu	672.54	748	0.62	2.44

Tabla 51: Subcuadro S2 DEPU. JUG2

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1 DEC. CLA.	20	3x50+TTx25Cu	24.29	25	6256.05	0.84	160;B,C,D
S2.2 FIL. VACIO	30	3x150+TTx95Cu	24.29	25	8361.98	4.26	250;B,C,D
S2.3 FILT. 1ª FIL.	40	3x10+TTx10Cu	24.29	25	1069.33	1.16	50;B,C,D
S2.4 FILT. 2ª FIL.	50	4x10+TTx10Cu	24.29	25	867.84	1.76	50;B,C
S2.5 CCM BOM.	60	2(3x240+TTx120)Cu	24.29	25	9509.65	33.69	800;B,C

Tabla 52: Cortocircuito S2 DEPU.JUG2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1.1 AGIT. DEC.	9200	10	3x25+TTx16Cu	16.6	95	0.04	2.25
S2.1.2 BAT. AR. LO	36800	10	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	52	0.47	2.68
S2.1.3 B. EXT. LOD	46000	15	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	0.91	3.12

Tabla 53: Subcuadro S2.1 DEC.CLA.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1.1 AGIT. DEC.	10	3x25+TTx16Cu	12.56	15	4103.38	0.49	20;B,C,D
S2.1.2 BAT. AR. LO	10	3x10+TTx10Cu	12.56	15	2686.99	0.18	100;B,C,D
S2.1.3 B. EXT. LOD	15	3x10+TTx10Cu	12.56	15	2083.21	0.3	100;B,C,D

Tabla 54: Cortocircuito S2.1 DEC.CLA.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.2.1 DESPU. JUGO	36800	20	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	52	0.95	3.12
S2.2.2 FILTR. VACI	92000	25	3x35+TTx16Cu	165.99 95.84	110	0.86	3.04
S2.2.3 BOMBA VACIO	27600	10	3x6+TTx6Cu	49.8 28.75	37	0.59	2.77
S2.2.4 B. PULV. AG	13800	25	3x4+TTx4Cu	24.9	30	1.12	3.3

Tabla 55: Subcuadro S2.2 FIL.VACIO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.2.1 DESPU. JUGO	20	3x10+TTx10Cu	16.79	22	1835.18	0.39	100;B,C
S2.2.2 FILTR. VACI	25	3x35+TTx16Cu	16.79	22	3731.01	1.16	250;B,C
S2.2.3 BOMBA VACIO	10	3x6+TTx6Cu	16.79	22	2114.94	0.11	50;B,C,D
S2.2.4 B. PULV. AG	25	3x4+TTx4Cu	16.79	22	681.55	0.46	25;B,C,D

Tabla 56: Cortocircuito S2.2 FIL.VACIO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.3.1 FILT. 1ª FI	14720	16	3x6+TTx6Cu	26.56	37	0.5	3.77
S2.3.2 BOMBA VACIO	9200	28	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	1.33	4.59
S2.3.3 B. PUL. AGU	13800	26	3x4+TTx4Cu	24.9	30	1.17	4.43

Tabla 57: Subcuadro S2.3 FILT.1º.FIL

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.3.1 FILT. 1ª FI	16	3x6+TTx6Cu	2.15	4.5	660.36	1.09	32;B,C,D
S2.3.2 BOMBA VACIO	28	3x2.5+TTx2.5Cu	2.15	4.5	296.83	0.94	20;B,C
S2.3.3 B. PUL. AGU	26	3x4+TTx4Cu	2.15	4.5	426.02	1.17	25;B,C

Tabla 58: Cortocircuito S2.3 FILT.1º.FIL

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.4.1 FILT. 2ª FI	14720	22	3x6+TTx6Cu	26.56	37	0.69	4.31
S2.4.2 BOMBA VACIO	9200	34	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	1.61	5.24
S2.4.3 B. PUL. AGU	13800	32	3x4+TTx4Cu	24.9	30	1.44	5.06

Tabla 59: Subcuadro S2.4 FILT.2ºFIL

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.4.1 FILT. 2ª FI	22	3x6+TTx6Cu	1.74	4.5	513.11	1.81	32;B,C
S2.4.2 BOMBA VACIO	34	3x2.5+TTx2.5Cu	1.74	4.5	243.43	1.39	20;B,C
S2.4.3 B. PUL. AGU	32	3x4+TTx4Cu	1.74	4.5	345.94	1.77	25;B,C

Tabla 60: Cortocircuito S2.4 FILT.2ºFIL

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.5.1 B. JUG. PRE	46000	10	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	0.61	3.05
S2.5.2 B. JUG. ENC	46000	12	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	0.73	3.17
S2.5.3 B. JUG. 1ªC	46000	14	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	0.85	3.29
S2.5.4 B. JUG. DEC	46000	16	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	0.98	3.41
S2.5.5 B. JUG. DEC	6900	18	3x2.5+TTx2.5Cu	12.45	22	0.62	3.06
S2.5.6 B. JUG. F.	6900	20	3x2.5+TTx2.5Cu	12.45	22	0.69	3.13
S2.5.7 B. JUG. 1ª	46000	22	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	1.34	3.78
S2.5.8 B. JUG. 2ª	46000	24	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	1.46	3.9
S2.5.9 B. JUG. F.	46000	26	3x25+TTx16Cu	83	88	0.64	3.07
S2.5.10 B. JUG. EV	115000	28	3x50+TTx25Cu	207.49 119.8	133	0.85	3.29
S2.5.11 B. AG. F.	5520	30	3x2.5+TTx2.5Cu	9.96	22	0.82	3.26
S2.5.12 B. AG.CB.	29440	25	3x6+TTx6Cu	53.12 30.67	37	1.6	4.04

Tabla 61: Subcuadro S2.5 CCM.BOM

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.5.1 B. JUG. PRE	10	3x10+TTx10Cu	19.1	22	3194.04	0.13	100;B,C,D
S2.5.2 B. JUG. ENC	12	3x10+TTx10Cu	19.1	22	2808.77	0.17	100;B,C,D
S2.5.3 B. JUG. 1°C	14	3x10+TTx10Cu	19.1	22	2505.71	0.21	100;B,C,D
S2.5.4 B. JUG. DEC	16	3x10+TTx10Cu	19.1	22	2261.27	0.26	100;B,C,D
S2.5.5 B. JUG. DEC	18	3x2.5+TTx2.5Cu	19.1	22	603.37	0.23	16;B,C,D
S2.5.6 B. JUG. F.	20	3x2.5+TTx2.5Cu	19.1	22	546.09	0.28	16;B,C,D
S2.5.7 B. JUG. 1ª	22	3x10+TTx10Cu	19.1	22	1748.37	0.43	100;B,C
S2.5.8 B. JUG. 2ª	24	3x10+TTx10Cu	19.1	22	1625.3	0.5	100;B,C
S2.5.9 B. JUG. F.	26	3x25+TTx16Cu	19.1	22	3108.87	0.86	100;B,C,D
S2.5.10 B. JUG. EV	28	3x50+TTx25Cu	19.1	22	4559.01	1.59	250;B,C
S2.5.11 B. AG. F.	30	3x2.5+TTx2.5Cu	19.1	22	370.3	0.6	16;B,C,D
S2.5.12 B. AG.CB.	25	3x6+TTx6Cu	19.1	22	1001.52	0.47	63;B,C

Tabla 62: Cortocircuito S2.2.5 CCM.BOM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1 HORN AZUF.	55200	100	3x25+TTx16Cu	99.6 57.5	88	2.8	5.61
S3.2 BOM. JUGO	36800	20	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	52	0.95	3.75
S3.3 RES. INTER.	4000	80	3x2.5+TTx2.5Cu	7.22	22	1.57	4.37

Tabla 63: Subcuadro S3 DEPU.JUG3

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S3.1 HORN AZUF.	100	3x25+TTx16Cu	3	4.5	650.22	19.55	100;B
S3.2 BOM. JUGO	20	3x10+TTx10Cu	3	4.5	906.2	1.61	100;B
S3.3 RES. INTER.	80	3x2.5+TTx2.5Cu	3	4.5	131.16	4.8	16;B

Tabla 64: Cortocircuito S3.DEPU.JUG3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.1 B. A. CON.	138000	40	3x50+TTx25Cu	248.99 143.76	167	1.52	4.29
S4.2 B. JAR. EV.	27600	50	3x6+TTx6Cu	49.8 28.75	37	2.97	5.74
S4.3 BOM. JAR.	46000	50	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	3.05	5.82

Tabla 65: Subcuadro S4 EVAP.JUGO

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	Curvas válidas
S4.1 B. A. CON.	40	3x50+TTx25Cu	6.5	10	1961.29	13.29	250;B
S4.2 B. JAR. EV.	50	3x6+TTx6Cu	6.5	10	472.38	2.13	50;B
S4.3 BOM. JAR.	50	3x10+TTx10Cu	6.5	10	718.06	2.56	100;B

Tabla 66: Cortocircuito S4 EVAP.JUGO

3.6 Cálculo de puesta a tierra CT2.4

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en Cu y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en Cu.

4. CÁLCULOS CT3

Para el centro de transformación 2 los cálculos se dividirán en 3 partes:

- CT3.1-2: estará compuesto por dos transformadores (el trafo 3.1 y 3.2)
- CT3.3: formado por un transformador en paralelo (el trafo 3.3)
- CT3.4-5: constituido por dos transformadores (el trafo 3.4 y 3.5)

4.1 Demanda de potencia CT3.1-2

Recogemos en la tabla 67 las potencias instaladas para el CT3.1-2.

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Primera Cristalización	334880
S2 Segunda Cristalización	253920
S3 Tercera Cristalización	489440
S4 Equipos jarabes y mieles	336352
S5 Bomba vacío y condensador barométrico	401400
S6 Filtros de resina catiónica	15000
S7 Obtención magma de siembra	29440
TOTAL	1860432

Tabla 67: Potencia total instalada en cada salida del CT3.1.2

Datos generales de la línea TRAF0 3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos ϕ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1250 kVA.
- Índice carga c: 0.93.
- Potencia de cálculo: 1200000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\phi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1250 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1804.27 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 5(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.

- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 2450 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 2450 \text{ A.}$$

$$2450 \text{ A} > 1804.27 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 400x60 mm. Sección útil: 20285 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 1200000}{46.89 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 240} + \frac{4 \cdot 1200000 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 0.96} = 0.28 \text{ V}$$

La caída de tensión es de 0.28V o del 0.07%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.07\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 2000 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$1804.27 \text{ A} < 2000 \text{ A} < 2450 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

El cálculo del transformador 3.2 es similar al del transformador 3.1.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay siete salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas, también dispondrá de la salida de la batería de condensadores. Las salidas del subcuadro 4 estarán compuestas por tres subcuadros de segundo nivel. En las tablas 68 y 69 se muestran los datos generales del CT3.1-2.

.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál c. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 3.1	1200000	4	5(3x240/120)Cu	1804.27	2450	0.07	0.07	400x60
TRAFO 3.2	1200000	4	5(3x240/120)Cu	1804.27	2450	0.07	0.07	400x60
S1 1ª CRISTAL.	415840	80	3(3x185+TTx95)Cu	750.29	951	0.78	0.85	-
S2 2ª CRISTAL.	314640	90	2(3x185+TTx95)Cu	567.7	634	1.01	1.08	-
S3 3ª CRISTAL.	609040	100	3(3x240+TTx120)Cu	1098.87	1122	1.13	1.2	-
S4 E. JAR. MIE.	302201.62	90	2(3x150+TTx95)Cu	545.25	556	1.22	1.29	-
S5 B. VA. CON.	396390	100	2(3x240+TTx120)Cu	715.2	748	1.1	1.17	-
S6 F.RES.CAT.	12000	100	3x25+TTx16Cu	21.65	88	0.59	0.66	-
S7 MAG.SIEM.	25208	120	3x16+TTx16Cu	45.48	70	2.4	2.47	-
Batería Condensadores	1860432	8	5(3x240+TTx120)Cu	1846.2	2005	0.08	0.15	-

Tabla 68: Cuadro general de mando y protección CT2.1-2

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
TRAFO 3.1	4	5(3x240/120)Cu	36.09	50	17693.59	94.06	2000;B
TRAFO 3.2	4	5(3x240/120)Cu	36.09	50	17693.59	94.06	2000;B
S1 1ª CRISTAL.	80	3(3x185+TTx95)Cu	71.1	100	21422	8.88	800;B,C,D
S2 2ª CRISTAL.	90	2(3x185+TTx95)Cu	71.1	100	15307	7.73	630;B,C,D
S3 3ª CRISTAL.	100	3(3x240+TTx120)Cu	71.1	100	21851.68	14.36	1250;B,C
S4 E. JAR. MIE.	90	2(3x150+TTx95)Cu	71.1	100	13038.42	7	630;B,C,D
S5 B. VA. CON.	100	2(3x240+TTx120)Cu	71.1	100	17084.13	10.44	800;B,C,D
S6 F.RES.CAT.	100	3x25+TTx16Cu	71.1	100	1141.07	6.35	25;B,C,D
S7 MAG.SIEM.	120	3x16+TTx16Cu	71.1	100	610.86	9.07	50;B,C
Batería Condensadores	8	5(3x240+TTx120)Cu	71.1	100	34956.25	15.59	2000;B,C

Tabla 69: Cortocircuito CT2.1-2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 AGI. CAN. CE.	13800	24	3x4+TTx4Cu	24.9	30	1.08	1.93
S1.2 CENT. 1ªCOC	404800	30	2(3x240+TTx120)Cu	730.37 421.69	748	0.32	1.16

Tabla 70: Subcuadro S1 1º CRISTAL

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S1.1 AGI. CAN. CE.	24	3x4+TTx4Cu	43.02	50	744.97	0.38	25;B,C,D
S1.2 CENT. 1 ^º COC	30	2(3x240+TTx120)Cu	43.02	50	17179.18	10.32	800;B,C,D

Tabla 71: Cortocircuito S1 1^º CRISTAL

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1 AGI. CAN. CE.	13800	32	3x4+TTx4Cu	24.9	30	1.44	2.52
S2.2 CENT. 2 ^º COC	303600	38	2(3x150+TTx95)Cu	547.78 316.27	556	0.48	1.56

Tabla 72: Subcuadro S2 2^ºCRISTAL

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1 AGI. CAN. CE.	32	3x4+TTx4Cu	30.74	35	555.99	0.68	25;B,C,D
S2.2 CENT. 2 ^º COC	38	2(3x150+TTx95)Cu	30.74	35	10983.48	9.87	630;B,C

Tabla 73: Cortocircuito S2 2^ºCRISTAL

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1 AGI. CAN. CE.	13800	40	3x4+TTx4Cu	24.9	30	1.8	3
S3.2 CENT. 3 ^º COC	598000	46	3(3x240+TTx120)Cu	1078.95 622.95	1122	0.48	1.68

Tabla 74: Subcuadro S3 3^ºCRISTAL

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S3.1 AGI. CAN. CE.	40	3x4+TTx4Cu	43.88	50	452.36	1.03	25;B,C
S3.2 CENT. 3 ^º COC	46	3(3x240+TTx120)Cu	43.88	50	17400.17	22.64	1250;B,C

Tabla 75: Cortocircuito S3 3^ºCRISTAL

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.1 CCM J. MI.	33193.6	30	3x16+TTx16Cu	59.89	70	0.82	2.1
S4.2 CCM REF.	269596.81	40	2(3x150+TTx95)Cu	486.43	556	0.47	1.76
S4.3CCM.MEL.	21454.4	50	3x10+TTx10Cu	38.71	52	1.38	2.67

Tabla 76: Subcuadro S4 E.JAR.MIE.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1 CCM J. MI.	30	3x16+TTx16Cu	26.18	35	2083.38	0.78	63;B,C,D
S4.2 CCM REF.	40	2(3x150+TTx95)Cu	26.18	35	9590.3	12.94	630;B,C
S4.3CCM.MEL.	50	3x10+TTx10Cu	26.18	35	862.91	1.78	40;B,C,D

Tabla 77: Cortocircuito S4 E.JAR.MIE.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.1.1 BOM. JAR	20240	12	3x6+TTx6Cu	36.52 21.08	37	0.51	2.61
S4.1.52BOM. MIE	22080	22	3x10+TTx10Cu	39.84 23	52	0.6	2.7

Tabla 78: Subcuadro S4.1 CCM.J.MI.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1.1 BOM. JAR	12	3x6+TTx6Cu	4.18	4.5	1093.62	0.4	40;B,C,D
S4.1.52BOM. MIE	22	3x10+TTx10Cu	4.18	4.5	1044	1.21	40;B,C,D

Tabla 79: Cortocircuito S4.1 CCMJ.MI.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.2.1 HEL. TRASP	165600	22	3x185+TTx95Cu	298.79 172.51	317	0.25	2.01
S4.2.2 ELEV. REFU	44160	24	3x25+TTx16Cu	79.68 46	88	0.53	2.29
S4.2.3 REF. REF.	110400	26	3x95+TTx50Cu	199.19 115.01	207	0.38	2.14
S4.2.4 REF. AFIN	27600	46	3x10+TTx10Cu	49.8 28.75	52	1.59	3.35

Tabla 80: Subcuadro S4.2 CCM.REF

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.2.1 HEL. TRASP	22	3x185+TTx95Cu	19.26	22	7728.72	7.58	400;B,C
S4.2.2 ELEV. REFU	24	3x25+TTx16Cu	19.26	22	3220.68	0.8	100;B,C,D
S4.2.3 REF. REF.	26	3x95+TTx50Cu	19.26	22	6156.87	3.15	250;B,C,D
S4.2.4 REF. AFIN	46	3x10+TTx10Cu	19.26	22	908.33	1.6	50;B,C

Tabla 81: Cortocircuito S4.2 CCM.REF

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.3.1 BOM. MELAZ1	10120	20	3x4+TTx4Cu	18.26	30	0.64	3.3
S4.3.2 BOM. MELAZ2	10120	20	3x2.5+TTx2.5Cu	18.26	22	1.06	3.72
S4.3.3 BOM. MELAZ3	10120	20	3x2.5+TTx2.5Cu	18.26	22	1.06	3.72

Tabla 82: Subcuadro S4.4.3 CCM.MEL.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.3.1 BOM. MELAZ1	20	3x4+TTx4Cu	1.73	4.5	445.3	1.07	20;B,C,D
S4.3.2 BOM. MELAZ2	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.73	4.5	345.09	0.69	20;B,C
S4.3.3 BOM. MELAZ3	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.73	4.5	345.09	0.69	20;B,C

Tabla 83: Cortocircuito S4.3 CCM.MEL.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.1 BOM. VACIO	207000	20	3x185+TTx95Cu	373.48 215.64	317	0.29	1.46	-
S5.2 B. CON. BAR	276000	30	2(3x150+TTx95)Cu	497.98 287.52	556	0.34	1.52	-
S5.3 F. RES. CAT	15000	40	3x6+TTx6Cu	27.06	32	1.31	2.48	25

Tabla 84: Subcuadro S5 B.VA.CON

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S5.1 BOM. VACIO	20	3x185+TTx95Cu	34.31	35	12493.3	2.9	400;B,C,D
S5.2 B. CON. BAR	30	2(3x150+TTx95)Cu	34.31	35	12756.72	7.31	630;B,C,D
S5.3 F. RES. CAT	40	3x6+TTx6Cu	34.31	35	666.14	1.07	32;B,C,D

Tabla 85: Cortocircuito S5 B.VA.CON

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S6.1 F.RES.CAT1	5000	40	3x25+TTx16Cu	9.02	95	0.1	0.75
S6.2 F.RES.CAT2	5000	40	3x25+TTx16Cu	9.02	95	0.1	0.75
S6.3 F.RES.CAT3	5000	40	3x25+TTx16Cu	9.02	95	0.1	0.75

Tabla 86: Subcuadro S6 F.RES.CAT.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S6.1 F.RES.CAT1	40	3x25+TTx16Cu	2.29	4.5	816.94	12.38	16;B,C,D
S6.2 F.RES.CAT2	40	3x25+TTx16Cu	2.29	4.5	816.94	12.38	16;B,C,D
S6.3 F.RES.CAT3	40	3x25+TTx16Cu	2.29	4.5	816.94	12.38	16;B,C,D

Tabla 87: Cortocircuito S6 F.RES.CAT.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S7.1 C. 1ª EVAP.	23000	50	3x16+TTx16Cu	41.5 23.96	70	0.88	3.35
S7.2 C. 2ª ENFR.	13800	50	3x4+TTx4Cu	24.9	30	2.25	4.72

Tabla 88: Subcuadro S7 MAG.SIEM.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S7.1 C. 1ª EVAP.	50	3x16+TTx16Cu	1.23	4.5	431.72	18.16	50;B
S7.2 C. 2ª ENFR.	50	3x4+TTx4Cu	1.23	4.5	229.66	4.01	25;B

Tabla 89: Cortocircuito S7 MAG.SIEM.

4.1 Cálculo de puesta a tierra CT3.1-2

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en cobre y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en cobre.

4.2 Demanda de potencia CT3.3

Recogemos en la tabla 90 las potencias instaladas en el CT3.3

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Secadero	103040
S2 Enfriador	235520
S3 Almacen.	95680
S4 Envasado	88992
S5 S. AUX. CT 3	5906
S5. AL. Z. CT 3	67000
S5. TC. Z. CT 3	150000
S.5 CLI. Z. CT 3	22080
S.5 CON. Z. CT 3	9000
TOTAL	777218

Tabla 90: Potencia total instalada en cada salida del CT3.3

Datos generales de la línea TRAF0 3.3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos φ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1000 kVA.
- Índice carga c: 0.91.
- Potencia de cálculo: 960000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 1443.42 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.
- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 1470 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 1470 \text{ A.}$$

$$1470 \text{ A} > 1443.42 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 300x60 mm. Sección útil: 14930 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 960000}{43.84 \cdot 400 \cdot 3 \cdot 240} + \frac{4 \cdot 960000 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 3 \cdot 0.96} = 0.4V$$

La caída de tensión es de 0.4V o del 0.1%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.1\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 1600 e intensidad regulable 1457 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$1443.42 \text{ A} < 1457 \text{ A} < 1470 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay cinco salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas, la salida 5 estará compuesta por 5 subcuadros de segundo nivel, también se dispondrá de la salida de la batería de condensadores. En las tablas 91 y 92 se muestran los datos generales del CT3.3.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 3.3	960000	4	3(3x240/120)Cu	1443.42	1470	0.1	0.1	300x60
S1 SECADERO	108928	200	3x95+TTx50Cu	196.54	224	3.02	3.12	-
S2 ENFRIADOR	230368	220	2(3x120+TTx70)Cu	415.65	480	2.77	2.87	-
S3 ALMACEN.	100096	250	3x95+TTx50Cu	180.6	207	3.46	3.56	-
S4 ENVASADO	93542.4	300	3x95+TTx50Cu	158.85	207	3.81	3.91	-
S5 S. GRAL. CT 3	186586.5	0.2	4x240Cu	316.85	350	0	0.1	-
S5.1 S. AUX. CT 3	4361.56	8	4x25+TTx16Cu	7	116	0.02	0.12	-
S5.2 AL. Z. CT 3	120600	10	4x95+TTx50Cu	183.24	207	0.17	0.27	-
S5.3 TC. Z. CT 3	45000	10	4x25+TTx16Cu	81.19	88	0.24	0.34	-
S5.4 CLI. Z. CT 3	19504	10	3x25+TTx16Cu	35.19	95	0.1	0.2	-
S5.5 CON. Z. CT 3	7200	10	4x25+TTx16Cu	12.23	95	0.04	0.14	-
Batería Condensadores	777218	8	4(3x185+TTx95)Cu	1262.08	1268	0.08	0.18	-

Tabla 91: Cuadro general de mando y protección CT3.3-

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
TRAFO 3.3	4	3(3x240/120)Cu	28.87	35	14083.89	53.44	1600;B
S1 SECADERO	200	3x95+TTx50Cu	28.3	35	2089.83	27.33	250;B
S2 ENFRIADOR	220	2(3x120+TTx70)Cu	28.3	35	4425.93	38.89	630;B
S3 ALMACEN.	250	3x95+TTx50Cu	28.3	35	1689.32	41.82	250;B
S4 ENVASADO	300	3x95+TTx50Cu	28.3	35	1417.01	59.44	160;B
S5 S. GRAL. CT 3	0.2	4x185+TTx95Cu	28.3	35	14082.25	2.28	400;B,C,D
S5.1 S. AUX. CT 3	8	4x25+TTx16Cu	28.3	35	8391	0.18	16;B,C,D
S5.2 AL. Z. CT 3	10	4x95+TTx50Cu	28.3	35	12597.94	0.75	250;B,C,D
S5.3 TC. Z. CT 3	10	4x25+TTx16Cu	28.3	35	8059.38	0.13	100;B,C,D
S5.4 CLI. Z. CT 3	10	3x25+TTx16Cu	28.3	35	8059.38	0.13	40;B,C,D
S5.5 CON. Z. CT 3	10	4x25+TTx16Cu	28.3	35	8059.38	0.13	16;B,C,D
Batería Condensadores	8	4(3x185+TTx95)Cu	28.3	35	13982.27	37.04	1600;B

Tabla 92: Cortocircuito CT3.3

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 T. V. AZU. HU	55200	30	3x16+TTx16Cu	99.6 57.5	70	1.35	4.46
S1.2 ELE. AZU. HU	36800	40	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	52	1.89	5.01
S1.3 TRA. AZU. HU	36800	50	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	52	2.36	5.48

Tabla 93: Subcuadro S1 SECADERO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S1.1 T. V. AZU. HU	30	3x16+TTx16Cu	4.2	4.5	1131.47	2.64	100;B,C
S1.2 ELE. AZU. HU	40	3x10+TTx10Cu	4.2	4.5	743.59	2.39	100;B
S1.3 TRA. AZU. HU	50	3x10+TTx10Cu	4.2	4.5	640.22	3.23	100;B

Tabla 94: Cortocircuito S1 SECADERO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1 H. E. SEC-ENF	18400	30	3x10+TTx10Cu	33.2	52	0.7	3.57
S2.2 VEN. SEC-ENF	73600	40	3x25+TTx16Cu	132.79 76.67	88	1.55	4.42
S2.3 ROT. SEC-ENF	92000	40	3x35+TTx16Cu	165.99 95.84	110	1.38	4.25
S2.4 TRA. VIB. SEC	55200	50	3x16+TTx16Cu	99.6 57.5	70	2.25	5.12
S2.5 ELE. AZU. CRI	55200	40	3x16+TTx16Cu	99.6 57.5	70	1.8	4.67

Tabla 95: Subcuadro S2 ENFRIADOR

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S2.1 H. E. SEC-ENF	30	3x10+TTx10Cu	8.89	10	1149.4	1	40;B,C,D
S2.2 VEN. SEC-ENF	40	3x25+TTx16Cu	8.89	10	1763.2	2.66	160;B,C
S2.3 ROT. SEC-ENF	40	3x35+TTx16Cu	8.89	10	2133.69	3.56	250;B
S2.4 TRA. VIB. SEC	50	3x16+TTx16Cu	8.89	10	1114.69	2.72	100;B,C
S2.5 ELE. AZU. CRI	40	3x16+TTx16Cu	8.89	10	1312.82	1.96	100;B,C

Tabla 96: Cortocircuito S2 ENFRIADOR

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1 TRA. SILO1	13800	50	3x4+TTx4Cu	24.9	30	2.25	5.81
S3.2 TRA. SILO2	13800	50	3x4+TTx4Cu	24.9	30	2.25	5.81
S3.3 CAP. POL. SIL	46000	50	3x16+TTx16Cu	83 47.92	70	1.83	5.39
S3.4 CAP. POL. SIL	46000	50	3x16+TTx16Cu	83 47.92	70	1.83	5.39

Tabla 97: Subcuadro S3 ALMACEN.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S3.1 TRA. SILO1	50	3x4+TTx4Cu	3.39	4.5	302.48	2.31	25;B,C
S3.2 TRA. SILO2	50	3x4+TTx4Cu	3.39	4.5	302.48	2.31	25;B,C
S3.3 CAP. POL. SIL	50	3x16+TTx16Cu	3.39	4.5	787.94	5.45	100;B
S3.4 CAP. POL. SIL	50	3x16+TTx16Cu	3.39	4.5	787.94	5.45	100;B

Tabla 98: Cortocircuito S3 ALMACEN.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.1 TRA. SILO TOL	9200	50	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	2.37	6.28
S4.2 LIN. ENV. HOG	16560	50	3x6+TTx6Cu	29.88	37	1.79	5.71
S4.3 LIN. ENV. HOS	18400	50	3x10+TTx10Cu	33.2	52	1.17	5.08
S4.4 LIN. ENV. IND	22080	50	3x6+TTx6Cu	39.84 23	37	2.33	6.24
S4.5 CAR. BAT. CAR	45000	50	3x16+TTx16Cu	81.19 46.88	70	1.79	5.7

Tabla 99: Subcuadro S4 ENVASADO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1 TRA. SILO TOL	50	3x2.5+TTx2.5Cu	2.85	4.5	198	2.11	20;B
S4.2 LIN. ENV. HOG	50	3x6+TTx6Cu	2.85	4.5	397.64	3.01	32;B,C
S4.3 LIN. ENV. HOS	50	3x10+TTx10Cu	2.85	4.5	558.47	4.24	40;B,C
S4.4 LIN. ENV. IND	50	3x6+TTx6Cu	2.85	4.5	397.64	3.01	40;B
S4.5 CAR. BAT. CAR	50	3x16+TTx16Cu	2.85	4.5	722.86	6.48	100;B

Tabla 100: Cortocircuito S4 ENVASADO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S5.1 S. AUX. CT 3	4361.56	8	4x25+TTx16Cu	7	116	0.02	0.12
S5.2 AL. Z. CT 3	120600	10	4x95+TTx50Cu	183.24	207	0.17	0.27
S5.3 TC. Z. CT 3	45000	10	4x25+TTx16Cu	81.19	88	0.24	0.34
S5.4 CLI. Z. CT 3	19504	10	4x25+TTx16Cu	35.19	95	0.1	0.2
S5.5 CON. Z. CT 3	7200	10	4x25+TTx16Cu	12.23	95	0.04	0.14

Tabla 101: Subcuadro S5 S.GRAL.CT3

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S5.1 S. AUX. CT 3	8	4x25+TTx16Cu	28.28	35	8391	0.18	16;B,C,D
S5.2 AL. Z. CT 3	10	4x95+TTx50Cu	28.28	35	12597.94	0.75	250;B,C,D
S5.3 TC. Z. CT 3	10	4x25+TTx16Cu	28.28	35	8059.38	0.13	100;B,C,D
S5.4 CLI. Z. CT 3	10	4x25+TTx16Cu	28.28	35	8059.38	0.13	40;B,C,D
S5.5 CON. Z. CT 3	10	4x25+TTx16Cu	28.28	35	8059.38	0.13	16;B,C,D

Tabla 102: Cortocircuito S5 S.AUX.CT3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.1.1 AL. CT3	460.8	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2	15	0.45	0.57	16
S5.1.2 AL. AUTON. CT	270	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.17	15	0.26	0.38	16
S5.1.3 TC CT3	3000	8	2x25+TTx16Cu	14.49	110	0.07	0.19	-
S5.1.4 VENTILAC. CT3	1500	20	2x2.5+TTx2.5Cu	7.25	21	0.89	1.01	20
S5.1.5 BAT. C.C. CT3	1000	8	3x25+TTx16Cu	1.8	95	0	0.12	-

Tabla 103: Subcuadro S5.1 S.AUX.CT3

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S5.1.1 AL. CT3	20	2x1.5+TTx1.5Cu	16.85	22	333.73	0.27	10;B,C,D
S5.1.2 AL. AUTON. CT	20	2x1.5+TTx1.5Cu	16.85	22	333.73	0.27	10;B,C,D
S5.1.3 TC CT3	8	2x25+TTx16Cu	16.85	22	5543.25	0.27	16;B,C,D
S5.1.4 VENTILAC. CT3	20	2x2.5+TTx2.5Cu	16.85	22	544.22	0.28	16;B,C,D
S5.1.5 BAT. C.C. CT3	8	3x25+TTx16Cu	16.85	22	5543.25	0.27	16;B,C,D

Tabla 104: Cortocircuito S5.5 S.AUX.CT3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.2.1 AL. SECADO	10800	200	4x10+TTx10Cu	17.32	44	2.66	2.93	32
S5.2.2 AL. ENFRIADO	10800	220	4x10+TTx10Cu	17.32	44	2.93	3.2	32
S5.2.3 AL. ALMACEN.	7200	250	4x6+TTx6Cu	10.39	32	3.68	3.95	25
S5.2.4 AL. ENVASADO	21600	300	4x25+TTx16Cu	34.64	77	3.21	3.48	50
S5.2.5 AL. CRISTALIZ	32400	100	2x70+TTx35Cu	156.52	160	3.75	4.02	63
S5.2.6 AL. C. AGUAS	18000	50	4x6+TTx6Cu	28.87	32	1.98	2.25	25
S5.2.7 AL. C. VAP-EL	14400	30	4x6+TTx6Cu	23.09	32	0.92	1.19	25
S5.2.8 AL. C. A. COM	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	8.66	13.5	2.74	3.01	20

Tabla 105: Subcuadro S5.2 AL.Z.CT3

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S5.2.1 AL. SECADO	200	4x10+TTx10Cu	25.3	35	227.93	25.46	20;B,C
S5.2.2 AL. ENFRIADO	220	4x10+TTx10Cu	25.3	35	207.38	30.75	20;B,C
S5.2.3 AL. ALMACEN.	250	4x6+TTx6Cu	25.3	35	109.92	39.4	16;B
S5.2.4 AL. ENVASADO	300	4x25+TTx16Cu	25.3	35	377.57	57.98	40;B
S5.2.5 AL. CRISTALIZ	100	2x70+TTx35Cu	25.3	35	2806.83	8.23	160;B,C
S5.2.6 AL. C. AGUAS	50	4x6+TTx6Cu	25.3	35	540.01	1.63	32;B,C
S5.2.7 AL. C. VAP-EL	30	4x6+TTx6Cu	25.3	35	886.51	0.61	25;B,C,D
S5.2.8 AL. C. A. COM	60	4x1.5+TTx1.5Cu	25.3	35	114.48	2.27	10;B,C

Tabla 106: Cortocircuito S5 AL.Z.CT3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S5.3.1 TC. SECADO	12000	200	4x6+TTx6Cu	21.65	37	5.03	5.37
S5.3.2 TC. ENFRIADO	12000	220	4x25+TTx16Cu	21.65	95	1.29	1.63
S5.3.3 TC. ALMACEN.	18000	250	4x25+TTx16Cu	32.48	95	2.21	2.55
S5.3.4 TC. ENVASADO	30000	300	4x25+TTx16Cu	54.13	88	4.55	4.89
S5.3.5 TC. CRISTALIZ	18000	100	4x10+TTx10Cu	32.48	52	2.28	2.62
S5.3.6 TC. C. AGUAS	24000	50	4x10+TTx10Cu	43.3	52	1.57	1.91
S5.3.7 TC. C. VAP-EL	18000	30	4x10+TTx10Cu	32.48	52	0.68	1.02
S5.3.8 TC. C. A. COM	18000	60	4x10+TTx10Cu	32.48	52	1.37	1.71

Tabla 107: Subcuadro S5.3 TC.Z.CT3

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S5.3.1 TC. SECADO	200	4x6+TTx6Cu	16.19	22	136.06	25.72	25;B
S5.3.2 TC. ENFRIADO	220	4x25+TTx16Cu	16.19	22	495.73	33.63	25;B,C
S5.3.3 TC. ALMACEN.	250	4x25+TTx16Cu	16.19	22	438.99	42.89	40;B,C
S5.3.4 TC. ENVASADO	300	4x25+TTx16Cu	16.19	22	368.65	60.82	63;B
S5.3.5 TC. CRISTALIZ	100	4x10+TTx10Cu	16.19	22	438.99	6.86	40;B,C
S5.3.6 TC. C. AGUAS	50	4x10+TTx10Cu	16.19	22	838.94	1.88	50;B,C
S5.3.7 TC. C. VAP-EL	30	4x10+TTx10Cu	16.19	22	1318.66	0.76	40;B,C,D
S5.3.8 TC. C. A. COM	60	4x10+TTx10Cu	16.19	22	709.7	2.63	40;B,C

Tabla 108: Cortocircuito S5.3 TC.Z.CT3

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S5.4.1 CLI. Z1 CT 3	9200	50	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	2.37	2.57
S5.4.2 CLI. Z2 CT 3	9200	70	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	3.32	3.52
S5.4.3 CLI. Z3 CT 3	9200	90	3x2.5+TTx2.5Cu	16.6	22	4.27	4.47

Tabla 109: Subcuadro S5.4 CLI.Z.CT3

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S5.4.1 CLI. Z1 CT 3	50	3x2.5+TTx2.5Cu	16.19	22	224.65	1.64	20;B,C
S5.4.2 CLI. Z2 CT 3	70	3x2.5+TTx2.5Cu	16.19	22	161.54	3.17	20;B
S5.4.3 CLI. Z3 CT 3	90	3x2.5+TTx2.5Cu	16.19	22	126.11	5.2	20;B

Tabla 110: Cortocircuito S5.4 CLI.Z.CT3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.5.1 SIS. CO. Z1 C	3000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.73	0.87	20
S5.5.2 SIS. CO. Z1 C	3000	70	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	1.03	1.17	20
S5.5.3 SIS. CO. Z1 C	3000	90	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	1.32	1.46	20

Tabla 111: Subcuadro S5.5 CON.Z.CT3

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S5.5.1 SIS. CO. Z1 C	50	4x2.5+TTx2.5Cu	16.19	22	224.65	1.64	16;B,C
S5.5.2 SIS. CO. Z1 C	70	4x2.5+TTx2.5Cu	16.19	22	161.54	3.17	16;B,C
S5.5.3 SIS. CO. Z1 C	90	4x2.5+TTx2.5Cu	16.19	22	126.11	5.2	16;B

Tabla 112: Cortocircuito S5.5. CON.Z.CT3

4.3 Cálculo de puesta a tierra CT3.3

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en cobre y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en cobre.

4.1 Demanda de potencia CT3.4-5

Recogemos en la tabla 113 las potencias instaladas en el CT3.4-5.

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Centrales de aguas	1153600
S2 Central vapor y electricidad	1093600
S3 Central aire comprimido	119400
TOTAL	2366600

Tabla 113: Potencia total instalada en cada salida del CT3.4-5

Datos generales de la línea TRAF0 3.4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos ϕ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 1600 kVA.
- Índice carga c: 0.92.
- Potencia de cálculo: 15360000 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\phi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1 \cdot 1600 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 2309.47 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 4(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.
- Designación del conductor: RZ1-K (AS)

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 2450 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 2616 \text{ A.}$$

$$2616 \text{ A} > 1804.27 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 300x60 mm. Sección útil: 14930 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 1536000}{46.89 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 240} + \frac{4 \cdot 1536000 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 0.96} = 0.47 \text{ V}$$

La caída de tensión es de 0.47V o del 0.12%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.12\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 2500 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

En nuestro caso sería:

$$1804.27 \text{ A} < 2500 \text{ A} < 2616 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

El cálculo del transformador 3.5 es similar al del transformador 3.4.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay tres salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas, el subcuadro 1 tendrá cuadro salidas con su subcuadro de segundo nivel, el

subcuadro 2 estará compuesto por dos salidas con su subcuadro de segundo nivel y el subcuadro 3 estará compuesto por otras dos salidas con su subcuadro de segundo nivel, además habrá la salida correspondiente a la batería de condensadores. En las tablas 114 y 115 se muestran los resultados generales del CT3.4-5.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 3.4	1536000	4	4(3x240/120)Cu	2309.47	2616	0.12	0.12	300x60
TRAFO 3.5	1536000	4	4(3x240/120)Cu	2309.47	2616	0.12	0.12	300x60
S1 C. AGUAS	919760	50	5(3x240+TTx120)Cu	1659.5	2005	0.5	0.62	400x60
S2 C. VAP-ELE	857520	30	5(3x240+TTx120)Cu	1547.2	2005	0.28	0.39	-
S3 C. A. COMP.	92780	60	3x70+TTx35Cu	167.4	185	1.05	1.17	-
Batería Condensadores	2366600	8	6(3x240+TTx120)Cu	2348.49	2406	0.08	0.2	-

Tabla 114: Cuadro general de mando y protección CT3.4-5

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
TRAFO 3.4	4	4(3x240/120)Cu	38.49	50	18791.83	53.37	2500;B
TRAFO 3.5	4	4(3x240/120)Cu	38.49	50	18791.83	53.37	2500;B
S1 C. AGUAS	50	5(3x240+TTx120)Cu	75.52	100	33782.14	16.69	2000;B,C
S2 C. VAP-ELE	30	5(3x240+TTx120)Cu	75.52	100	35602.13	15.02	2000;B,C
S3 C. A. COMP.	60	3x70+TTx35Cu	75.52	100	5183.56	2.41	250;B,C,D
Batería Condensadores	8	6(3x240+TTx120)Cu	75.52	100	37260.47	19.75	2500;B,C

Tabla 115: Cortocircuito CT3.4-5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 AGU. APO.	759920	20	4(3x240+TTx120)Cu	1371.1	1604	0.21	0.82
S1.2 AGU. RES.	207616	100	3x240+TTx120Cu	374.6	401	1.15	1.77
S1.3 C. REFR.	76500	50	3x50+TTx25Cu	138.03	145	1.02	1.64
S1.4 OTR. USOS	21344	10	3x25+TTx16Cu	38.51	116	0.11	0.72

Tabla 116: Subcuadro S1 C.AGUAS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S1.1 AGU. APO.	20	4(3x240+TTx120)Cu	67.84	70	31276.15	12.46	1600;B,C
S1.2 AGU. RES.	100	3x240+TTx120Cu	67.84	70	9288.15	8.83	400;B,C,D
S1.3 C. REFR.	50	3x50+TTx25Cu	67.84	70	4296.92	1.79	160;B,C,D
S1.4 OTR. USOS	10	3x25+TTx16Cu	67.84	70	8472.02	0.18	40;B,C,D

Tabla 117: Cortocircuito S1 C.AGUAS

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1.1 B. AGU. RIO	395600	100	2(3x150+TTx95)Cu	713.77 412.11	556	1.7	2.52
S1.1.2 B. DEPOS	561200	50	2(3x185+TTx95)Cu	1012.56 584.62	634	1.01	1.83
S1.1.3 C. EST. POT	55200	40	3x16+TTx16Cu	99.6 57.5	70	1.8	2.62

Tabla 118: Subcuadro S1.1 AGU.APO

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S1.1.1 B. AGU. RIO	100	2(3x150+TTx95)Cu	62.81	70	10577.32	10.64	800;B,C
S1.1.2 B. DEPOS	50	2(3x185+TTx95)Cu	62.81	70	18362.8	5.37	1250;B,C
S1.1.3 C. EST. POT	40	3x16+TTx16Cu	62.81	70	1777.86	1.07	100;B,C

Tabla 119: Cortocircuito S1.1 AGU.APO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.2.1 C. TRA. LAV	20000	40	3x10+TTx10Cu	36.09	44	1.04	2.81	32
S1.2.2 C. TRA. ESP	10000	50	3x4+TTx4Cu	18.04	24	1.61	3.38	20
S1.2.3 C. TRA. REF	10000	60	3x4+TTx4Cu	18.04	24	1.93	3.7	20
S1.2.4 C. TRA. BAR	20000	70	3x10+TTx10Cu	36.09	44	1.82	3.59	32
S1.2.5 C. TRA. OTR	10000	70	3x4+TTx4Cu	18.04	24	2.25	4.02	20
S1.2.6 B. RE. ANA	110400	40	3x70+TTx35Cu	199.19 115.01	149	0.82	2.58	63
S1.2.7 AIRE. SUP.	36800	60	3x10+TTx10Cu	66.4 38.34	44	2.9	4.67	32
S1.2.8 AIRE. FLO.	55200	100	3x25+TTx16Cu	99.6 57.5	77	2.84	4.61	40

Tabla 120: Subcuadro S1.2 AGU.RES

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S1.2.1 C. TRA. LAV	40	3x10+TTx10Cu	18.65	22	1026.32	1.26	40;B,C,D
S1.2.2 C. TRA. ESP	50	3x4+TTx4Cu	18.65	22	354.36	1.69	20;B,C
S1.2.3 C. TRA. REF	60	3x4+TTx4Cu	18.65	22	297.14	2.4	20;B,C
S1.2.4 C. TRA. BAR	70	3x10+TTx10Cu	18.65	22	614.86	3.5	40;B,C
S1.2.5 C. TRA. OTR	70	3x4+TTx4Cu	18.65	22	255.83	3.23	20;B,C
S1.2.6 B. RE. ANA	40	3x70+TTx35Cu	18.65	22	4344.93	3.43	250;B,C
S1.2.7 AIRE. SUP.	60	3x10+TTx10Cu	18.65	22	709.71	2.63	100;B
S1.2.8 AIRE. FLO.	100	3x25+TTx16Cu	18.65	22	1026.32	7.85	100;B,C

Tabla 121: Cortocircuito S1.2 AGU.RES

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.3.1 TOR. REFR1	30000	40	3x25+TTx16Cu	54.13	77	0.61	2.25	40
S1.3.2 TOR. REFR2	30000	50	3x25+TTx16Cu	54.13	77	0.77	2.4	40
S1.3.13TOR. REFR3	30000	60	3x25+TTx16Cu	54.13	77	0.92	2.56	40

Tabla 122: Subcuadro S1.3 C.REFR

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S1.3.1 TOR. REFR1	40	3x25+TTx16Cu	8.63	10	1725.13	2.78	63;B,C,D
S1.3.2 TOR. REFR2	50	3x25+TTx16Cu	8.63	10	1500.27	3.67	63;B,C,D
S1.3.13TOR. REFR3	60	3x25+TTx16Cu	8.63	10	1327.24	4.69	63;B,C,D

Tabla 123: Cortocircuito S1.3 C.REFR

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.4.1 AGU. POT.	9200	40	3x4+TTx4Cu	16.6	24	1.17	1.9	20
S1.4.2 AGU. RIE.	18400	100	3x10+TTx10Cu	33.2	44	2.37	3.09	32

Tabla 124: Subcuadro S1.4 OTR.USOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S1.4.1 AGU. POT.	40	3x4+TTx4Cu	17.01	22	436.84	1.11	20;B,C,D
S1.4.2 AGU. RIE.	100	3x10+TTx10Cu	17.01	22	436.84	6.93	40;B,C

Tabla 125: Cortocircuito S1.4 OTR.USOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1 GEN. VAP.	952480	20	4(3x240+TTx120)Cu	1718.53	1960	0.27	0.67
S2.2 GEN. ELE.	14400	20	3x25+TTx16Cu	25.98	95	0.14	0.53

Tabla 126: Subcuadro S2 C.VAP-ELE

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1 GEN. VAP.	20	4(3x240+TTx120)Cu	71.5	100	32885.19	17.43	2000;B,C
S2.2 GEN. ELE.	20	3x25+TTx16Cu	71.5	100	5376.43	0.29	32;B,C,D

Tabla 127: Cortocircuito S2 C.VAP-ELE

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S2.1.1 B. ALI. AGU	460000	100	2(3x150+TTx95)Cu	829.97 479.19	556	2.01	2.68
S2.1.2 B. ALI. CAL	322000	20	2(3x95+TTx50)Cu	580.98 335.44	414	0.44	1.11
S2.1.3 C. CAL. VAP	90000	20	3x70+TTx35Cu	162.38	171	0.34	1.01
S2.1.4 C. CAL. VAP	90000	30	3x70+TTx35Cu	162.38	171	0.51	1.18
S2.1.5 C. CAL. VAP	90000	40	3x70+TTx35Cu	162.38	171	0.69	1.35
S2.1.6 C. CAL. VAP	90000	50	3x70+TTx35Cu	162.38	171	0.86	1.52
S2.1.7 C. CAL. CAL	90000	60	3x70+TTx35Cu	162.38	171	1.03	1.7

Tabla 128: Subcuadro S2.1 GEN.VAP

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1.1 B. ALI. AGU	100	2(3x150+TTx95)Cu	66.04	70	10895.79	10.03	1000;B,C
S2.1.2 B. ALI. CAL	20	2(3x95+TTx50)Cu	66.04	70	21525.97	1.03	630;B,C,D
S2.1.3 C. CAL. VAP	20	3x70+TTx35Cu	66.04	70	12208.66	0.43	250;B,C,D
S2.1.4 C. CAL. VAP	30	3x70+TTx35Cu	66.04	70	8946.17	0.81	250;B,C,D
S2.1.5 C. CAL. VAP	40	3x70+TTx35Cu	66.04	70	7034.36	1.31	250;B,C,D
S2.1.6 C. CAL. VAP	50	3x70+TTx35Cu	66.04	70	5787.73	1.93	250;B,C,D
S2.1.7 C. CAL. CAL	60	3x70+TTx35Cu	66.04	70	4913.24	2.68	250;B,C

Tabla 129: Cortocircuito S2.1 GEN.VAP

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.2.1 A. TUR. GEN	6000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	18.5	0.9	1.43	20
S2.2.2 A. TUR. GEN	6000	40	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	18.5	1.2	1.73	20
S2.2.3 A. TUR. GEN	6000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	18.5	1.5	2.03	20

Tabla 130: Subcuadro S2.2 GEN.ELE.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S2.2.1 A. TUR. GEN	30	4x2.5+TTx2.5Cu	10.8	15	358.04	0.64	16;B,C,D
S2.2.2 A. TUR. GEN	40	4x2.5+TTx2.5Cu	10.8	15	273.04	1.11	16;B,C
S2.2.3 A. TUR. GEN	50	4x2.5+TTx2.5Cu	10.8	15	220.65	1.7	16;B,C

Tabla 131: Cortocircuito S2.2 GEN.ELE.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1 COM. AIRE	97520	30	4x70+TTx35Cu	175.95	185	0.56	1.72
S3.2 E. REG. MAN.	8100	30	4x25+TTx16Cu	12.99	95	0.12	1.29

Tabla 132: Subcuadro S3 C.A.COMP

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S3.1 COM. AIRE	30	4x70+TTx35Cu	10.41	15	3502.57	5.28	250;B,C
S3.2 E. REG. MAN.	30	4x25+TTx16Cu	10.41	15	2208.67	1.69	16;B,C,D

Tabla 133: Cortocircuito S3 C.A.COMP

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S3.1.1 COMP. AIR1	46000	70	3x10+TTx10Cu	83 47.92	52	4.27	5.99
S3.1.2 COMP. AIR2	46000	80	3x16+TTx16Cu	83 47.92	70	2.93	4.66
S3.1.3 COMP. AIR3	46000	90	3x16+TTx16Cu	83 47.92	70	3.3	5.02

Tabla 134: Subcuadro S3.1 COM.AIRE

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S3.1.1 COMP. AIR1	70	3x10+TTx10Cu	7.03	10	553.64	4.31	100;B
S3.1.2 COMP. AIR2	80	3x16+TTx16Cu	7.03	10	729.12	6.37	100;B
S3.1.3 COMP. AIR3	90	3x16+TTx16Cu	7.03	10	663.41	7.69	100;B

Tabla 135: Cortocircuito S3.1 COM.AIRE

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.2.1 E. REG.MAN1	3000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	0.44	1.73	20
S3.2.2 E. REG.MAN2	3000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	0.59	1.87	20
S3.2.3 E. REG.MAN3	3000	50	3x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	0.73	2.02	20

Tabla 136: Subcuadro S3.2 E.REG.MAN

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S3.2.1 E. REG.MAN1	30	3x2.5+TTx2.5Cu	4.44	4.5	326.71	0.77	16;B,C,D
S3.2.2 E. REG.MAN2	40	3x2.5+TTx2.5Cu	4.44	4.5	254.43	1.28	16;B,C
S3.2.3 E. REG.MAN3	50	3x2.5+TTx2.5Cu	4.44	4.5	208.34	1.9	16;B,C

Tabla 137: Cortocircuito S3.2 E.REG.MAN

4.2 Cálculo de puesta a tierra CT3.4-5

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en cobre y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en cobre.

5. CÁLCULOS CT4

5.1 Demanda de potencia CT4.1

Recogemos en la tabla 18 las potencias instaladas en el CT4.1

DESIGNACIÓN SALIDA	CONSUMO (W)
S1 Estacionamiento	4950
S2 Garita de acceso	3100
S3 Recepción	11000
S4 Edificio administrativo	475955
S5 Centro de Transformación CT 4	5906
S6 Alumbrado exterior	11000
S7 Cuarto control de recepción	48000
TOTAL	559911

Tabla 138: Potencia total instalada en cada salida del CT4.1

Datos generales de la línea TRAF0 3.4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perforada
- Longitud: 4 m; Cos ϕ : 0.96; Xu (m Ω /m): 0.1;
- Potencia aparente trafo: 630 kVA.
- Índice carga c: 0.92.
- Potencia de cálculo: 604800 W

La intensidad de cálculo es la siguiente:

$$I_b = \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cos\phi \eta} = \frac{C_t \cdot S_t}{\sqrt{3} \cdot U} = 1364.03 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(3x240/120+TTx120) mm²Cu

Las características principales de los conductores elegidos son:

- Nivel Aislamiento: Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE.
- Designación del conductor: RV-K

Según la ITC-BT-19 la intensidad máxima admisible a 40 °C para conductores de cobre es de 1470 A.

El factor de corrección para este tipo de cables es igual a 1.

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es de:

$$I_z = 1470 \text{ A.}$$

$$1470 \text{ A} > 1364.03 \text{ A}$$

Las dimensiones de la bandeja perforada que se va a utilizar son: 300x60 mm. Sección útil: 14930 mm².

Cálculo de la Caída de tensión:

$$\Delta U = \frac{L P_c}{\sigma U n S \eta} + \frac{L P_c X_u \operatorname{sen} \varphi}{1000 U n \eta \cos \varphi} = \frac{4 \cdot 604800}{46.89 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 240} + \frac{4 \cdot 604800 \cdot 0.1 \cdot 0.28}{1000 \cdot 400 \cdot 5 \cdot 0.96} = 0.25 \text{ V}$$

La caída de tensión es de 0.25V o del 0.06%

Según la ITC-BT-19 la caída de tensión máxima admisible es del 4.5%

$$0.06\% < 4.5\%$$

La sección elegida es correcta, ya que la caída de tensión de cálculo es inferior a la máxima admisible.

El dispositivo de protección térmica será un interruptor automático tetrapolar con una intensidad nominal de 1600 A.

Como se ha mencionado anteriormente para la protección de los conductores frente a sobrecargas se ha seguido la GUIA-ITC-BT-22. Las características de funcionamiento de estos dispositivos debe cumplir la siguiente condición.

$$I_b \leq I_n$$

En nuestro caso sería:

$$1364.03 \text{ A} < 1600 \text{ A}$$

Queda comprobado que cumple con la condición.

En las tablas siguientes se muestran los resultados de los cálculos justificativos por cuadros y subcuadros. En este caso hay siete salidas y cada salida estará compuesta por un subcuadro con sus correspondientes salidas,

el subcuadro 4 estará compuesto por cinco salidas cada uno con su correspondiente subcuadro de segundo nivel excepto el subcuadro 1 que tendrá dos salidas con su subcuadro de tercer nivel, además dispondrá de la salida de la batería de condensadores. En las tablas 139 y 140 se muestran los datos generales para el CT4.1.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
Trafo 4.1	907200	4	3(3x240/120)Cu	1364.03	1470	0.06	0.06	300x60
S1 S.AUX.EST.	8464.5	400	4x25+TTx16Cu	13.58	95	1.65	1.71	75x60
S12 S.AUX.GAR.	3021	400	4x25+TTx16Cu	4.85	95	0.59	0.65	75x60
S3 S.AUX.REC.	10830	350	4x25+TTx16Cu	17.37	95	1.85	1.91	75x60
S4 EDIF.ANE	432566.16	250	2(4x240+TTx120)Cu	734.56	802	2.98	3.05	300x60
S5 S.AUX.CT4.	4361.56	10	4x25+TTx16Cu	7	95	0.02	0.08	75x60
S6 S.ALD.EXT.	19800	10	4x25+TTx16Cu	30.08	95	0.1	0.16	75x60
S7 CO.REC.	38400	350	4x50+TTx25Cu	69.28	145	3.34	3.4	75x60
Batería Condensadores	559911	8	2(3x150+TTx95)Cu	555.63	598	0.09	0.15	-

Tabla 139: Cuadro general de mando y protección CT4.1

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	DQ4E IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
Trafo 4.1	4	3(3x240/120)Cu	23.87	22	10576.07	94.77	1600;B
S1 S.AUX.EST.	400	4x25+TTx16Cu	23.49	25	271.17	112.4	16;B,C
S12 S.AUX.GAR.	400	4x25+TTx16Cu	23.49	25	271.17	112.4	16;B,C
S3 S.AUX.REC.	350	4x25+TTx16Cu	23.49	25	309.58	86.24	20;B,C
S4 EDIF.ANE	250	2(4x240+TTx120)Cu	23.49	25	5857.58	88.81	800;B
S5 S.AUX.CT4.	10	4x25+TTx16Cu	23.49	25	6753.66	0.18	16;B,C,D
S6 S.ALD.EXT.	10	4x25+TTx16Cu	23.49	25	6753.66	0.18	32;B,C,D
S7 CO.REC.	350	4x50+TTx25Cu	23.49	25	613.65	87.8	100;B
Batería Condensadores	8	2(3x150+TTx95)Cu	23.49	25	10383.66	11.04	630;B,C

Tabla 140: Cortocircuito CT4.1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S1.1 A. EST. C1N1	1485	100	4x25+TTx16Cu	2.38	95	0.04	1.75
S1.2 A. EST. C1N2	1485	120	4x25+TTx16Cu	2.38	95	0.06	1.77
S1.3 A. EST. C1N3	1485	130	4x25+TTx16Cu	2.38	95	0.06	1.77
S1.4 A. EST. C2N1	1485	150	4x25+TTx16Cu	2.38	95	0.08	1.79
S1.5 A. EST. C2N1	1485	160	4x25+TTx16Cu	2.38	95	0.09	1.8
S1.6 A. EST. C2N3	1485	180	4x25+TTx16Cu	2.38	95	0.1	1.81

Tabla 141: Subcuadro S1 S.AUX.EST.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S1.1 A. EST. C1N1	100	4x25+TTx16Cu	0.6	4.5	217.26	175.11	10;B,C,D
S1.2 A. EST. C1N2	120	4x25+TTx16Cu	0.6	4.5	208.95	189.32	10;B,C,D
S1.3 A. EST. C1N3	130	4x25+TTx16Cu	0.6	4.5	205.03	196.63	10;B,C,D
S1.4 A. EST. C2N1	150	4x25+TTx16Cu	0.6	4.5	197.61	211.66	10;B,C
S1.5 A. EST. C2N1	160	4x25+TTx16Cu	0.6	4.5	194.1	219.38	10;B,C
S1.6 A. EST. C2N3	180	4x25+TTx16Cu	0.6	4.5	187.44	235.25	10;B,C

Tabla 142: Cortocircuito S1 S.AUX.EST.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.1 ALD.GARITA	180	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.29	13.5	0.01	0.66	20
S2.2 TC GARITA	3000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	0.15	0.8	20

Tabla 143: Subcuadro S1.2 S.AUX.GAR

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S2.1 ALD.GARITA	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.6	4.5	191.83	0.81	10;B,C
S2.2 TC GARITA	10	4x2.5+TTx2.5Cu	0.6	4.5	217.26	1.75	16;B,C

Tabla 144: Cortocircuito S1.2 S.AUX.GAR

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.1 ALD.REC.	900	20	4x1.5+TTx1.5Cu	1.44	13.5	0.15	2.05	20
S3.2 BAS.PES.	1500	40	4x2.5+TTx2.5Cu	2.41	18.5	0.29	2.2	20
S3.3 CON. ACC.	2000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	3.21	18.5	0.19	2.1	20
S3.4 ALIM. CCTV	2500	20	4x2.5+TTx2.5Cu	4.01	18.5	0.24	2.15	20
S3.5 ALIM. MEG.	3000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	18.5	0.29	2.2	20
S3.6 S. DET. INC.	1500	20	4x2.5+TTx2.5Cu	2.41	18.5	0.15	2.05	20

Tabla 145: Subcuadro S3 S.AUX.REC.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas Válidas
S3.1 ALD.REC.	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.69	4.5€	159.22	1.17	10;B,C
S3.2 BAS.PES.	40	4x2.5+TTx2.5Cu	0.69	4.5	145.12	3.92	16;B
S3.3 CON. ACC.	20	4x2.5+TTx2.5Cu	0.69	4.5	197.61	2.12	16;B,C
S3.4 ALIM. CCTV	20	4x2.5+TTx2.5Cu	0.69	4.5	197.61	2.12	16;B,C
S3.5 ALIM. MEG.	20	4x2.5+TTx2.5Cu	0.69	4.5	197.61	2.12	16;B,C
S3.6 S. DET. INC.	20	4x2.5+TTx2.5Cu	0.69	4.5	197.61	2.12	16;B,C

Tabla 146: Cortocircuito S3 S.AUX.REC.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.1 E.ADM. TM	222454.69	10	2(4x150+TTx95)Cu	356.77	598	0.09	3.14	150x60
S4.2 E.LABO	126388.8	100	4x150+TTx95Cu	228.04	299	1.09	4.13	100x60
S4.3 E.CSV	49400	50	4x35+TTx16Cu	89.13	96	0.94	3.98	50
S4.4 TALL.INST.	33600	100	4x25+TTx16Cu	60.62	77	1.74	4.79	50
S4.5 SAL.CONT	7200	100	4x25+TTx16Cu	12.99	77	0.35	3.4	50

Tabla 147: Subcuadro S4 EDIF.ANE

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1 E.ADM. TM	10	2(4x150+TTx95)Cu	13	15	5642.78	37.38	400;B,C
S4.2 E.LABO	100	4x150+TTx95Cu	13	15	3219.52	28.71	250;B,C
S4.3 E.CSV	50	4x35+TTx16Cu	13	15	2083.24	3.73	100;B,C,D
S4.4 TALL.INST.	100	4x25+TTx16Cu	13	15	940.17	9.35	63;B,C
S4.5 SAL.CONT	100	4x25+TTx16Cu	13	15	940.17	9.35	16;B,C,D

Tabla 148: Cortocircuito S4 EDIF.ANE

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.1 .1 EDIF.ADM.	86240.7	3	4x70+TTx35Cu	131.03	149	0.05	3.19	63
S4.1 .2 EDIF.T.M.	67041	130	4x185+TTx95Cu	101.86	341	0.58	3.72	100x60

Tabla 149: Subcuadro S4.1 E.ADM.TM

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1 .1 EDIF.ADM.	3	4x70+TTx35Cu	12.52	15	5385.06	2.23	160;B,C,D
S4.1 .2 EDIF.T.M.	130	4x185+TTx95Cu	12.52	15	3069.23	48.05	125;B,C,D

Tabla 150: Cortocircuito S4.1 E.ADM.TM

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.1.1.1 ALD.EA.	24201	50	4x25+TTx16Cu	38.81	95	0.6	3.79	75x60
S4.1.1.2 TC.EA.	81000	50	4x70+TTx35Cu	129.91	149	0.76	3.95	63
S4.1.1.3 ACON.EA.	9000	20	4x25+TTx16Cu	14.43	116	0.09	3.27	-
S4.1.1.4 E.INF.EA.	9000	40	4x25+TTx16Cu	14.43	95	0.18	3.36	-

Tabla 151: Subcuadro S4.1.1 EDIF.ADM

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1.1.1 ALD.EA.	50	4x25+TTx16Cu	11.95	15	1597.04	3.24	40;B,C,D
S4.1.1.2 TC.EA.	50	4x70+TTx35Cu	11.95	15	2960.38	7.39	160;B,C
S4.1.1.3 ACON.EA.	20	4x25+TTx16Cu	11.95	15	2591.5	1.9	16;B,C,D
S4.1.1.4 E.INF.EA.	40	4x25+TTx16Cu	11.95	15	1866.49	2.37	16;B,C,D

Tabla 152: Cortocircuito S4.1.1 EDIF.ADM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.1.2.1 ALD.TM	5832	30	4x4+TTx4Cu	9.35	24	0.54	4.26	25
S4.1.2.2 TC.TM	36000	50	4x25+TTx16Cu	57.74	77	0.93	4.64	50
S4.1.2.3 CAL.TM	24000	50	4x16+TTx16Cu	43.3	59	0.96	4.68	40
S4.1.2.4 MAQ.TM	56875	20	3x50+TTx25Cu	102.62	117	0.3	4.01	50

Tabla 153: Subcuadro S4.1.2 EDIF.TM

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.1.2.1 ALD.TM	30	4x4+TTx4Cu	6.81	10	492.34	0.87	10;B,C,D
S4.1.2.2 TC.TM	50	4x25+TTx16Cu	6.81	10	1288.9	4.98	63;B,C,D
S4.1.2.3 CAL.TM	50	4x16+TTx16Cu	6.81	10	969.03	3.61	50;B,C
S4.1.2.4 MAQ.TM	20	3x50+TTx25Cu	6.81	10	2412.6	5.68	125;B,C

Tabla 154: Cortocircuito S4.1.2 EDIF.TM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.2.1 ALD.LABO	13986	30	4x16+TTx16Cu	22.43	87	0.32	4.45	-
S4.2.2 TC.LABO	72000	30	4x50+TTx25Cu	115.47	117	0.58	4.71	63
S4.2.3 EQU.LABO	72000	30	4x50+TTx25Cu	115.47	117	0.58	4.71	63

Tabla 155: Subcuadro S4.2 E.LABO

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ipcl (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.2.1 ALD.LABO	30	4x16+TTx16Cu	7.15	10	1247.36	3.36	25;B,C,D
S4.2.2 TC LABO	30	4x50+TTx25Cu	7.15	10	2253.77	6.51	125;B,C
S4.2.3 EQU.LABO	30	4x50+TTx25Cu	7.15	10	2253.77	6.51	125;B,C

Tabla 156: Cortocircuito S4.2 E.LABO

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.3.1 COMEDOR	29000	15	4x16+TTx16Cu	46.51	59	0.35	4.33	40
S4.3.2 SERVICIOS	8000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	12.83	18.5	0.41	4.39	20
S4.3.3 VESTUARIOS	15000	15	4x6+TTx6Cu	24.06	32	0.48	4.46	25

Tabla 157: Subcuadro S4.3 E.ECV

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ipcl (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.3.1 COMEDOR	15	4x16+TTx16Cu	4.62	6	1445.39	1.62	50;B,C,D
S4.3.2 SERVICIOS	10	4x2.5+TTx2.5Cu	4.62	6	719.62	0.16	16;B,C,D
S4.3.3 VESTUARIOS	15	4x6+TTx6Cu	4.62	6	954.79	0.52	25;B,C,D

Tabla 158: Cortocircuito S4.3 E.ECV

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.4.1 C.ZON.MED.	10000	40	4x4+TTx4Cu	16.04	24	1.27	6.06	25
S4.4.2 C.ZON.CAL	12000	50	4x25+TTx16Cu	19.25	95	0.29	5.08	-
S4.4.3 C.ZON.REP.	20000	60	4x10+TTx10Cu	32.08	44	1.54	6.33	32

Tabla 159: Subcuadro S4.3 TALL.INST

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Ipcl (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.4.1 C.ZON.MED.	40	4x4+TTx4Cu	2.09	4.5	298.57	2.37	20;B,C
S4.4.2 C.ZON.CAL	50	4x25+TTx16Cu	2.09	4.5	657.84	19.1	20;B,C,D
S4.4.3 C.ZON.REP.	60	4x10+TTx10Cu	2.09	4.5	410.77	7.84	40;B,C

Tabla 160: Cortocircuito s4.3 TALL.INST

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S4.5.1 C.CON.REC.	3000	20	4x25+TTx16Cu	4.81	95	0.03	3.42
S4.5.2 C.CON.RAB.	3000	20	4x25+TTx16Cu	4.81	95	0.03	3.42
S4.5.3 C.CON.ALM	3000	20	4x25+TTx16Cu	4.81	95	0.03	3.42

Tabla 161: Subcuadro S4.5 SAL.CONT.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S4.5.1 C.CON.REC.	20	4x25+TTx16Cu	2.09	4.5	802.48	12.84	16;B,C,D
S4.5.2 C.CON.RAB.	20	4x25+TTx16Cu	2.09	4.5	802.48	12.84	16;B,C,D
S4.5.3 C.CON.ALM	20	4x25+TTx16Cu	2.09	4.5	802.48	12.84	16;B,C,D

Tabla 162: Cortocircuito S4.5 SAL.CONT.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.1 AL.CT4	460.8	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2	15	0.45	0.53	16
S5.2 AL.AUT.CT4	270	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.17	15	0.26	0.35	16
S5.3 TC.CT4	3000	8	2x2.5+TTx2.5Cu	14.49	33	0.73	0.81	-
S5.4 VENTIL.CT4	1500	20	2x2.5+TTx2.5Cu	7.25	33	0.89	0.97	-
S5.5 BAT.c.c. CT4	1000	8	3x2.5+TTx2.5Cu	1.6	26.5	0.04	0.12	-

Tabla 163: Subcuadro S5 S.AUX.CT4

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S5.1 AL.CT4	20	2x1.5+TTx1.5Cu	14.99	15	315.54	0.3	10;B,C,D
S5.2 AL.AUT.CT4	20	2x1.5+TTx1.5Cu	14.99	15	315.54	0.3	10;B,C,D
S5.3 TC.CT4	8	2x2.5+TTx2.5Cu	14.99	15	1027.13	0.12	16;B,C,D
S5.4 VENTIL.CT4	20	2x2.5+TTx2.5Cu	14.99	15	444.44	0.65	16;B,C,D
S5.5 BAT.c.c. CT4	8	3x2.5+TTx2.5Cu	14.99	15	1027.13	0.12	16;B,C,D

Tabla 164: Cortocircuito S5 S.AUX.CT4

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S6.1 A.EXT.C1N1	2475	340	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.26	0.42
S6.2 A.EXT.C1N2	2475	370	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.3	0.46
S6.3 A.EXT.C2N1	2475	340	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.26	0.42
S6.4 A.EXT.C2N2	2475	370	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.3	0.46
S6.5 A.EXT.C3N1	2475	340	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.26	0.42
S6.6 A.EXT.C3N2	2475	370	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.3	0.46
S6.7 A.EXT.C4N1	2475	340	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.26	0.42
S6.8 A.EXT.C4N2	2475	370	4x25+TTx16Cu	3.97	95	0.3	0.46

Tabla 165: Subcuadro S6 S.ALD.EXT.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S6.1 A.EXT.C1N1	340	4x25+TTx16Cu	14.99	15	309.58	86.24	10;B,C,D
S6.2 A.EXT.C1N2	370	4x25+TTx16Cu	14.99	15	285.33	101.52	10;B,C,D
S6.3 A.EXT.C2N1	340	4x25+TTx16Cu	14.99	15	309.58	86.24	10;B,C,D
S6.4 A.EXT.C2N2	370	4x25+TTx16Cu	14.99	15	285.33	101.52	10;B,C,D
S6.5 A.EXT.C3N1	340	4x25+TTx16Cu	14.99	15	309.58	86.24	10;B,C,D
S6.6 A.EXT.C3N2	370	4x25+TTx16Cu	14.99	15	285.33	101.52	10;B,C,D
S6.7 A.EXT.C4N1	340	4x25+TTx16Cu	14.99	15	309.58	86.24	10;B,C,D
S6.8 A.EXT.C4N2	370	4x25+TTx16Cu	14.99	15	285.33	101.52	10;B,C,D

Tabla 166: Cortocircuito S6 S.ALD.EXT.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
S7.1 C.REC.Z1	18000	40	3x25+TTx16Cu	32.48	95	0.35	3.76
S7.2 C.REC.Z2	18000	50	3x25+TTx16Cu	32.48	95	0.44	3.85
S7.3 C.REC.Z3	12000	60	3x25+TTx16Cu	21.65	95	0.35	3.76

Tabla 167: Subcuadro S7 CO.REC.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
S7.1 C.REC.Z1	40	3x25+TTx16Cu	1.36	4.5	501.19	32.91	40;B,C
S7.2 C.REC.Z2	50	3x25+TTx16Cu	1.36	4.5	479.23	35.99	40;B,C
S7.3 C.REC.Z3	60	3x25+TTx16Cu	1.36	4.5	459.11	39.21	25;B,C

Tabla 168: Cortocircuito S7 CO.REC.

5.2 Cálculo de puesta a tierra CT4.1

La resistividad del terreno es de $300\Omega\text{m}$.

El electrodo escogido para la puesta a tierra está compuesto por los siguientes elementos:

- 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.
- 1 pica de 2 m de acero recubierto cobre de 14 mm de diámetro.

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de $17.85\ \Omega$

Los conductores de protección, se han calculado siguiendo la norma ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

La línea principal de tierra no será inferior a 16mm^2 en cobre y la línea de enlace con tierra no será inferior a 25mm^2 en cobre.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1.	CONDICIONES FACULTATIVAS.....	147
1.1	Técnico director de obra.....	147
1.2	Constructor.....	147
1.3	Verificación de los documentos del proyecto.....	148
1.4	Pan de seguridad y salud en el trabajo.....	148
1.5	Presencia del constructor o instalador en la obra.....	149
1.6	Trabajos no estipulados expresamente.....	149
1.7	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	149
1.8	Reclamaciones contra órdenes de la dirección facultativa.....	150
1.9	Faltas de personal.....	150
1.10	Caminos y accesos.....	150
1.11	Replanteo.....	151
1.12	Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos.....	151
1.13	Orden de los trabajos.....	151
1.14	Facilidades para otros contratistas.....	151
1.15	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	152
1.16	Prórroga por causa de fuerza mayor.....	152
1.17	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	152
1.18	Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	152
1.19	Obras ocultas.....	152
1.20	Trabajos defectuosos.....	153
1.21	Vicios ocultos.....	153
1.22	Procedencia de los materiales y los aparatos.....	153
1.23	Materiales no utilizables.....	154
1.24	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	154
1.25	Limpieza de las obras.....	154
1.26	Documentación final de la obra.....	154
1.27	Plazo de garantía.....	154
1.28	Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	155

1.29	La recepción definitiva.....	155
1.30	Prórroga del plazo de garantía.....	155
1.31	Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	155
2.	CONDICIONES ECONÓMICAS	156
2.1	Composición de los precios unitarios.....	156
2.2	Precio de contrata, importe de contrata.....	157
2.3	Precios contradictorios.....	157
2.4	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	157
2.5	Revisión de los precios contratados.....	158
2.6	Acopio de materiales.....	158
2.7	Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	158
2.8	Relaciones valoradas y certificación.....	159
2.9	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	159
2.10	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	160
2.11	Pagos.....	160
2.12	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	160
2.13	Demoras de los pagos.....	161
2.14	Mejoras y aumentos de obra, casos contrarios.....	161
2.15	Unidades de obras defectuosas pero aceptables.....	161
2.16	Seguro de las obras.....	161
2.17	Conservación de la obra.....	162
2.18	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	163
3.	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSIÓN	164
3.1	Centro de transformación.....	164
3.2	Red de distribución subterránea de media tensión.....	171
4.	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN	181
4.1	Condiciones generales.....	181
4.2	Canalizaciones eléctricas.....	181
4.3	Conductores.....	189

4.4	Cajas de empalme.	192
4.5	Mecanismos y tomas de corriente.....	193
4.6	Aparamenta de mando y protección.....	193
4.7	Receptores de alumbrado.	199
4.8	Receptores a motor.....	201
4.9	Puesta a tierra.	204
4.10	Inspecciones y prueba en fábrica.	207
4.11	Control.....	207
4.12	Seguridad.....	208
4.13	Limpieza.....	209
4.14	Mantenimiento.	209
4.15	Criterios de medición.	209

1. CONDICIONES FACULTATIVAS

1.1 Técnico director de obra.

Corresponde al Técnico Director:

Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.

Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.

Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.

Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.

Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador,

Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.

Suscribir el certificado final de la obra.

1.2 Constructor

Corresponde al Constructor o Instalador:

Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.

Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

1.3 Verificación de los documentos del proyecto

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

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

1.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo

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

1.5 Presencia del constructor o instalador en la obra

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

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

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.6 Trabajos no estipulados expresamente.

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

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

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

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

1.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e

instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

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

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

1.8 Reclamaciones contra órdenes de la dirección facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

1.9 Faltas de personal.

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

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

1.10 Caminos y accesos.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

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

1.11 Replanteo.

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

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

1.12 Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos.

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

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

1.13 Orden de los trabajos.

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

1.14 Facilidades para otros contratistas.

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

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

1.15 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

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

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

1.16 Prórroga por causa de fuerza mayor.

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

1.17 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

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

1.18 Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

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

1.19 Obras ocultas.

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

1.20 Trabajos defectuosos.

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

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

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

1.21 Vicios ocultos.

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

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

1.22 Procedencia de los materiales y los aparatos.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y

aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.23 Materiales no utilizables.

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

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

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

1.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

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

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

1.25 Limpieza de las obras.

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

1.26 Documentación final de la obra.

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

1.27 Plazo de garantía.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

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

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

1.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

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

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

1.29 La recepción definitiva.

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

1.30 Prórroga del plazo de garantía.

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

1.31 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

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

2. CONDICIONES ECONÓMICAS

2.1 Composición de los precios unitarios.

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

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.
- Se considerarán costes indirectos:
 - Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.
- Se considerarán Gastos Generales:
 - Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).
- Beneficio Industrial:
 - El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.
- Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.
- Precio de Contrata:
- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

2.2 Precio de contrata, importe de contrata.

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

2.3 Precios contradictorios.

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

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

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

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

2.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.

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

2.5 Revisión de los precios contratados

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

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones

Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

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

2.6 Acopio de materiales.

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

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

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

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

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

2.8 Relaciones valoradas y certificación.

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

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

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

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

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

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

2.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que

tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

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

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existiesen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista, y con anterior a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

2.11 Pagos.

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

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

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

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

2.13 Demoras de los pagos.

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

2.14 Mejoras y aumentos de obra, casos contrarios

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

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

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

2.15 Unidades de obras defectuosas pero aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

2.16 Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contratar los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por

certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

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

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

2.17 Conservación de la obra.

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

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

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

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

2.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.

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

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

3. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSIÓN

3.1 Centro de transformación.

Las principales condiciones que se cumplirán para la implantación de los centros de transformación se explican en los siguientes apartados.

3.1.1 Emplazamiento

La ubicación del centro de transformación es la más idónea para asegurar buenas condiciones de explotación y mantenimiento del recinto. El acceso se realizará siempre desde la vía pública y permitirá la extendida de todas las canalizaciones subterráneas previstas.

El nivel mínimo de solera quedará obligatoriamente 30 cm por encima del nivel freático más alto.

3.1.2 Accesos.

Se podrá acceder directamente y de forma permanente desde la vía pública y permitirá la libre entrada de personal y material. Se dejará paso libre permanente para los equipos de emergencia incluso con las puertas del centro de transformación abiertas.

El suelo por donde se ha de desplazar el transformador para su emplazamiento definitivo tendrá que soportar una carga rodante de 4.000 daN soportada sobre cuatro ruedas equidistantes.

Los accesos y ventilaciones cumplirán las distancias reglamentarias y condiciones de seguridad indicadas en la NBE-CPI96 y en la ITC MIE-RAT 14.

3.1.3 Dimensiones del centro de transformación.

Se dimensiona de forma que:

- Pueda dar cabida a una tercera celda de línea de media tensión a todos los elementos y maquinaria necesarios para la realización de la instalación.
- La ejecución de las maniobras propias de la explotación en condiciones adecuadas para la seguridad del personal.
- Las tareas de mantenimiento y/o sustitución de elementos.

3.1.4 Criterios constructivos.

Los elementos delimitadores del centro de transformación así como los elementos estructurales en su interior tendrán una resistencia al fuego mínima RF240 y los materiales constructivos del revestimiento interior serán de la clase MO.

Se instalará una capa impermeabilizante exterior que impida la filtración de humedades. No contendrá en su interior canalizaciones alienas a las de la compañía eléctrica.

Los paramentos verticales interiores estarán recubiertos con mortero de cemento hasta una altura de 1,5 metros y acabados con pintura plástica de color blanco.

Se protegerán los elementos metálicos contra oxidación.

Los cables entrarán al C.T. a través de canalizaciones que lleguen hasta las celdas con cuadros correspondientes. El radio de curvatura de cualquier conductor no será nunca inferior a 0,60 metros. Las canalizaciones tendrán una ligera pendiente descendente hacia el exterior del 2 %.

El acabado final será tal que integre al centro de transformación en el entorno donde se ubica.

3.1.5 Insonorización, anti-vibratorias y anti-radiación electromagnética.

Se preverán sistemas de insonorización por tal de evitar la transmisión de vibraciones molestas. Las medidas podrán ser la colocación de pantallas o revestimientos murales o bien combinación de los dos.

Las pantallas serán de materiales auto extingüibles y no propagadoras de llama.

Los materiales fonoabsorbentes y la protección contra radiaciones electromagnéticas vendrán determinadas por los niveles de emisión predeterminados y se establecerá la solución constructiva de acuerdo con las prescripciones de la empresa suministradora.

3.1.6 Puertas y tapas de acceso.

Las puertas abrirán hacia el exterior y se tendrán que abatir sobre el paramento, las salientes se reducirán al mínimo.

La carpintería y cerrajería serán metálicas con solidez por tal de garantizar la inaccesibilidad. El grado mínimo de protección será IP 23.

Las dimensiones de las puertas de acceso serán las adecuadas para permitir el paso. Las dimensiones de las puertas de acceso a la sala de celdas permitirá el paso de las celdas de media tensión.

3.1.7 Rejilla de ventilación.

Se dispondrá de un sistema de rejillas que impida la entrada de agua y pequeños animales. La ventilación del centro de transformación se calcula por tal de evacuar el calor producido en su interior.

Las rejas de ventilación estarán insertadas en las puertas de acceso y estarán constituidas por un marco y un sistema de láminas que impida la introducción de objetos.

3.1.8 Pantallas de protección.

El compartimiento de ubicación del transformador estará protegido por tal de impedir el contacto accidental de las personas con partes en tensión, mediante pantallas macizas metálicas desmontables con un grado de protección mínimo IP 20 las cuales dispondrán de una mira transparente de 400 x 200 mm situada a 1,5 metros del suelo.

Las pantallas y los soportes se conectarán a tierra.

3.1.9 Celdas de media tensión.

La aparamenta de media tensión, estará constituida por conjuntos modulares compactos. Dispondrán de corte y aislamiento en atmósfera SF6.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra (p.a.t.), con tres posiciones de trabajo (abierto, cerrado y puesta a tierra), constarán de sistemas de enclavamiento que impidan el cierre simultáneo de ambos. El interruptor tendrá que poder soportar el 100 % de carga, 100 maniobras de abertura y cierre, siendo de categoría B según norma CEI256.

Las cubas que contienen SF6 estarán bajo sobrepresión de 0,3 bar y dispondrán de hermetismo que asegure la no propagación de gas. Dispondrá de mecanismos para la disipación de sobrepresiones.

Se instalarán dispositivos de bloqueo mecánico en cualquier eje de accionamiento.

Los accionamientos de las celdas se encontrarán situados en la frontal de la celda a una altura que permita la correcta manipulación de estas.

El aislamiento se realiza mediante gas SF6, situado en cubas en los módulos donde se encuentren los aparatos de maniobra y el embarrado.

Las celdas compactas, son de reducidas dimensiones con diversas funciones integradas en una única envolvente metálica totalmente llena de gas SF6.

En una única envolvente metálica se agrupan las funciones de media tensión que permiten la maniobra de la red, así como la conexión, alimentación y la protección de los transformadores.

Función de línea con interruptor-seccionador para maniobrar la entrada o salida de línea del centro de transformación.

Función de protección del transformador con interruptor-fusible combinado.

Seccionadores de puesta a tierra. Con poder de cierre (40 kA valor cresta) en todas las funciones.

Características no eléctricas:

- Grado de protección general: IP 337
- Grado de protección cuba de gas: IP 642
- Temperatura de trabajo: de -5 a +40 °C
- Temperatura ambiente de funcionamiento: 35 °C

Celda de línea:

Las celdas de línea están constituidas por un interruptor seccionador de accionamiento manual con tres posiciones:

Conexión – Seccionamiento – Puesta a tierra.

El accionamiento del aparato es exclusivamente manual, se realiza mediante una palanca que se introduce en el alojamiento del eje de accionamiento que corresponda según la maniobra a realizar. Disponen de dos alojamientos uno para abrir o cerrar el interruptor y otro para abrir o cerrar el seccionador de puesta a tierra.

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

- El interruptor-seccionado y el seccionado de p.a.t. no pueden estar cerrados simultáneamente.
- El interruptor-seccionado y los seccionadores de p.a.t. disponen de un dispositivo que permite bloquear la maniobra, tanto en la posición de abierto como en la de cerrado.
- La tapa de acceso a los terminales, está enclavada con el correspondiente seccionado de p.a.t. (opcionalmente puede eliminarse este enclavamiento).

Celda de protección del transformador:

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

El accionamiento del interruptor en esta celda es siempre manual en la que al cierre se refiere, la abertura se puede realizar de forma manual o automática. En esta último caso se puede producir por la actuación de la bobina de desconexión accionado por el termómetro del transformado (protección de los transformadores contra sobre temperaturas), o bien por la fusión de un fusible.

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

- La acción del percutor de un fusible cuando este se funde.
- La sobrepresión interna del porta-fusibles por calentamiento excesivo del fusible.

3.1.10 Compartimiento de aparamenta de media tensión.

Estará lleno de gas SF₆ y sellado. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante la vida útil del centro de transformación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,3 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimiento de paramenta estará limitada por la abertura de la parte posterior del depósito. Los gases serán canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna proyección en la parte frontal.

Las maniobras de abertura y cierre de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF₆, tendrá que tener un poder de corte en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

3.1.11 Compartimiento del juego de barras de media tensión.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante roscas Allen de métrica 8. El par será de 2,8 m·daN.

3.1.12 Compartimiento de mando de media tensión.

Se podrá conectar cables unipolares de aislamiento seco. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de abertura y/o cierre.

- Contactos auxiliares.

Este compartimiento tendrá que ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión del centro.

3.1.13 Compartimiento de control de media tensión.

En el caso de mandos motorizados, este compartimiento estará equipado de bornes de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimiento, será accesible en tensión tanto en barras como en los cables.

3.1.14 Transformadores.

Se instalarán dos transformadores trifásicos, con neutro accesible en baja tensión, refrigeración natural, en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable en desconexión.

Cada transformador se colocará sobre los carriles instalados a tal efecto.

Se instalará así mismo un pozo de recogida de aceite con protección contra llamas tal como piedras de río o similar. Se instalará un termómetro con contactos eléctricos ajustables como protección contra sobre-temperaturas del transformador (se trata de un transformador de baño en aceite), el mismo termómetro actúa como protección contra sobrecargas, mientras que los fusibles de media tensión actúan como protección contra cortocircuitos asociados al interruptor-seccionador para maniobra del transformador.

El cuadro de paramenta del transformador, dispondrá así mismo de dos salidas de servicios auxiliares para el propio transformador (una para el termómetro y la otra para el alumbrado del centro de transformación). Se preverá espacio suficiente para la instalación de una tercera celda de línea que puede ser instalada por prescripción de la empresa distribuidora.

3.1.15 Normas de ejecución de las instalaciones.

Todas las normas de construcción e instalación, se ajustarán en todo caso a los planos, mediciones y cualidades que se expresan, así como en las directrices que la dirección facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que pudiesen afectar, emitidas por organismos oficiales y en particular las de la empresa suministradora.

La adquisición de materiales, se hará de forma que estos no padezcan alteraciones durante su depósito en la obra, habiéndose de retirar y reposar todos los que hubiesen sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

3.1.16 Pruebas reglamentarias.

La paramenta eléctrica que compone al instalación tendrá que ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA según las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad autorizada y acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, en la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia de los sistemas de puesta a tierra (p.a.t.).
- Tensiones de paso y de contacto.

3.1.17 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

Queda prohibida la entrada al recinto de personal ajeno a la empresa suministradora, a tal efecto se instalarán cerraduras y bloqueos mecánicos establecidos y homologados por la empresa suministradora.

Una vez la instalación esté finalizada y se hayan realizado las pruebas y comprobaciones correspondientes y el cliente esté en disposición de todos los permisos requeridos, la instalación será cedida por el cliente a la empresa suministradora por tal de proceder a la puesta en servicio dentro de la red de distribución pública.

El procedimiento para la puesta en servicio en coordinación con el centro de mando será conectar primeramente los seccionadores de la parte de media tensión, y posteriormente el interruptor de media tensión (dejando en vacío el transformador).

Posteriormente se conectará el interruptor de baja tensión del cuadro de baja tensión pudiéndose entonces instalar los fusibles de baja tensión en el cuadro de baja tensión.

Las tareas de puesta en funcionamiento así como la reparación de cualquier anomalía irán a cargo de la empresa suministradora.

Las tareas de mantenimiento, maniobra o puesta fuera de servicio irán a cargo de la empresa suministradora de acuerdo con las condiciones de cesión de las instalaciones y los contratos establecidos.

El cliente no se hará responsable de averías y/o defectos una vez la instalación haya estado cedida y se hayan cumplido los plazos de garantía.

3.2 Red de distribución subterránea de media tensión.

3.2.1 Estructura.

Se trata de una red trifásica, alterna y mallada de tensión nominal 13.2 kV.

3.2.2 Extendida de cables.

Cuando se desplace la bobina en tierra haciéndola rodar, hay que vigilar que el sentido de rotación sea el que se indica en la misma bobina, con la finalidad de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no se almacenará sobre suelos blandos.

Antes de comenzar la extendida del cable, se estudiará el punto más apropiado para el emplazamiento de la bobina, generalmente para facilitar en la tendida: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo.

Se tiene que evitar emplazar la bobina si hay muchos pasos entubados, procurando colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos.

Para la extendida, la bobina siempre estará elevada y sujeta por una barra transversal y gatos hidráulicos adecuados al peso de la misma.

Los cables siempre serán desenrollados y puestos en su sitio con la mayor atención posible, evitando la torsión, bucles y teniendo en consideración que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro, durante la extendida y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Si la extendida se hace a mano, el número de operarios será adecuado y estarán distribuidos uniformemente a lo largo de la zanja.

Si la extendida por lo contrario se realiza con cabrestante, estirando del extremo del cable al que se tiene que adoptar una cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por mm² de conductor no tendrá que sobrepasar lo indicado por el fabricante (nunca será superior a 4 kg/mm²) en cables trifásicos de cobre y la mitad para conductores de aluminio. El cabrestante tendrá que constar obligatoriamente de un dinamómetro para la medida del esfuerzo.

La extendida, se realizará obligatoriamente sobre rodetes que puedan girar ligeramente y contruidos de forma que no puedan afectar a los conductores.

Se colocarán rodetes cada 3 metros aproximadamente en alineaciones así como en todas las curvas, cambios de dirección o puntos con aristas cortantes de forma que el radio de curvatura no sea menor a 20 veces el diámetro del cable.

Durante la extendida del cable se tomarán precauciones para evitar golpes y cortes que deterioren el aislamiento de los conductores.

El cable siempre se desplazará lateralmente a mano y solo se podrá desenrollar fuera de la zanja bajo la supervisión del técnico de obra.

La zanja estará cubierta en toda su longitud de una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de iniciar la extendida de los conductores. No se dejarán nunca cables descubiertos en una zanja abierta sin haberlos cubierto antes con 15 cm de arena y planchas de PE. Los extremos de los cables quedarán protegidos.

Las zanjas una vez abiertas y antes de iniciar la extendida de los conductores, se recorrerán con detenimiento por tal de comprobar que no hubiese restas de roca u otros elementos en el fondo que puedan deteriorar los cables.

Los conductores se embridarán cada dos metros aproximadamente y se marcarán con cintas adhesivas de colores diferentes con un código de colores estipulado.

Cuando el cable se extienda a mano o con cabrestante y dinamómetros y se tenga que entubar, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, el cual llevará incorporado un dispositivo para la estirada y siempre vigilando el esfuerzo de tracción.

Se situará un operario en cada boca del tubo, por tal de guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o fricciones en el tramo del cruce.

Los cables de baja tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo, dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se pasarán dos circuitos trifásicos de bajo tensión por un mismo tubo.

Se evitará las canalizaciones con grandes tramos entubados o en caso contrario, se instalarán arquetas intermedias.

Una vez extendido el cable dentro de tubos, se tapanán con mortero aislante o similar, para evitar la inundación de los tubos o la entrada de tierras u otros elementos.

3.2.3 Trazado de línea.

Las canalizaciones se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados y de acuerdo con el proyecto.

El trazado será rectilíneo, paralelo a las aceras y fachadas, con especial atención por tal de no afectar a los cimientos de los mismos.

Antes de iniciar los trabajos, se marcará el pavimento en las zonas donde se abrirán zanjas.

Se abrirán catas de reconocimiento antes de iniciar la abertura de las zanjas por tal de confirmar o rectificar el trazado previsto.

El radio mínimo de curvatura de las zanjas, no podrá ser inferior a 10 veces el diámetro de los cables que se vayan a instalar en la posición definitiva y 20 veces en la extendida.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad determinada.

Se eliminará toda rugosidad del fondo que pudiese afectar la cubierta de los cables y se extenderá una capa de arena fina de 10 cm para cama de los cables.

Será obligatorio dejar un paso de 50 cm. Entre la zanja y las tierras estrechas, con la finalidad de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar caídas de tierras en la zanja.

3.2.4 Abertura zanja, disposición de conductores, protección y reposición de la zanja.

Antes de proceder a la abertura de las zanjas, se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

La abertura de zanja con medios mecánicos se realizará en aquellos puntos y fases de la excavación en los que no suponga ningún peligro para los operarios ni para los servicios existentes en su utilización.

La maquinaria a utilizar será la adecuada para los trabajos a realizar y su manipulación será por parte de personal formado por su utilización.

La abertura de zanja manualmente se realizará cuando haya peligro de afectar algún servicio existente. Las herramientas utilizadas serán manipuladas por personal debidamente formado para su utilización.

Una vez se proceda a la extracción de tierras, hay que dejar una distancia mínima de 50 cm a los lados de la zanja por tal de evitar vertimientos.

La zanja tiene que quedar protegida por vallas u otros elementos de protección adecuados por tal de asegurar el bienestar de viandantes y vehículos.

Los nuevos circuitos, se instalarán bajo acera o calzada. El trazado será rectilíneo, paralelo en su longitud a aceras. Hay un radio mínimo de curvatura a prever en las curvas que tendrá que ser mayor de 20 veces el diámetro del conductor.

La profundidad de la zanja para líneas de media tensión instaladas en acera y según normativa de compañía es de 90 cm y de 110 cm para las instaladas en calzada o en cruces de calles.

En caso de tratarse de un vado de vehículos no pesados se protegerá el circuito mediante tubo seco de adecuada resistencia mecánica (mirar apartado Protecciones), si se considera un vado de vehículos pesados el cruce se realizará mediante tubo de polietileno hormigonado.

La anchura variará según el nombre de circuitos instalados, en el apartado de planos se adjunta un seguido de croquis de zanjas tipo según el nombre de circuitos instalados.

Si las condiciones del terreno lo exige la zanja se tendrá que entibar para evitar la caída de rocas al fondo. Antes de proceder a la extendida se tiene que retirar toda la roca de la extracción. Una vez el fondo de la ras esté completamente limpio, se depositará una cama de arena de 6 a 10 cm (arena de río o similar, sin piedras con aristas cortantes).

La profundidad mínima del circuito de media tensión extendido será de 80 cm en su parte más alta y en las zanjas abiertas en acera y de 90 cm en su parte más alta en las zanjas abiertas en calzada o en cruces de calles.

En el caso del nuevo plan parcial y a menos que las indicaciones de compañía sean contrarias, los nuevos circuitos se tienen que instalar en acera, es decir a una profundidad mínima de 80 cm.

Después de extender el conductor y encintar las fases cada 1,5 metros aproximadamente, se procederá a extender otra cama de arena de protección sobre el circuito de un grosor de 24 cm aproximadamente, sobre el cual ya se procederá a instalar las protecciones con planchas de PE con el anagrama de la empresa suministradora y donde se indique con claridad la existencia de cables eléctricos.

Los primeros 30 cm por encima de las planchas de polietileno se depositará tierra exenta de roca, llenando por capas de 15 cm y compactando mediante medios mecánicos.

Si fuese necesario se regaría el terreno para una buena compactación.

Después de llenar con tierras adecuadas y a una profundidad aproximada de 15 cm a nivel de superficie, se instalará la pertinente cinta de atención donde se indica la existencia de cables eléctricos.

Es obligatoria la instalación de una plancha de polietileno y de una cinta de atención para cada circuito instalado, de otra forma la compañía en virtud de

propietaria de la instalación puede adoptar medidas al respecto (ver apartado Protecciones).

3.2.5 Rellano de zanjas.

Para el relleno de las zanjas, se actuará de acuerdo a las prescripciones técnicas de los jefes de obra de la empresa suministradora y dependiendo de las rocas extraídas, se podrá exigir la adquisición de tierras “nuevas” o bien autorizar la reutilización de las tierras de la propia extracción.

El relleno, se realizará por capas de 15 cm de espesor con compactación mecánica. En el fondo de la zanja, se depositará una capa de arena fina de 4 cm de espesor la cual cubrirá el ancho total de la zanja.

El grosor mínimo de la cama en el fondo de la zanja será de 16 cm.

Se utilizará arena limpia, exenta de roca o sustancias orgánicas o particulares de tierra, en caso necesario se limpiará y se efectuará un cribado de las tierras.

Los primeros 30 cm por encima de la placa de PE, se tendrá que rellenar con tierras de nueva adquisición y libre de roca.

Si es necesario, se regarán las diversas capas por tal de conseguir una mayor consistencia del terreno.

Las rocas de la extracción se retirarán en un vertedero donde serán tratados convenientemente.

3.2.6 Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán iguales a los anteriores en la abertura de la zanja.

Los pavimentos se reposaran de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por la empresa propietaria de los mismos.

El pavimento reposado tendrá que seguir con homogeneidad al anterior.

Todos los materiales serán de nueva adquisición a excepción de aquellos pavimentos especiales como adoquinados, aceras de granito o similares los cuales se reinstalarán con cuidado de no afectar los elementos.

3.2.7 Vallado y señalización.

La zona de trabajo estará convenientemente vallada y dispondrá de las señalizaciones necesarias y de la iluminación nocturna en color ámbar o rojo.

El vallado tendrá que abarcar todo elemento que altere la superficie vial y será continuo en todo el perímetro y con vallas consistentes y perfectamente

alineadas, delimitando todos los espacios destinados a viandantes, tráfico rodado y canalización.

La obra será identificada mediante carteles normalizados por el ayuntamiento.

Se instalará la señalización vertical necesaria para garantizar la seguridad de viandantes, automovilistas y personal de obra. Las señales de tráfico a disponer serán como mínimo, las exigidas por el Código de Circulación y las Ordenanzas vigentes.

3.2.8 Distancias de seguridad reglamentaria. Cruces.

Las líneas de M.T. según normativa de compañía tienen que respetar unas distancias reglamentarias que se detallan a continuación:

Calles y carreteras:

Los cruces, se realizarán con tubos hormigonados en toda la longitud a una profundidad mínima de un metro y perpendicularmente al eje vial. Los tubos serán los indicados en el apartado protecciones.

Cables de energía eléctrica:

Entre cables de media tensión, la distancia del cruce será de 20 cm. Con cables de baja tensión será de 25 cm.

Si hay algún empalme, la distancia del cruce a este tiene que ser de un metro como mínimo.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de PE o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Cables de telecomunicaciones: La distancia será de 20 cm.

Si hay algún empalme, la distancia del cruce a este tiene que ser de un metro como mínimo.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de PE o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Canalizaciones de agua y/o gas: La distancia será de 20 cm.

No se puede cruzar por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua y gas o de los entroncamientos de media tensión.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

3.2.9 Distancias de seguridad reglamentaria. Paralelismos.

Se evitará que los cables de media tensión queden en el mismo plano vertical que el resto de conducciones.

Conductores de energía eléctrica:

Entre cables de media tensión la distancia será de 20 cm. Con cables de baja tensión será de 25 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Cables de telecomunicaciones:

La distancia será de 25 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Canalización de agua y/o gas:

La distancia será de 25 cm, excepto si la canalización de gas es de alta presión (4 bar), caso en que la distancia será de 40 cm.

La distancia mínima entre entroncamientos de energía eléctrica y juntas de canalizaciones será de un metro.

Se procurará también mantener una distancia de 25 cm en proyección horizontal.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

Hay que procurar que las conducciones de agua y gas queden por debajo del circuito eléctrico.

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán medidas para evitar la posible acumulación de gas: tapar las bocas y conductos y asegurar la ventilación de las cámaras de registro de la canalización eléctrica o rellenarlas con arena.

3.2.10 Distancias de seguridad reglamentaria. Proximidades alcantarillado.

Hay que procurar pasar los cables de energía eléctrica por encima del alcantarillado.

No se puede incidir en su interior, si no se puede se pasará por bajo, disponiendo los cables con una protección adecuada resistencia mecánica.

Acometidas:

Hay que mantener una distancia de 30 cm.

En caso de imposibilidad de cumplir las distancias, el último cable extendido se protegerá mediante tubos de polietileno o divisorias de resistencia adecuada (ladrillos macizos).

La entrada a acometidas o conexiones de servicio de las instalaciones, tanto en baja tensión, como en media tensión se tiene que taponar con mortero aislante hasta conseguir una estanqueidad perfecta (para evitar incidentes en caso de haber fugas de gas).

Depósitos de carburante:

Se tiene que disponer los cables bajo tubos de resistencia adecuada y a una distancia mínima de 1,20 metros del depósito. Los extremos sobrepasarán al depósito en dos metros por cada extrema y se tapanarán para conseguir la estanqueidad.

3.2.11 Conductores de media tensión.

Los conductores utilizados serán diferentes para cada centro de transformación. En el documento “Cálculos Justificativos” se explican las características principales de los conductores utilizados para cada uno de ellos.

3.2.12 Protección contra sobreintensidades.

Se utilizarán interruptores automáticos asociados a relés de protección que estarán colocados en las cabeceras de los cables subterráneos.

Hay que evitar que un cable en servicio permanente tenga sobrecarga superior al 25% durante un máximo de una hora y que el intervalo sucesivo entre dos sobrecargas sea inferior a 6 horas.

El límite establecido por la compañía es de 100 sobrecargas máximas por año y de 500 en la vida útil del conductor.

Protección contra defectos:

- Tendrá que estar protegido por las protecciones, las cuales garantizarán que las posibles faltas afecten al conductor.

3.2.13 Protección contra sobretensiones.

Se utilizarán pararrayos de características adecuadas (en lugares adecuados como por ejemplo en las conversiones).

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del conductor y el nivel de protección del pararrayos será del 80 %.

3.2.14 Protección de los circuitos.

Planchas de polietileno:

Para protección de cables enterrados, se utilizarán planchas de polietileno (PE) con una densidad específica mínima de 0,94 g/cm³ o de polipropileno (PP) con densidad específica mínima de 1 g/cm³.

Estas planchas permiten acoplarse entre ellas longitudinalmente y transversalmente.

Llevaran las siguientes rotulaciones estampadas:

Serial de advertencia de riesgo eléctrico tipo AE-10.

Inscripción:

“¡ATENCIÓN! CABLES ELÉCTRICOS”.

Marca anagrama del fabricante.

Año de fabricación (dos últimas cifras).

Las siglas y nº siguiente: PPC ETU 0206.

Son de color amarillo S0580-Y10R según UNE 48.103, y presentan una resistencia a la tracción mínima de 10 daN y una resistencia al impacto de 50 J.

En los tramos rectos, se utilizarán planchas de un metro de longitud y para curvas se utilizarán planchas de 0,5 metros de longitud.

Cinta de atención:

Las características técnicas de la cinta para la señalización del cable subterráneo son las siguientes:

Ancho: 15+/- 0,5 cm, espesor: 0,1+/- 0,01 mm. Color (UNE-48.103): amarillo vivo b-532, impresión en negro indeleble, resistencia a la tracción longitudinal

mínima: 100 kg/cm², resistencia a la tracción transversal mínima: 80 kg/cm².

Tubos de protección:

Los tubos que se utilizan para la protección de los cables subterráneos de media tensión en los cruces de calzada y vados de vehículos serán tubos rígidos de PE de doble pared, una interior lisa y una exterior corrugada, siendo el diámetro exterior de 160 mm.

Serán de color rojo, con una resistencia a la compresión superior a 450 N y un grado de protección xx9 según-UNE- EN 20324:1993. En la superficie exterior llevarán marcas indelebles indicando: nombre, marca, fabricante, designación, número de lote o las dos últimas cifras del año de fabricación y la norma UNE-EN 61386-24:2011.

3.2.15 Puesta a tierra.

En baja tensión, se realiza a través del conductor neutro. Se pondrán a tierra las cajas generales de protección que se instalen.

En los centros de transformación de nueva construcción donde las tierras son separadas, la tierra del neutro tiene que ser independiente. Se utilizará cable aislado (RV-0,6/1 kV), entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre de 50 mm², unido a la pletina del neutro del cuadro de baja tensión.

El conductor de neutro a tierra, se instalará a profundidad mínima de 60 cm pudiendo ser utilizadas alguna de las zanjas de baja tensión.

El valor de resistencia de la red de baja tensión, una vez conectadas todas las puestas a tierra (p.a.t.), tendrá que ser tal que no pueda provocar tensiones superiores a 24 V en lugares húmedos, ni superior a 50 V en el resto.

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

4.1 Condiciones generales.

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

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

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

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

4.2 Canalizaciones eléctricas.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones. Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

4.2.1 Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los tubos protectores pueden ser:

- 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 61386 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
 - UNE-EN 61386 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
 - UNE-EN 61386 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
 - UNE-EN 61386 -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 61386-1:2008. 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:

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia a impacto	3	Media
Tª mínima de instalación de servicio	2	-5°C
Tª máxima de instalación de 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> 1mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo cuando el sistema de tubos está inclinado a 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.

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia a impacto	2	Ligera
Tª mínima de instalación de servicio	2	-5°C
Tª máxima de instalación de servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declarada
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D> 1mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo cuando el sistema de tubos está inclinado a 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.

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia a impacto	3	Media
Tª mínima de instalación de servicio	2	-5°C
Tª máxima de instalación de servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. Precavo. Ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declarada
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:

Características	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia a impacto	3	Media
Tª mínima de instalación de servicio	2	-5°C
Tª máxima de instalación de servicio	1	+60 °C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad / aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D> 1mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo cuando el sistema de tubos está inclinado a 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media 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.

Instalación.

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

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

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

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

estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
 - Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
 - En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
 - Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

- Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.
- Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes
- Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).
- Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:
- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán

suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.

- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin en cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

4.2.2 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-HD 60364-5-52:2014. El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas

superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

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

4.2.3 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

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

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

4.2.4 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.

4.3 Conductores.

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

4.3.1 Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: uni-bi-tri-tetra polares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo o al aire.
 - Normativa de aplicación: UNE 21031:2017.

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21123-2:2017.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20⁰C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

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

4.3.2 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 polares de la instalación.
- Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

4.3.3 Identificación de las instalaciones

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

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

4.3.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

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 1.500V.

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.

4.4 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 contratuerkas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto,

después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

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

4.5 Mecanismos y tomas de corriente.

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

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

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

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

4.6 Aparata de mando y protección

4.6.1 Cuadros eléctricos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.6.2 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 tensiones nominales 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.

Los interruptores automáticos instalados cumplirán con la norma UNE-EN 60947-2:2007.

4.6.3 Guardamotores

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

4.6.4 Fusibles

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

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

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

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

4.6.5 Interruptores diferenciales

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

Protección por aislamiento de las partes activas.

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

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE- EN 20324:1993. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiada s 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 ó 24V).

4.6.6 Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca.

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

4.6.7 Embarrados.

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

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

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

4.6.8 Prensaestopas y etiquetas

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

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

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

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio

Pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

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

4.7 Receptores de alumbrado.

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

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no 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 envoltentes 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.

4.8 Receptores a motor.

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

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

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

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

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

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

De 0,75 kW a 1,5kW	4.5
De 1.5 kW a 5kW	3.0
De 5kW a 15kW	2.0
Mas de 18kW	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 UNE- EN 50347:2003, UNE- EN 60034-5:2003, y UNE- EN 20324:1993.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE- EN 20324:1993 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 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

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

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

4.9 Puesta a tierra.

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

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

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

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben cumplir con las especificaciones dadas en la ITC-BT-18:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las
- condiciones estimadas de influencias externas.
 - Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.9.1 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-EN 60228:2005.

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

Conductores de tierra.

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 o 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.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización

De alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

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

una protección mecánica. Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

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

4.10 Inspecciones y prueba en fábrica.

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante.

4.11 Control.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la

instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

4.12 Seguridad.

- En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:
- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.

- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su
- Proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones gen erales de seguridad de obligado cumplimiento relativo a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

4.13 Limpieza.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

4.14 Mantenimiento.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

4.15 Criterios de medición.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1.	RESUMEN PRESUPUESTO	215
1.1	Resumen presupuesto general	215
1.2	Resumen de presupuesto Centro de Transformación 1	216
1.3	Resumen de presupuesto Centro de Transformación 2	216
1.4	Resumen de presupuesto Centro de Transformación 3	217
1.5	Resumen de presupuesto Centro de Transformación 4	217
2.	PRESUPUESTO	218
2.1	Centro de transformación 1.....	218
2.2	Centro de transformación 2.....	222
2.3	Centro de transformación 3.....	229
2.4	Centro de transformación 4.....	236

1. RESUMEN PRESUPUESTO**1.1 Resumen presupuesto general**

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 01	154.320,56 €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 02	776.313,20 €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 03	1.122.919,43 €
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 04	410.046,00 €

TOTAL: 2.463.599,19 €

El presupuesto de ejecución material asciende a DOS MILLONES CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES MIL QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS.

1.2 Resumen de presupuesto Centro de Transformación 1

PARTIDA	PRECIO (EUROS)
PARTIDA 1: CABLEADO	35.825,58
PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS	108,72
PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	66.389,08
PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL	17.726,04
PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS	3.767,16
PARTIDA 6: ELEMENTOS CONTROL-MANIOBRA	19.528,98
PARTIDA 7: BATERÍAS DE CONDENSADORES	10.975,00
TOTAL PRESUPUESTO CT 1	154.320,56

El presupuesto de ejecución material del centro de transformación 1 asciende a CIENTO CINCUENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS VEINTE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

1.3 Resumen de presupuesto Centro de Transformación 2

PARTIDA	PRECIO (EUROS)
PARTIDA 1: CABLEADO	283.175,37
PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS	7.243,94
PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	257.554,30
PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL	90.578,16
PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS	15.871,13
PARTIDA 6: ELEMENTOS CONTROL-MANIOBRA	72.617,70
PARTIDA 7: BATERÍAS DE CONDENSADORES	46.318,00
PARTIDA 8: TUBOS	2.954,60
TOTAL PRESUPUESTO CT 2	776.313,20

El presupuesto de ejecución material del centro de transformación 2 asciende a SETECIENTOS SETENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS TRECE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.

1.4 Resumen de presupuesto Centro de Transformación 3

PARTIDA	PRECIO (EUROS)
PARTIDA 1: CABLEADO	362.339,87
PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS	1.740,12
PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	484.735,34
PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL	112.819,83
PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS	112.819,83
PARTIDA 6: ELEMENTOS CONTROL-MANIOBRA	98.591,85
PARTIDA 7: BATERÍAS DE CONDENSADORES	45.543,00
PARTIDA 8: TUBOS	2.480,80
TOTAL PRESUPUESTO CT 3	1.221.070,64

El presupuesto de ejecución material del centro de transformación 3 asciende a UN MILLÓN DOSCIENTOS VEINTIUN MIL SETENTA EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

1.5 Resumen de presupuesto Centro de Transformación 4

PARTIDA	PRECIO (EUROS)
PARTIDA 1: CABLEADO	312.731,96
PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS	19.874,00
PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	42.983,36
PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL	28.023,86
PARTIDA 5: ELEMENTOS CONTROL-MANIOBRA	601,32
PARTIDA 6: BATERÍAS DE CONDENSADORES	4.896,00
PARTIDA 7: TUBOS	935,50
TOTAL PRESUPUESTO CT 4	410.046,00

El presupuesto de ejecución material del centro de transformación 4 asciende a CUATROCIENTOS DIEZ MIL CUARENTA Y SEIS EUROS.

2. PRESUPUESTO**2.1 Centro de transformación 1****PARTIDA 1: CABLEADO**

Sección (mm ²)	Metal	Designación	Polaridad	Total(m)	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
1.5	Cu	H07V-K	Bipolar	20	0,60	12,00
1.5	Cu	H07	Bipolar	20	0,60	12,00
1.5	Cu	TT	Unipolar	40	0,25	10,00
2.5	Cu	H07V-K	Bipolar	8	0,83	6,64
2.5	Cu	H07V-K	Tripolar	40	1,57	62,80
2.5	Cu	H07	Bipolar	8	0,83	6,64
2.5	Cu	TT	Unipolar	56	0,37	20,72
6	Cu	H07	Tripolar	20	2,57	51,40
6	Cu	TT	Unipolar	20	0,85	17,00
16	Cu	H07	Tripolar	100	6,39	639,00
16	Cu	TT	Unipolar	180	1,34	241,20
25	Cu	H07V-K	Unipolar	60	6,16	369,60
25	Cu	H07	Tripolar	60	10,09	605,40
25	Cu	TT	Unipolar	80	6,16	492,80
35	Cu	TT	Unipolar	140	8,69	1216,60
50	Cu	H07	Tripolar	80	12,98	1038,40
70	Cu	H07V-K	Unipolar	420	16,23	6816,60
70	Cu	TT	Unipolar	180	16,23	2921,40
95	Al	TT	Unipolar	110	3,8	418,00
95	Cu	TT	Unipolar	132	19,25	2541,00
120	Cu	H07V-K	Unipolar	120	21,32	2558,40
120	Cu	H07	Tripolar	140	28,81	4033,40
120	Cu	RV-K	Unipolar	20	25,55	511,00
120	Cu	TT	Unipolar	20	25,55	511,00
150	Al	H07	Unipolar	210	4,73	993,30
150	Cu	H07	Tripolar	40	32,53	1301,20
150	Al	H07	Tripolar	40	11,63	465,20
185	Cu	H07	Unipolar	96	28,33	2719,68
185	Cu	H07	Tripolar	60	34,23	2053,80
240	Cu	RV-K	Unipolar	60	52,99	3179,40
TOTAL PARTIDA 1: CABLEADO						35825,58

PRESUPUESTO

PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS

Dimensiones(mm)	Tipo	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
400x60	Perforada	4	27,18	108,72
TOTAL PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS				108,72

PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MAGNETOTÉRMICOS

Descripción	Intensidad (A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Magnetotérmico/ Bipolar	10	4.5	2	48,94	97,88
Magnetotérmico/ Bipolar	16	4.5	2	49,8	99,60
Magnetotérmico/ Tripolar.	16	4.5	1	93,6	93,60
Magnetotérmico/ Tripolar.	20	4.5	1	96,26	96,26
Interruptor de corte en carga	40	-	1	208,95	208,95
Magnetotérmico/ Tripolar.	40	4.5	1	124,9	124,9
Magnetotérmico/ Tripolar.	40	50	1	294,19	294,19
I.Automático/Tripolar	100	15	3	589,23	1767,69
Interruptor de corte en carga	200	-	1	802,8	802,80
I.Automático/Tripolar	250	25	3	1596,15	4788,45
I.Automático/Tripolar	250	50	1	2101,66	2101,66
I.Automático/Tripolar	400	35	3	2720,41	8161,23
Interruptor de corte en carga	500	-	1	3891,77	3891,77
I.Automático/Tripolar	630	50	1	3970,73	3970,73
Interruptor de corte en carga	800	-	1	3390,57	3390,57
I.Automático/Tripolar	800	50	1	8143,61	8143,61
I.Automático/Tripolar	1600	50	1	10548,39	10548,39
I.Automático/ Tetrapolar	2000	50	1	17806,8	17806,8
TOTAL PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MAGNETOTÉRMICOS					66389,08

PRESUPUESTO

PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL

Descripción	Clase	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Diferencial/Bipolar.	AC	25	30	4	197,63	790,52
Diferencial/Tetrapolar.	AC	25	30	1	350,40	350,40
Diferencial/Tetrapolar.	AC	25	300	1	298,84	298,84
Diferencial/Tetrapolar.	AC	40	300	1	308,04	308,04
Diferencial/Tetrapolar.	AC	40	500	1	315,15	315,15
Relé y Transformado.	AC	100	300	3	467,65	1402,95
Relé y Transformador	AC	250	300	3	648,93	1946,79
Relé y Transformador	AC	250	500	1	652,43	652,43
Relé y Transformador	AC	400	300	3	1357,24	4071,72
Relé y Transformador	AC	630	500	1	1928,32	1928,32
Relé y Transformador	AC	800	500	1	2235,26	2235,26
Relé y Transformador	AC	1600	300	1	3425,62	3425,62
TOTAL PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL						17726,04

PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Relé térmico.	35÷50	9	101,3	911,70
Relé térmico.	70÷100	6	138,32	829,92
Relé térmico.	120÷150	3	154,23	462,69
Relé térmico.	150÷200	9	173,65	1562,85
TOTAL PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS				3767,16

PARTIDA 6: ELEMENTOS DE CONTROL DE MANIOBRA

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Contactador/Tripolar	50	9	312,25	2810,25
Contactador/Tripolar	100	6	553,27	3319,62
Contactador/Tripolar	150	3	682,02	2046,06
Contactador/Tripolar	200	9	1261,45	11353,05
TOTAL PARTIDA 6: ELEMENTOS DE CONTROL DE MANIOBRA				19528,98

PARTIDA 7. BATERÍA DE CONDENSADORES

Descripción	Potencia (KVar)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Batería de condensadores automática	650	1	10975	10975
TOTAL PARTIDA 7. BATERÍA DE CONDENSADORES				10975

2.2 Centro de transformación 2**PARTIDA 1: CABLEADO**

Sección (mm ²)	Metal	Designación	Polaridad	Total(m)	Pu (Euros)	Ptotal, (Euros)
1.5	Cu	H07V-K	Unipolar	40	0,37	14,80
1.5	Cu	TT	Unipolar	20	0,37	7,40
2.5	Cu	H07V-K	Unipolar	840	0,61	512,40
2.5	Cu	H07V-K	Tripolar	505	1,57	792,85
2.5	Cu	H07V-K	Tetrapolar	60	1,67	100,20
2.5	Cu	TT	Unipolar	755	0,61	460,55
4	Cu	H07V-K	Unipolar	3230	0,82	2648,60
4	Cu	H07V-K	Tripolar	83	1,78	147,74
4	Cu	H07V-K	Tetrapolar	40	187	7480,00
4	Cu	TT	Unipolar	983	0,96	943,68
6	Cu	H07V-K	Unipolar	3400	0,85	2890,00
6	Cu	TT	Unipolar	850	0,85	722,50
6	Cu	H07V-K	Tripolar	378	2,57	971,46
6	Cu	TT	Unipolar	378	0,85	321,30
10	Cu	H07V-K	Unipolar	4920	1,24	6100,80
10	Cu	H07V-K	Tripolar	1101	2,58	2840,58
10	Cu	TT	Unipolar	1101	1,24	1365,24
10	Cu	H07V-K	Tetrapolar	150	3,89	583,50
10	Cu	TT	Unipolar	2281	1,24	2828,44
16	Cu	H07V-K	Unipolar	1200	1,34	1608,00
16	Cu	TT	Unipolar	2260	1,34	3028,40
16	Cu	H07V-K	Tripolar	550	6,39	3514,50
25	Cu	H07V-K	Tripolar	230	6,74	1550,20
25	Cu	H07	Unipolar	992	4,12	4087,04
25	Cu	H07V-K	Unipolar	1410	4,87	6866,70
25	Cu	H07V-K	Tripolar	286	11,06	3163,16
25	Cu	H07	Tetrapolar	10	12,26	122,60
25	Cu	TT	Unipolar	736	4,12	3032,32
35	Cu	H07V-K	Tripolar	230	12,87	2960,10
35	Cu	TT	Unipolar	40	8,69	347,60
50	Cu	H07V-K	Tripolar	216	13,12	2833,92
50	Cu	H07	Unipolar	390	12,14	4734,60
50	Cu	H07	Tripolar	80	12,98	1038,40
50	Cu	H07V-K	Tetrapolar	10	13,87	138,70
50	Cu	TT	Unipolar	1180	12,14	14325,20
70	Cu	H07V-K	Tripolar	40	17,26	690,40
70	Cu	TT	Unipolar	420	16,23	6816,60
95	Cu	H07V-K	Tripolar	300	26,25	7875,00

PRESUPUESTO

95	Cu	H07	Unipolar	300	19,25	5775,00
95	Cu	TT	Unipolar	2150	19,25	41387,50
95	Cu	H07	Tripolar	160	27,85	4456,00
95	Cu	RV-K	Unipolar	24	27,98	671,52
95	Cu	TT	Unipolar	80	27,98	2238,4
120	Cu	RV-K	Unipolar	24	28,81	691,44
120	Cu	TT	Unipolar	306	28,81	8815,86
120	Cu	H07	Tripolar	280	31,25	8750,00
120	Cu	TT	Unipolar	432	21,32	9210,24
150	Cu	H07	Tripolar	200	32,53	6506,00
150	Cu	H07V-K	Tripolar	80	35,25	2820,00
185	Cu	H07V-K	Unipolar	0,8	29,56	23,64
185	Cu	H07	Unipolar	1080	28,33	30596,40
185	Cu	H07	Tripolar	600	34,23	20538,00
185	Cu	RV-K	Unipolar	72	36,26	2610,72
240	Cu	H07V-K	Tripolar	648	47,26	30624,48
240	Cu	RV-K	Unipolar	132	52,99	6994,68
TOTAL PARTIDA 1: CABLEADO						283175,36

PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS

Dimensiones(mm)	Tipo	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
75x60	Perforada	130	7,81	1015,3
100x60	Perforada	100	9,68	968
150x60	Perforada	140	11,54	1615,6
300x60	Perforada	8	20,75	166
400x60	Perforada	128	27,18	3479,04
TOTAL PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS				7243,94

PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MAGNETOTÉRMICOS

Descripción	Intensidad (A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Magnetotérmico/ Bipolar.	10	4,5	1	48,94	48,94
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	10	4,5	2	130,57	261,14
Magnetotérmico/ Bipolar	16	4,5	1	49,80	49,80
Magnetotérmico/ Tripolar.	16	4,5	5	93,60	468,00
Magnetotérmico/ Tripolar.	16	22	3	168,32	504,96
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	16	4,5	12	132,1	1585,20

PRESUPUESTO

Interruptor de corte en carga	16	-	2	208,95	417,90
Magnetotérmico/ Tripolar.	20	4,5	5	96,26	481,30
Magnetotérmico/ Tripolar.	20	15	1	124,98	124,98
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	20	15	3	172,21	516,63
Magnetotérmico/ Tripolar.	25	22	1	178,25	178,25
Magnetotérmico/ Tetrapolar	25	22	6	187,23	1123,38
Magnetotérmico/ Bipolar.	32	4,5	1	54,65	54,65
Magnetotérmico/ Tripolar.	32	4,5	2	61,89	123,78
Magnetotérmico/ Tripolar.	40	10	3	137,33	411,99
Magnetotérmico/ Tetrapolar	40	10	4	189,53	758,12
Interruptor de corte en carga	40	-	1	208,95	208,95
I.Automático/ Tripolar.	40	10	1	143,25	143,25
I.Automático/ Tripolar.	50	10	4	158,13	632,52
I.Automático/ Tripolar.	50	22	2	187,23	374,46
Interruptor de corte en carga	50	-	2	208,95	417,9
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	50	25	1	418,36	418,36
I.Automático/ Tripolar	63	22	1	487,26	487,26
Interruptor de corte en carga	80	22	1	538,17	538,17
I.Automático/ Tripolar	100	4,5	2	328,14	656,28
I.Automático/ Tripolar.	100	6	8	421,32	3370,56
I.Automático/ Tetrapolar	100	6	1	436,57	436,57
I.Automático/ Tripolar.	100	10	5	497,87	2489,35
I.Automático/ Tripolar.	100	15	3	589,23	1767,69
I.Automático/ Tripolar	100	22	10	684,23	6842,3
Interruptor de corte en carga	100	-	1	356,19	356,19
I.Automático/ Tripolar	125	22	1	725,32	725,32
I.Automático/ Tetrapolar	160	22	1	789,23	789,23
I.Automático/ Tripolar	160	25	1	692,53	692,53

PRESUPUESTO

I.Automático/ Tripolar.	160	50	1	1054,64	1054,64
Interruptor de corte en carga	160	-	3	593,81	1781,43
Interruptor de corte en carga	200	-	1	802,8	802,80
Interruptor de corte en carga	250	-	1	892	892,00
I.Automático/ Tripolar	250	10	1	1128,36	1128,36
I.Automático/ Tripolar	250	15	5	1246,58	6232,90
I.Automático/ Tripolar	250	22	2	1329,36	2658,72
I.Automático/ Tripolar	250	25	1	1596,15	1596,15
I.Automático/ Tripolar	250	50	2	2101,66	4203,32
Interruptor de corte en carga	320	-	1	3459	3459
I.Automático/ Tripolar	400	15	1	2563,98	2563,98
I.Automático/ Tetrapolar	400	15	1	2657,86	2657,86
I.Automático/ Tripolar	400	50	1	3217,08	3217,08
Interruptor de corte en carga	400	-	1	2161,62	2161,62
Interruptor de corte en carga	500	-	1	3987,41	3987,41
I.Automático/ Tripolar	630	22	1	3587,23	3587,23
I.Automático/ Tripolar	630	50	1	3970,73	3970,73
Interruptor de corte en carga	800	-	2	4123,65	8247,3
I.Automático/ Tripolar.	800	25	1	7125,32	7125,32
I.Automático/ Tripolar	800	50	1	8143,61	8143,61
I.Automático/ Tripolar	1000	50	1	9384,13	9384,13
Interruptor de corte en carga	1000	-	1	4546,56	4546,56
I.Automático/ Tripolar	1250	50	3	10220,83	30662,49
Interruptor de corte en carga	1250	-	1	5724,12	5724,12
I.Automático/ Tripolar	1600	50	1	10548,39	10548,39
I.Automático/ Tetrapolar.	1600	50	2	13109,31	26218,62
I.Automático/ Tetrapolar.	2000	50	2	17806,8	35613,6
I.Automático/ Tripolar	2500	50	2	18464,51	36929,02
TOTAL PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MAGNETOTÉRMICOS					257554,30

PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL

Descripción	Clase	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Diferencial/ Bipolar.	AC	25	30	2	197,63	395,26
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	25	30	15	350,4	5256
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	25	300	28	298,84	8367,52
Diferencial/ Bipolar.	AC	40	30	1	203,58	203,58
Diferencial/ Tetrapolar...	AC	40	300	8	308,04	2464,32
Diferencial/ Tetrapolar...	AC	40	500	1	315,15	315,15
Relé y Transformador	AC	40	300	1	583,74	583,74
Relé y Transformador	AC	50	300	6	338,29	2029,74
Relé y Transformador	AC	63	300	1	406,16	406,16
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	63	500	2	426,52	853,04
Relé y Transformador	AC	100	300	27	833,64	22508,28
Relé y Transformador	AC	125	300	1	497,52	497,52
Relé y Transformador	AC	160	300	1	544,23	544,23
Relé y Transformador	AC	160	500	2	587,27	1174,54
Relé y Transformador	AC	250	300	6	648,93	3893,58
Relé y Transformador	AC	250	500	4	652,43	2609,72
Relé y Transformador	AC	400	300	4	1357,24	5428,96
Relé y Transformador	AC	400	500	2	1523,52	3047,04
Relé y Transformador	AC	400	1000	1	1625,87	1625,87
Relé y Transformador	AC	630	300	1	1897,5	1897,5
Relé y Transformador	AC	630	500	1	1928,32	1928,32
Relé y Transformador	AC	800	500	2	2235,26	4470,52
Relé y Transformador	AC	1000	500	1	2987,23	2987,23
Relé y Transformador	AC	1250	300	1	3125,36	3125,36
Relé y Transformador	AC	1250	500	1	3325,69	3325,69
Relé y Transformador	AC	1250	1000	1	3387,98	3387,98

PRESUPUESTO

Relé y Transformador	AC	1600	300	1	3425,68	3425,68
Relé y Transformador	AC	2000	300	1	3825,63	3825,63
TOTAL PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL						90578,16

PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS

Descripción	Intensidad(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Relé térmico.	16÷25	3	87,23	261,69
Relé térmico.	24÷32	21	92,53	1943,13
Relé térmico.	30÷40	26	98,23	2553,98
Relé térmico.	35÷50	30	101,30	3039,00
Relé térmico.	50÷65	12	112,35	1348,20
Relé térmico.	55÷70	3	123,56	370,68
Relé térmico.	70÷100	6	138,32	829,92
Relé térmico.	95÷125	9	148,27	1334,43
Relé térmico.	120÷150	3	154,23	462,69
Relé térmico.	150÷200	9	173,65	1562,85
Relé térmico.	200÷250	3	181,25	543,75
Relé térmico.	220÷310	3	187,63	562,89
Relé térmico.	420÷630	3	352,64	1057,92
TOTAL PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS				15871,13

PARTIDA 6: ELEMENTOS DE CONTROL DE MANIOBRA

Descripción	Intensidad(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Contactador/Tripolar.	25	3	104	312,00
Contactador/Tripolar.	32	21	169	3549,00
Contactador/Tripolar.	40	36	233	8388,00
Contactador/Tripolar.	50	30	312	9360,00
Contactador/Tripolar.	75	15	486	7290,00
Contactador/Tripolar.	100	6	553,01	3318,06
Contactador/Tripolar.	125	9	625,2	5626,80
Contactador/Tripolar.	150	3	682,02	2046,06
Contactador/Tripolar.	200	9	1261,45	11353,05
Contactador/Tripolar.	250	3	1825,47	5476,41
Contactador/Tripolar.	450	3	2325,32	6975,96
Contactador/Tripolar.	650	3	2974,12	8922,36
TOTAL PARTIDA 6: ELEMENTOS DE CONTROL DE MANIOBRA				72617,70

PARTIDA 7: BATERÍA DE CONDENSADORES

Descripción	Potencia (KVAr)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Batería de condensadores automática	650	1	10975	10975
Batería de condensadores automática	1100	1	18768	18768
Batería de condensadores automática	800	1	16575	16575
TOTAL PARTIDA 7: BATERÍA DE CONDENSADORES				46318

PARTIDA 8: TUBOS

Diámetro (mm)	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
16	20	0,52	10,40
20	420	0,68	285,60
25	1500	0,75	1125,00
32	1230	0,82	1008,60
40	500	1,05	525,00
TOTAL PARTIDA 8: TUBOS			2954,60

2.3 Centro de transformación 3

PARTIDA 1: CABLEADO

Sección(mm²)	Metal	Designación	Polaridad	Total(m)	Pu(Euros)	Ptotal (Euros)
1.5	Cu	H07V-K	Unipolar	320	0,37	118,40
1.5	Cu	TT	Unipolar	100	0,37	37,00
2.5	Cu	H07V-K	Unipolar	1720	0,61	1049,20
2.5	Cu	H07V-K	Tripolar	300	1,57	471,00
2.5	Cu	TT	Unipolar	380	0,61	231,80
4	Cu	H07V-K	Unipolar	660	0,96	633,60
4	Cu	H07V-K	Tripolar	266	1,78	473,48
4	Cu	TT	Unipolar	486	0,96	466,56
6	Cu	H07V-K	Unipolar	1320	0,85	1122,00
6	Cu	H07V-K	Tripolar	174	1,82	316,68
6	Cu	H07V-K	Tetrapolar	200	1,95	390,00
6	Cu	TT	Unipolar	704	0,85	598,40
10	Cu	H07V-K	Unipolar	1680	1,24	2083,20
10	Cu	H07V-K	Tripolar	586	2,58	1511,88
10	Cu	H07V-K	Tetrapolar	240	3,89	933,60
10	Cu	TT	Unipolar	1576	1,24	1954,24
16	Cu	H07V-K	Tripolar	1210	6,39	7731,90
16	Cu	TT	Unipolar	3172	1,34	4250,48
25	Cu	H07V-K	Unipolar	4780	4,87	23278,6
25	Cu	H07	Unipolar	62	4,12	255,44
25	Cu	H07V-K	Tripolar	228	11,06	2521,68
25	Cu	H07V-K	Tetrapolar	310	12,25	3797,50
35	Cu	H07V-K	Tripolar	80	12,87	1029,60
35	Cu	TT	Unipolar	437	8,69	3797,53
50	Cu	H07V-K	Unipolar	150	12,62	1893,00
50	Cu	TT	Unipolar	942	12,62	11888,04
70	Cu	H07V-K	Unipolar	740	16,23	12010,20
70	Cu	TT	Unipolar	440	16,23	7141,20
70	Cu	H07V-K	Tripolar	200	17,26	3452,00
95	Cu	H07V-K	Unipolar	600	16,23	9738,00
95	Cu	H07V-K	Tripolar	582	27,85	16208,70
95	Cu	H07V-K	Tetrapolar	10	30,45	304,50
95	Cu	TT	Unipolar	2068	19,25	39809,00
120	Cu	H07V-K	Tripolar	440	31,25	13750
120	Cu	RV-K	Unipolar	52	28,81	1498,12
120	Cu	TT	Unipolar	936	21,32	19955,52
120	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	32	33,21	1062,72
120	Cu	TT	Unipolar	708	33,21	23512,68

PRESUPUESTO

150	Cu	H07V-K	Tripolar	1332	32,53	43329,96
185	Cu	H07V-K	Tripolar	736	34,23	25193,28
240	Cu	H07V-K	Unipolar	120,8	42,52	5136,416
240	Cu	H07V-K	Tripolar	896	47,26	42344,96
240	Cu	RV-K	Unipolar	156	52,99	8266,44
240	Cu	H07	Unipolar	240	48,26	11582,40
240	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	96	54,26	5208,96
TOTAL: PARTIDA 1 CABLEADO						362339,87

PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS

Dimensiones(mm)	Tipo	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
300x60	Perforada	8	20,75	166
400x60	Perforada	58	27,14	1574,12
TOTAL PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS				1740,12

PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Descripción	Intensidad (A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Magnetotérmico/ Bipolar.	10	4,5	2	48,94	97,88
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	10	4,5	1	130,57	130,57
Interruptor de corte en carga.	16	-	3	208,95	626,85
Magnetotérmico/ Bipolar.	16	4,5	2	49,80	99,60
Magnetotérmico/ Tripolar.	16	4,5	8	93,60	748,80
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	16	15	10	167,38	1673,80
Magnetotérmico/ Tripolar.	20	22	11	187,25	2059,75
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	20	22	2	199,56	399,12
Magnetotérmico/ Tripolar.	25	15	7	165,32	1157,24
Magnetotérmico/ Tetrapolar	25	15	3	172,21	516,63
Interruptor de corte en carga.	25	-	1	208,95	208,95
Interruptor de corte en carga.	32	-	1	208,95	208,95
Magnetotérmico/ Tripolar.	32	100	2	314,25	628,5
Magnetotérmico/ Tetrapolar	32	100	1	321,32	321,32
Interruptor de corte en carga.	40	-	1	208,95	208,95

PRESUPUESTO

Magnetotérmico/ Tripolar.	40	22	7	225,36	1577,52
Magnetotérmico/ Tripolar.	40	70	1	265,25	265,25
Magnetotérmico/ Tetrapolar	40	70	5	287,45	1437,25
I.Automático/ Tripolar.	40	100	2	345,26	690,52
Interruptor de corte en carga.	40	-	2	208,95	417,9
Magnetotérmico/ Tripolar.	50	10	3	303,21	909,63
I.Automático/ Tripolar	50	10	2	158,13	316,26
Magnetotérmico/ Tripolar.	63	10	4	318,38	1273,52
Magnetotérmico/ Tetrapolar	63	10	1	429,76	429,76
Interruptor de corte en carga.	63	-	1	458,85	458,85
I.Automático/ Tripolar.	100	10	12	497,87	5974,44
I.Automático/ Tripolar	100	22	2	935,68	1871,36
I.Automático/ Tripolar.	100	70	1	1102,35	1102,35
I.Automático/ Tetrapolar	100	70	1	1342,69	1342,69
Interruptor de corte en carga	160	-	2	593,81	1187,62
I.Automático/ Bipolar.	160	50	1	978,23	978,23
I.Automático/ Tripolar.	160	70	3	1507,53	4522,59
Interruptor de corte en carga	200	-	5	689,23	3446,15
I.Automático/ Tripolar.	250	15	5	1246,58	6232,9
I.Automático/ Tripolar.	250	22	1	1329,36	1329,36
I.Automático/ Tripolar	250	70	5	2144,19	10720,95
I.Automático/ Tripolar	250	100	1	3309,86	3309,86
I.Automático/ Tetrapolar.	250	100	1	4361,29	4361,29
I.Automático/ Tripolar	400	70	2	3589,63	7179,26
I.Automático/ Tetrapolar	400	70	1	3917,29	3917,29
Interruptor de corte en carga.	400	-	1	2161,62	2161,62
Interruptor de corte en carga.	500	-	2	3891,77	7783,54
I.Automático/ Tripolar.	630	70	7	5161,78	36132,46

PRESUPUESTO

Interruptor de corte en carga	630	-	2	4256,32	8512,64
I.Automático/ Tripolar	800	70	4	8143,613	32574,45
Interruptor de corte en carga	800	-	2	3390,57	6781,14
I.Automático/ Tripolar	1250	70	3	10780,62	32341,86
Interruptor de corte en carga.	1250	-	1	5724,12	5724,12
Interruptor de corte en carga.	1600	-	1	7397,29	7397,29
I.Automático/ Tripolar	1600	70	1	11337,74	11337,74
I.Automático/ Tetrapolar	1600	70	2	14300,25	28600,5
I.Automático/ Tripolar	2000	100	4	18725,81	74903,24
I.Automático/ Tetrapolar	2000	100	2	23536,67	47073,34
Interruptor de corte en carga.	2500	-	3	13852,27	41556,81
I.Automático/ Tetrapolar	2500	50	2	22585,4	45170,80
I.Automático/ Tripolar	2500	100	1	22344,08	22344,08
TOTAL PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS					484735,34

PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL

Descripción	Clase	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Diferencial/ Bipolar.	AC	25	30	4	197,63	790,52
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	25	30	18	350,4	6307,20
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	25	300	23	298,84	6873,32
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	40	30	2	364,26	728,52
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	40	300	7	308,04	2156,28
Relé y Transformador	AC	40	300	7	583,74	4086,18
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	40	500	3	315,15	945,45
Relé y Transformador	AC	50	300	2	338,29	676,58
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	63	300	5	406,16	2030,8
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	63	500	2	798,53	1597,06
Relé y Transformador	AC	100	300	15	467,65	7014,75

PRESUPUESTO

Relé y Transformador	AC	100	500	1	487,96	487,96
Relé y Transformador	AC	160	30	1	628,23	628,23
Relé y Transformador	AC	160	300	1	544,23	544,23
Relé y Transformador	AC	160	500	1	587,27	587,27
Relé y Transformador	AC	250	300	9	648,93	5840,37
Relé y Transformador	AC	250	500	3	652,43	1957,29
Relé y Transformador	AC	250	1000	1	683,21	683,21
Relé y Transformador	AC	400	300	2	1357,24	2714,48
Relé y Transformador	AC	400	500	1	1523,52	1523,52
Relé y Transformador	AC	400	1000	1	1625,87	1625,87
Relé y Transformador	AC	630	300	3	1897,50	5692,5
Relé y Transformador	AC	630	500	3	1928,32	5784,96
Relé y Transformador	AC	630	1000	1	2007,87	2007,87
Relé y Transformador	AC	800	300	2	2128,36	4256,72
Relé y Transformador	AC	800	500	2	2235,26	4470,52
Relé y Transformador	AC	1000	300	1	2347,87	2347,87
Relé y Transformador	AC	1250	300	2	3125,36	6250,72
Relé y Transformador	AC	1250	500	1	3325,69	3325,69
Relé y Transformador	AC	1600	300	1	3425,68	3425,68
Relé y Transformador	AC	1600	500	1	3628,62	3628,62
Relé y Transformador	AC	2000	300	1	3825,63	3825,63
Relé y Transformador	AC	2000	500	1	4125,63	4125,63
Relé y Transformador	AC	2000	1000	2	4526,35	9052,70
Relé y Transformador	AC	2500	300	1	4825,63	4825,63
TOTAL PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL						112819,83

PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS

Descripción	Intensidad(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Relé térmico.	16÷25	12	87,23	1046,76
Relé térmico.	24÷32	3	92,53	277,59
Relé térmico.	30÷40	9	98,23	884,07
Relé térmico.	35÷50	21	101,30	2127,3
Relé térmico.	50÷65	15	112,35	1685,25
Relé térmico.	63÷80	3	131,58	394,74
Relé térmico.	70÷100	3	138,32	414,96
Relé térmico.	95÷125	6	148,27	889,62
Relé térmico.	150÷180	3	168,32	504,96
Relé térmico.	200÷250	3	181,25	543,75
Relé térmico.	220÷310	3	187,63	562,89
Relé térmico.	270÷400	6	198,52	1191,12
Relé térmico.	300÷500	9	225,53	2029,77
Relé térmico.	420÷630	6	352,64	2115,84
TOTAL PARTIDA 5: RELÉS TÉRMICOS				14668,62

PARTIDA 6: ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Contactador/Tripolar.	25	12	104,00	1248,00
Contactador/Tripolar.	32	3	169,00	507,00
Contactador/Tripolar.	40	9	233,00	2097,00
Contactador/Tripolar.	50	21	312,25	6557,25
Contactador/Tripolar.	75	15	486,00	7290
Contactador/Tripolar.	80	3	501,25	1503,75
Contactador/Tripolar.	100	3	553,27	1659,81
Contactador/Tripolar.	125	6	625,20	3751,20
Contactador/Tripolar.	180	3	987,25	2961,75
Contactador/Tripolar.	250	3	1825,47	5476,41
Contactador/Tripolar.	450	9	2325,32	20927,88
Contactador/Tripolar.	650	15	2974,12	44611,80
TOTAL PARTIDA 6: ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA				98591,85

PARTIDA 7: BATERÍA DE CONDENSADORES

Descripción	Potencia (KVAR)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Batería de condensadores automática	850	1	16575	16575
Batería de condensadores automática	600	1	10200	10200
Batería de condensadores automática	1100	1	18768	18768
TOTAL PARTIDA 7: BATERÍA DE CONDENSADORES				45543

PARTIDA 8: TUBOS

Diámetro(mm)	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
16	40	0,52	20,80
20	750	0,68	510,00
25	330	0,75	247,50
32	750	0,82	615,00
40	350	1,05	367,50
50	300	1,26	378,00
63	180	1,90	342,00
TOTAL PARTIDA 8: TUBOS			2480,80

2.4 Centro de transformación 4

PARTIDA 1: CABLEADO

Sección (mm ²)	Metal	Designación	Polaridad	Total(m)	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
1.5	Cu	H07V-K	Unipolar	200	0,37	74,00
1.5	Cu	TT	Unipolar	70	0,37	25,90
2.5	Cu	H07V-K	Unipolar	560	0,61	341,60
2.5	Cu	H07	Bipolar	28	0,75	21,00
2.5	Cu	H07	Tripolar	8	4,41	35,28
2.5	Cu	TT	Unipolar	176	0,61	107,36
4	Cu	H07V-K	Unipolar	280	0,82	229,60
4	Cu	TT	Unipolar	70	0,46	32,20
6	Cu	H07V-K	Unipolar	60	0,85	51,00
6	Cu	TT	Unipolar	15	0,85	12,75
10	Cu	H07V-K	Unipolar	240	1,24	297,6
10	Cu	TT	Unipolar	60	1,24	74,4
16	Cu	H07V-K	Unipolar	260	1,34	348,4
16	Cu	H07	Tetrapolar	30	7,29	218,7
16	Cu	TT	Unipolar	5615	1,34	7524,1
25	Cu	H07V-K	Unipolar	21650	6,16	133364,0
25	Cu	H07	Unipolar	80	4,12	329,6
25	Cu	TT	Unipolar	430	1,42	610,6
35	Cu	H07V-K	Unipolar	200	8,69	1738,0
35	Cu	TT	Unipolar	53	8,69	460,6
50	Cu	H07V-K	Unipolar	1700	12,62	21454,0
70	Cu	H07V-K	Unipolar	212	19,25	4081,0
95	Cu	TT	Unipolar	266	19,25	5120,5
120	Cu	RV-K	Unipolar	12	28,81	345,7
120	Cu	TT	Unipolar	500	28,81	14405,0
150	Cu	H07V-K	Unipolar	528	32,53	17175,8
185	Cu	H07V-K	Unipolar	520	33,28	17305,6
240	Cu	H07V-K	Unipolar	2000	42,52	85040,0
240	Cu	RV-K	Unipolar	36	52,99	1907,6
TOTAL PARTIDA 1: CABLEADO						312731,96

PARTIDA 2: BANDEJAS PERFORADAS

Dimensiones(mm)	Tipo	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
75x60	Perforada	1570	7,81	12261,70
100x60	Perforada	230	9,68	2226,40
150x60	Perforada	10	11,54	115,40
300x60	Perforada	254	20,75	5270,50
TOTAL PARTIDA 2. BANDEJAS PERFORADAS				19874,00

PRESUPUESTO

PARTIDA 3. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Descripción	Intensidad (A)	P.Corte (kA)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal (Euros)
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	10	4.5	8	130,57	1044,56
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	10	10	1	147,98	147,98
Magnetotérmico/ Bipolar.	10	15	2	157,28	314,56
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	10	15	8	163,25	1306,00
Interruptor de corte en carga	16	-	4	208,95	835,80
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	16	4.5	9	132,10	1188,90
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	16	6	1	141,23	141,23
Magnetotérmico/ Bipolar.	16	15	2	81,11	162,22
Magnetotérmico/ Tripolar.	16	15	1	121,34	121,34
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	16	15	3	167,38	502,14
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	16	25	3	187,25	561,75
Interruptor de corte en carga	20	-	1	208,95	208,95
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	20	4.5	2	96,26	192,52
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	20	25	1	178,25	178,25
Magnetotérmico/ Tripolar.	25	4.5	1	98,12	98,12
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	25	6	1	101,20	101,20
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	25	10	1	153,16	153,16
Interruptor de corte en carga	32	-	1	208,95	208,95
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	32	25	1	208,95	208,95
Magnetotérmico/ Tripolar.	40	4.5	2	124,90	249,80
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	40	4.5	1	182,95	182,95
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	40	15	1	209,17	209,17
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	50	6	1	389,32	389,32
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	50	10	1	405,11	405,11
Interruptor de corte en carga	63	-	1	458,85	458,85
Magnetotérmico/ Tetrapolar.	63	10	1	429,76	429,76

PRESUPUESTO

Magnetotérmico/ Tetrapolar.	63	15	1	325,42	325,42
Interruptor de corte en carga	80	-	1	538,17	538,17
Interruptor de corte en carga	100	-	1	564,98	564,98
I.Automático/ Tetrapolar.	100	15	1	684,23	684,23
I.Automático/ Tetrapolar.	100	25	1	744,06	744,06
Interruptor de corte en carga	125	-	1	623,12	623,12
I.Automático/ Tripolar.	125	10	1	658,98	658,98
I.Automático/ Tetrapolar.	125	10	2	714,25	1428,50
I.Automático/ Tetrapolar.	125	15	1	745,26	745,26
Interruptor de corte en carga	160	-	1	651,62	651,62
I.Automático/ Tetrapolar.	160	15	2	823,63	1647,26
Interruptor de corte en carga	250	-	1	892,00	892,00
I.Automático/ Tetrapolar.	250	15	1	1246,58	1246,58
Interruptor de corte en carga	400	-	1	2161,62	2161,62
I.Automático/ Tetrapolar.	400	15	1	2657,86	2657,86
I.Automático/ Tripolar.	630	25	1	3616,01	3616,01
Interruptor de corte en carga	800	-	1	3390,57	3390,57
I.Automático/ Tetrapolar.	800	25	1	4526,32	4526,32
I.Automático/ Tetrapolar.	1600	22	1	5879,26	5879,26
TOTAL PARTIDA 3: INTERRUPTORES AUTOMATICOS					42983,36

PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL

Descripción	Clase	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantida d	Pu (Euros)	Ptotal (Euros)
Diferencial/ Bipolar.	AC	25	30	4	197,63	790,52
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	25	30	30	350,4	10512
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	25	300	10	298,84	2988,4
Diferencial/ Tetrapolar.	AC	40	30	1	364,26	364,26
Diferencial/ Tetrapolar	AC	40	300	4	308,04	1232,16
Diferencial/ Tetrapolar	AC	63	300	3	406,16	1218,48

PRESUPUESTO

Diferencial/ Tetrapolar	AC	63	500	1	409,68	409,68
Relé y Transformador	AC	100	500	2	487,96	975,92
Relé y Transformado.	AC	125	300	3	497,52	1492,56
Relé y Transformado.	AC [s]	125	300	1	511,21	511,21
Relé y Transformador	AC	160	300	1	544,23	544,23
Relé y Transformador	AC [s]	160	300	1	563,12	563,12
Relé y Transformador	AC	250	500	1	652,43	652,43
Relé y Transformador	AC	400	500	1	1523,52	1523,52
Relé y Transformador	AC	630	300	1	1897,5	1897,5
Relé y Transformador	AC	800	1000	1	2347,87	2347,87
TOTAL PARTIDA 4: PROTECCIÓN DIFERENCIAL						28023,86

PARTIDA 5: ELEMENTOS DE CONTROL-MANIOBRA

Descripción	Intensidad(A)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Contactador/Tripolar	120	1	748	601,32
TOTAL PARTIDA 5: ELEMENTOS DE MANIOBRA				601,32

PARTIDA 6: BATERÍA DE CONDENSADORES

Descripción	Potencia (KVAR)	Cantidad	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
Batería de condensadores automática	262,5	1	4896	4896
TOTAL PARTIDA 6: BATERÍA DE CONDENSADORES				4896

PARTIDA 7. TUBOS

Diámetro(mm)	Total metros	Pu(Euros)	Ptotal(Euros)
16	40	0,52	20,80
20	170	0,68	115,60
25	85	0,75	63,75
32	60	0,82	49,20
40	65	1,05	68,25
50	320	1,26	403,20
63	113	1,90	214,70
TOTAL PARTIDA 7: TUBOS			935,50



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA.	245
1.1	Estabilidad y solidez.	245
1.2	Vías y salidas de emergencia.	245
1.3	Detección y lucha contra incendios.	246
1.4	Ventilación.	246
1.5	Exposición a riesgos particulares.	246
1.6	Temperatura.	246
1.7	Iluminación.	247
1.8	Puertas y portones.	247
1.9	Vías de circulación y zonas peligrosas.	247
1.10	Muelles y rampas de carga.	248
1.11	Espacio de trabajo.	248
1.12	Primeros auxilios.	248
1.13	Servicios higiénicos y locales de descanso.	248
1.14	Disposiciones varias.	249
2.	NORMAS DE SEGURIDAD RELATIVAS A PUESTOS DE TRABAJO EN EL EXTERIOR.	249
2.1	Estabilidad y solidez.	249
2.2	Caídas de objetos.	249
2.3	Caídas de altura.	250
2.4	Factores atmosféricos.	250
2.5	Andamios y escaleras.	250

1. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LA OBRA.

1.1 Estabilidad y solidez.

Deberá procurarse de modo apropiado y seguro la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y a la salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

Instalaciones de suministro y reparto de energía.

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, dicha instalación deberá satisfacer las siguientes condiciones:

- Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a las partes de la instalación.

1.2 Vías y salidas de emergencia.

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

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 del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.

Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

En caso de avería en el sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

1.3 Detección y lucha contra incendios.

Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios. Dichos dispositivos de lucha contra incendios deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Deberán estar realizados conforme Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

1.4 Ventilación.

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

1.5 Exposición a riesgos particulares.

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvo).

1.6 Temperatura.

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

1.7 Iluminación.

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección anti-choques. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

1.8 Puertas y portones.

Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en el caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

1.9 Vías de circulación y zonas peligrosas.

Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección

adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento. Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado:, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

1.10 Muelles y rampas de carga.

Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

1.11 Espacio de trabajo.

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

1.12 Primeros auxilios.

Deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

1.13 Servicios higiénicos y locales de descanso.

Cada trabajador deberá disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

Las mujeres embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

1.14 Disposiciones varias.

Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable. Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

2. NORMAS DE SEGURIDAD RELATIVAS A PUESTOS DE TRABAJO EN EL EXTERIOR.

2.1 Estabilidad y solidez.

Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

- Número de trabajadores que los ocupen.
- Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
- Los factores externos que pudieran afectarles.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado e involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

2.2 Caídas de objetos.

Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva. Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco

2.3 Caídas de altura.

Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2m., se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90cm. y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

Los trabajos en altura se efectuarán en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva. Si no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizar cinturones de seguridad con anclaje.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad pudieran modificarse.

2.4 Factores atmosféricos.

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

2.5 Andamios y escaleras.

Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

Las plataformas de trabajo, las escaleras y las pasarelas de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos.

Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios. Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En este Trabajo de Fin de Grado se ha definido, justificado, calculado y documentado, la instalación eléctrica de una industria transformadora de la remolacha.

Para la distribución de la energía eléctrica en Media Tensión, se utiliza un esquema en anillo utilizando cuatro centros de transformación. Con esta topología, se pretende tener una alternativa de alimentación para cualquiera de los centros, en caso de fallo del suministro normal.

Los centros de transformación CT2 y CT3 disponen de tres embarrados que se podrán conectar entre sí mediante un interruptor. En caso de que ocurra algún fallo en algún transformador, se cerrará el interruptor y los demás transformadores podrán dar suministro eléctrico a los receptores que estén conectados al embarrado en el que ha ocurrido el fallo de alimentación.

La alimentación general en Baja Tensión tendrá su origen en las bornas de baja tensión de los transformadores de cada centro de transformación. Desde este punto nacerán las líneas que suministran la energía eléctrica a cada embarrado de los cuadros general de mando y protección, desde aquí partirán las salidas hasta los receptores finales de la planta. Cada salida contará con un dispositivo de mando y protección. Además, cada embarrado dispondrá de una salida en la que se conectará la batería de condensadores automática para la compensación del factor de potencia.

Para el desarrollo del presente Trabajo de Fin de Grado se ha tenido en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la normativa vigente que necesaria para el diseño y cálculo de la instalación.

La presente memoria y los demás documentos que forman el trabajo se consideran adecuados para llevar a cabo la ejecución de la instalación, además de la obtención de los Organismos Oficiales Competentes la Autorización Administrativa de aprobación del proyecto y de ejecución de la instalación.



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002 y actualizaciones 2010-2014-2015).
- 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, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
Diciembre 2016
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía. Marzo 2016
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
Diciembre 2016
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
Diciembre 2016
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio y actualización 2013)
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre y actualización 2015)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte. Julio 2009
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- UNE-EN 61386-1:2008: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61386-21:2005: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 61386-22:2005: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 22: Requisitos particulares. Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 61386-23:2005: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 23: Requisitos particulares. Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 61386-24:2011: Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra.
- UNE-HD 60364-5-52:2014: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 21031:2017: Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables de utilización general. Cables flexibles con aislamiento termoplástico (PVC) de más de 5 conductores.
- UNE-EN 21123-2:2017: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
- UNE-EN 60947-2:2007: Aparata de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos. (IEC 60947-2:2006)
- UNE-EN 20324:1993: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).
- UNE-EN 60598-1:2015: Luminarias. Parte 1: Requisitos generales y ensayos.
- UNE-EN 50107-1:2003: Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1 kV pero sin exceder 10 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 50347:2003: Motores trifásicos de inducción de aplicación general con dimensiones y potencias normalizadas. Designación de carcasas de 56 a 315 y de bridas de 65 a 740.

- UNE-EN 60034-5:2003: Máquinas eléctricas rotativas. Parte 5: Grados de protección proporcionados por el diseño integral de las máquinas eléctricas rotativas (código IP). Clasificación.
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- UNE-HD 60364-5-52:2014: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-HD 60364-4-41:2010: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos.

PROCESO DE FABRICACION DEL AZUCAR DE REMOLACHA

- ACOR.
<<http://www.acor.es/Acor/Actividades/Remolacha/Az%FAcar/La%20extracci%F3n>> [Consulta: Febrero 2017]
- IQUIMICAS
<<https://iquimicas.com/proceso-industrial-de-extraccion-del-azucar-de-la-remolacha-azucarera>> [Consulta: Marzo 2017]
- Ministerio federal de cooperación Económica y Desarrollo (1996). “Actividades Industriales y Artesanales “ en *Guía de Protección Ambiental Tomo II: Economía Agropecuaria, Minería y Energía*
<<http://www.nzdl.org/gsdImod?e=d-00000-00--off-0envl-00-0---0-10-0--0--0direct-10--4-----0-1l-11-en-50--20-about--00-0-1-00-0-4--0-0-11-10-OutfZz-8-00&cl=CL2.11&d=HASH9bb031552b0155082aaffa.4.13>=1>> [Consulta: Marzo 2017]

CATALOGOS Y MANUALES:

- HAGER, “Catalogo de productos”
<<http://www.hager.es/catalogo-de-productos/distribucion-de-la-energia/proteccion-modular/residencial/interruptores-automaticos-magnetotermicos/9036.htm>> [Consulta: Diciembre 2017]
- LIFASA, “Tarifa de precios 2016, Condensadores, Alumbrado-Motor Compensación de la Energía Reactiva, Alta Tensión-Baja Tensión”, 2016
<http://www.lifasa.com/tarifa/tarifa_lifasa_2016.pdf> [Consulta: Marzo 2018]
- SCHNEIDER, “Aparamenta Modular, Cofrets Modulares y Tomas industriales”, 1 de Febrero 2018.
<https://www.schneider-electric.es/es/download/document/ESMKT2010A18_XLSX/>

[Consulta: Febrero 2018]

- SCHNEIDER, “Tarifas Compensación Energía Reactiva y Filtrado de Armónicos”, 1 de Enero 2016
<<https://www.schneider-electric.es/es/download/document/ESMKT02005A16/>> [Consulta: Marzo 2018]
- SCHNEIDER, “Tarifa de Interruptores automáticos y en carga, Protección Diferencial, Medida, Gestión, Supervisión y Calidad de la Energía Eléctrica”, 1 de Febrero 2018.
<https://www.schneider-electric.es/es/download/document/ESMKT2004A18_XLSX/> [Consulta: Febrero 2018]
- SCHNEIDER, “Manual teórico-práctico Schneider Instalaciones en Baja Tensión”, 2016
< https://www.schneiderelectric.es/documents/local/productos-servicios/distribucion_electrica/Manual_Teorico_Practico_Instalaciones_Electricas/600021I06.pdf > [Consulta: Enero 2018]

PROGRAMAS UTILIZADOS:

- DMELEC versión 2013
- AUTOCAD 2016
- Paquete Microsoft Office 2010



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

ANEXO



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

ANEXO DE PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

01 SITUACIÓN

02 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1

02-01 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 1

03 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2

03-01 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.1

03-02.01 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.2-3 (1)

03-02.02 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.4 (2)

03-03.01 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.4 (1)

03-03.02 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.3 (2)

04 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3

04-01.01 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.1-2 (1)

04-01.02 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.1-2 (2)

04-02-01 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.3 (1)

04-02-02 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.3 (2)

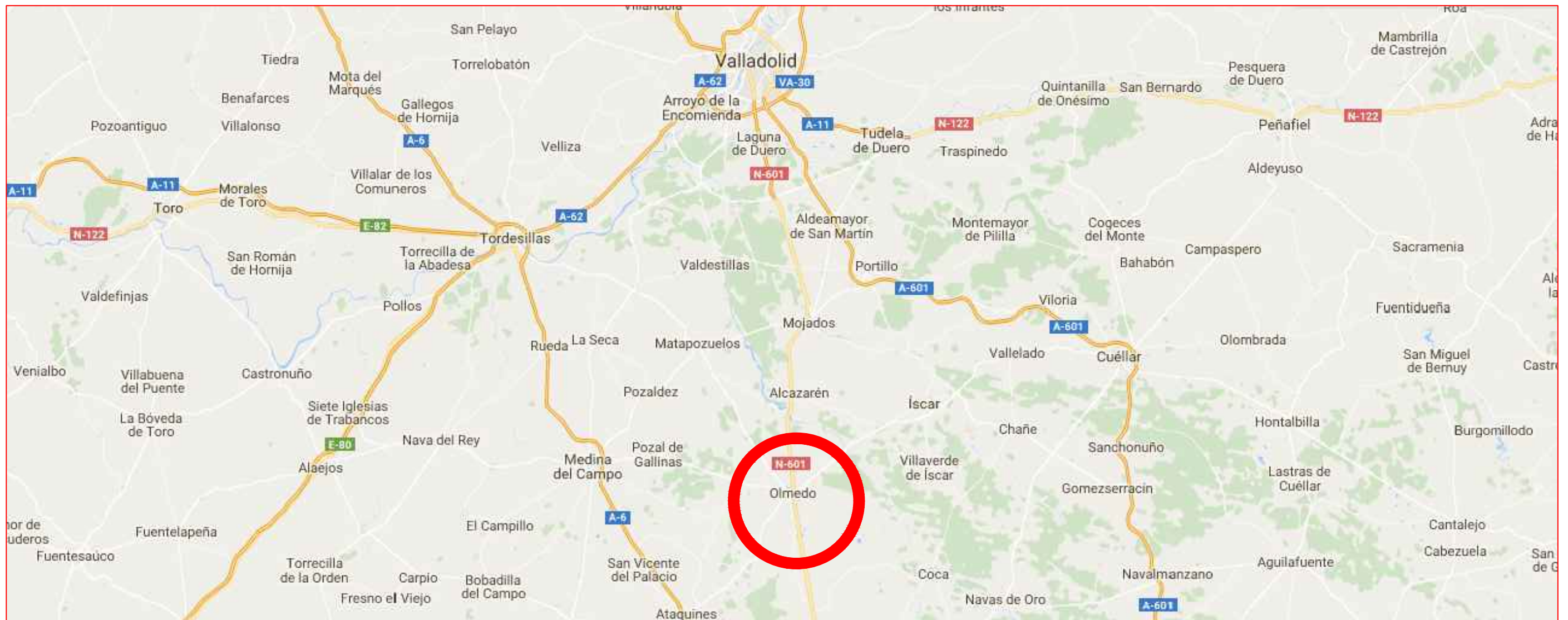
04-03-01 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.4-5 (1)

04-03-02 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.4-5 (2)

05 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4

05-01.1 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 4.1 (1)

05-01.2 ESQUEMA UNIFILAR C.T. 4.1 (2)

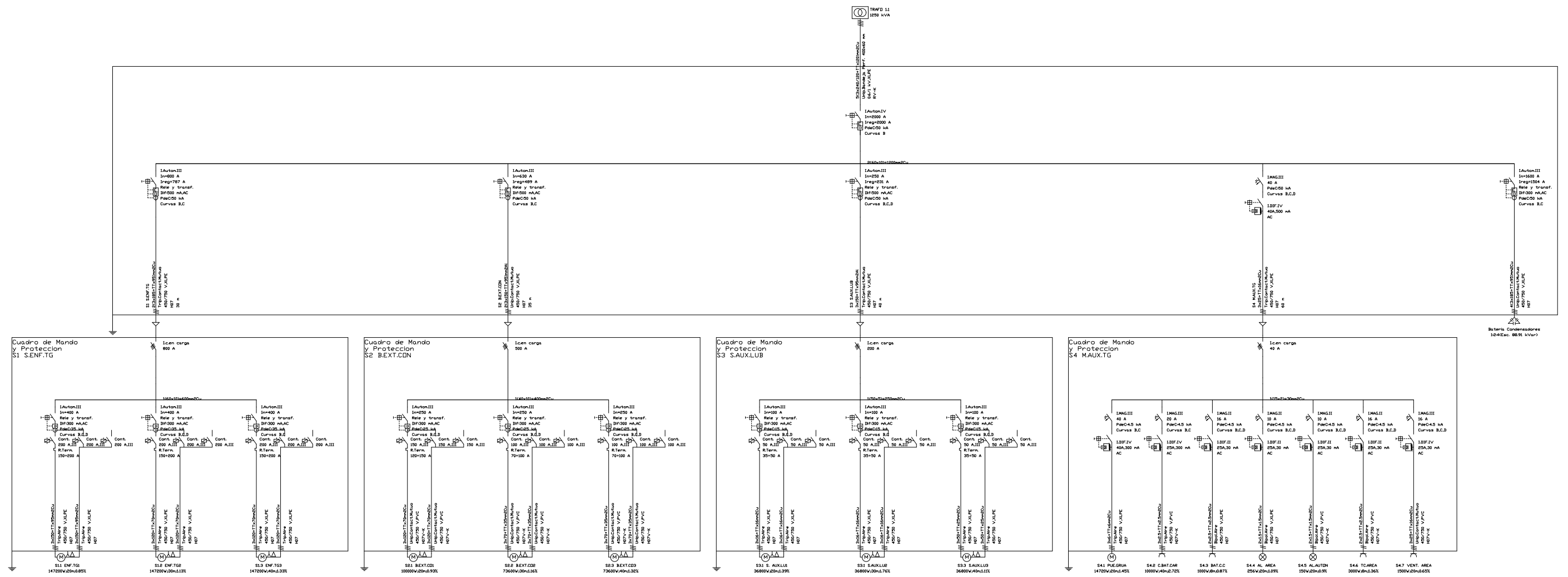




SITUACIÓN

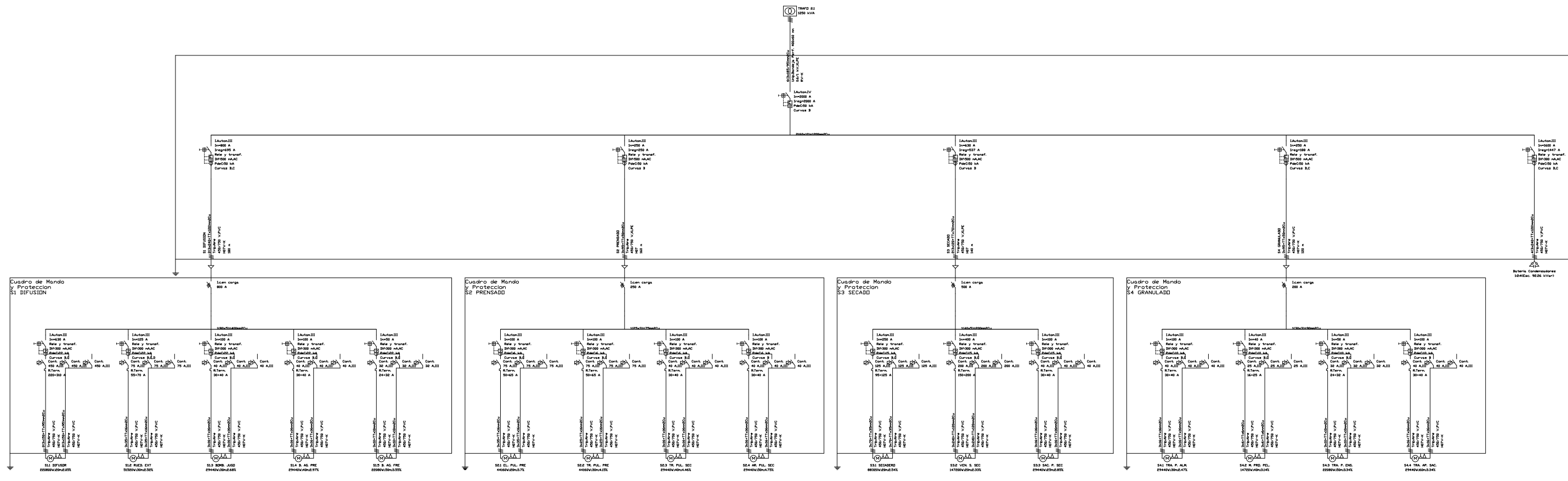




SITUACIÓN

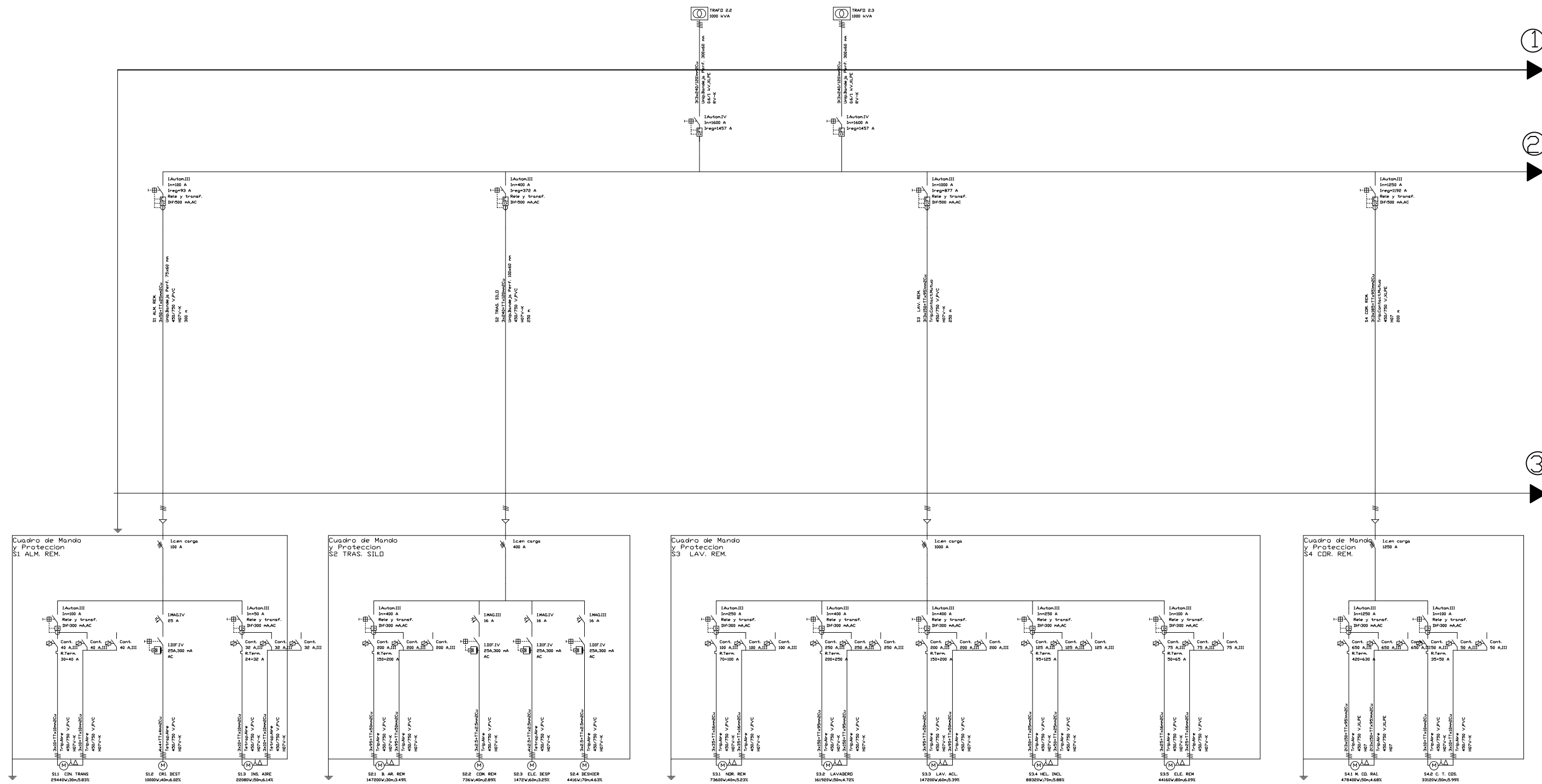
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.		
Nº DE PLANO:	01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA:	S/E	SITUACIÓN
FECHA:	MARZO 2018	
 		Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ



DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.		
Nº DE PLANO:	02-01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA:	S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 1
FECHA:	MARZO 2018	
 		Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ



DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.		
Nº DE PLANO:	03-01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA:	S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.1
FECHA:	MARZO 2018	
 		Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ



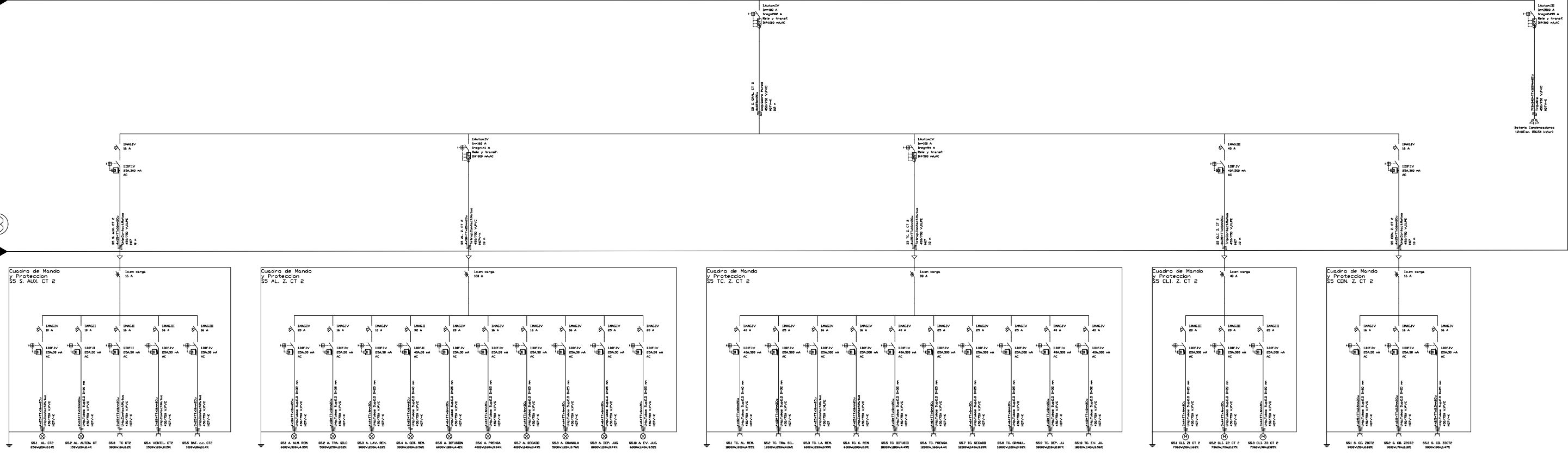
CONTINUA EN EL PLANO 03-02.02: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.2-3 (2)"

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 03-02.01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.2-3 (1)
FECHA: MARZO 2018	
	
Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ	



1

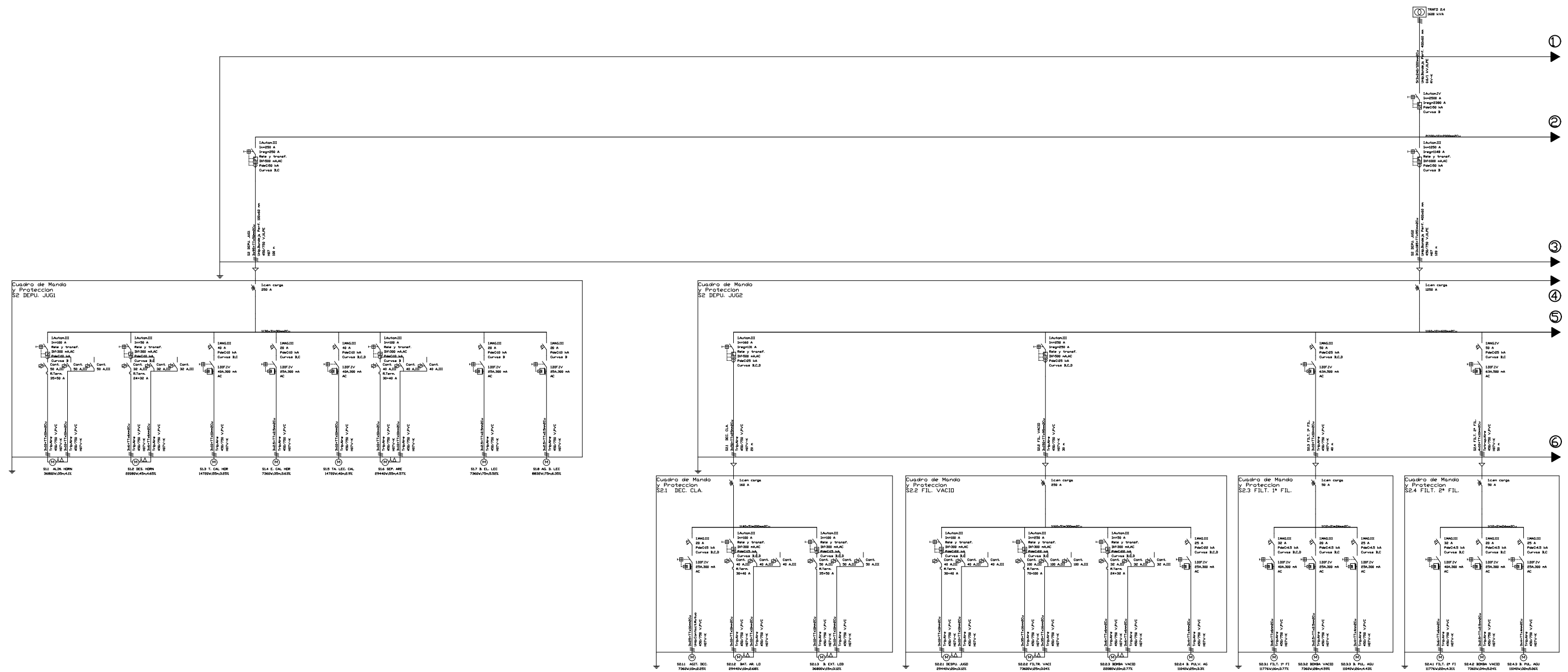
2

3



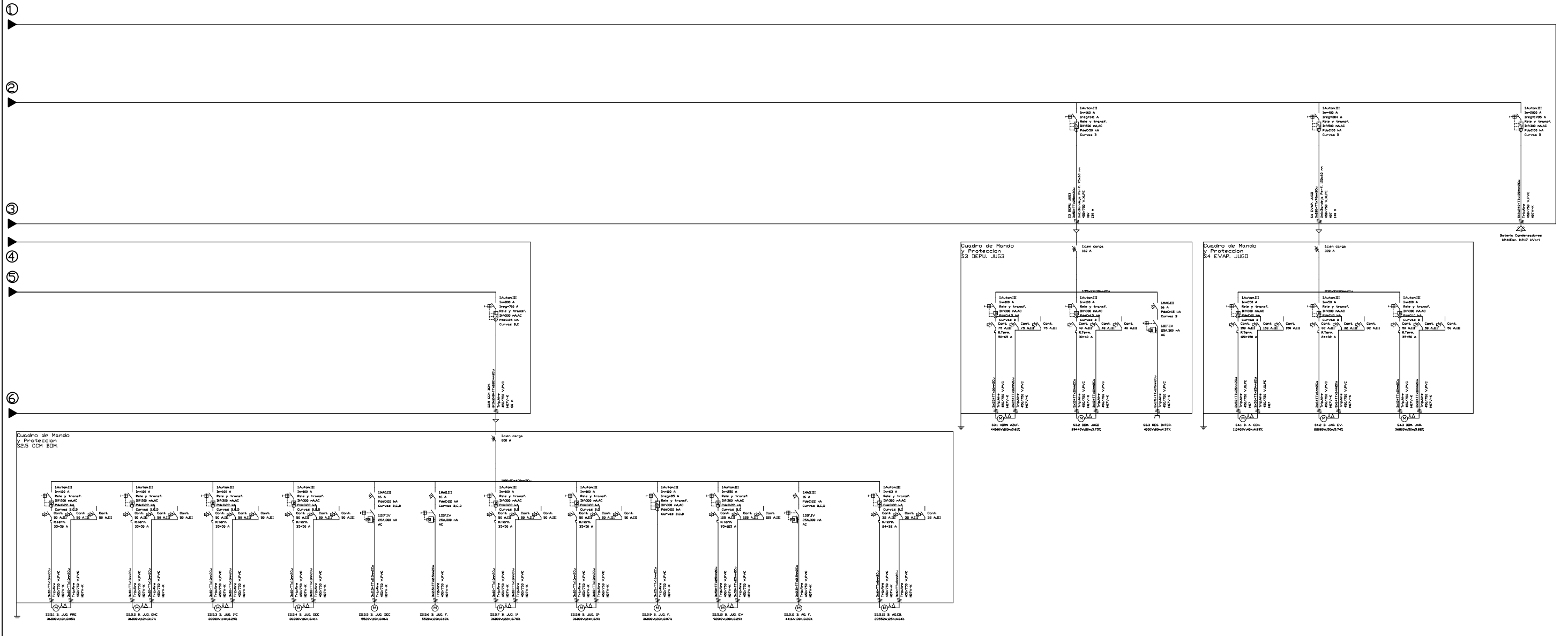
CONTINUACIÓN DEL PLANO 03-02.01: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.2-3 (1)"

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 03-02.02	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.2-3 (2)
FECHA: MARZO 2018	
  Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ	



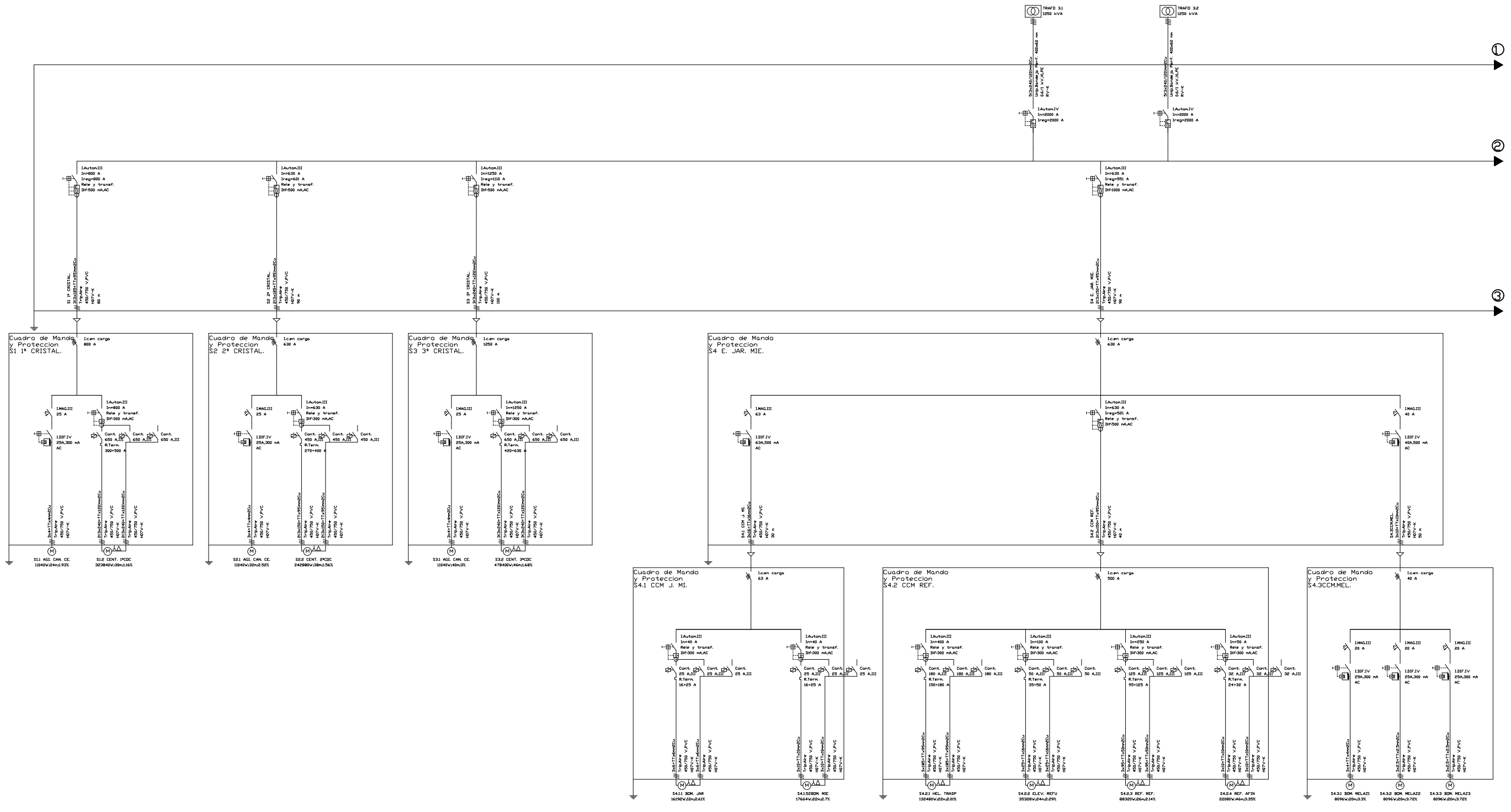
CONTINUA DEL PLANO 03-03.02: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.4 (2)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 03-03.01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.4 (1)
FECHA: MARZO 2018	
Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ	



CONTINUACIÓN DEL PLANO 03-02.01: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ESQUEMA UNIFILAR CT 2.4 (1)

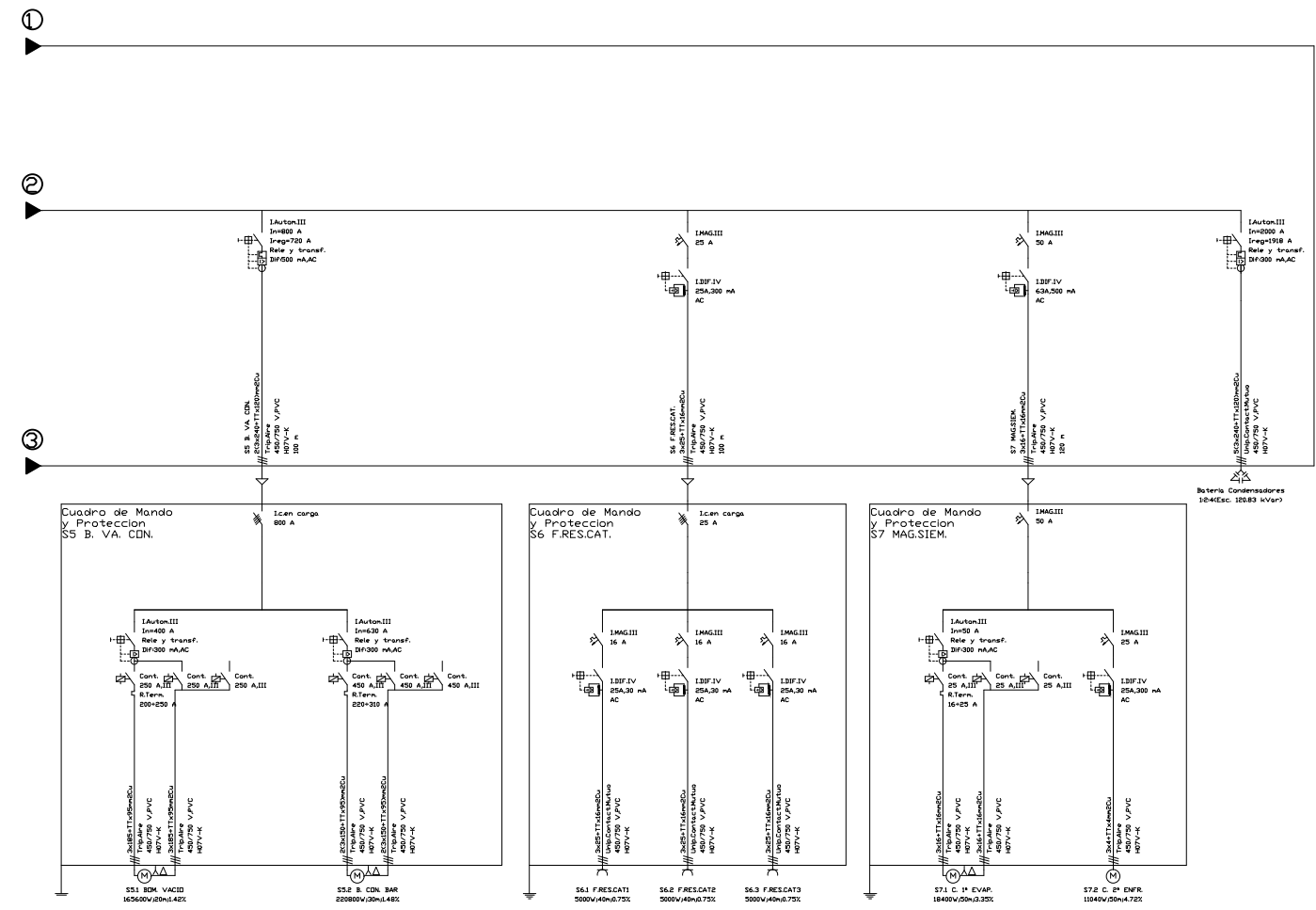
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 03-03.02	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, K.M. 152, T.M. PORTILLO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 2.4 (2)
FECHA: MARZO 2018	Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ



CONTINUA DEL PLANO 04-01.02: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.1-2 (2)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 04-01.01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.1-2 (1)
FECHA: MARZO 2018	Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ

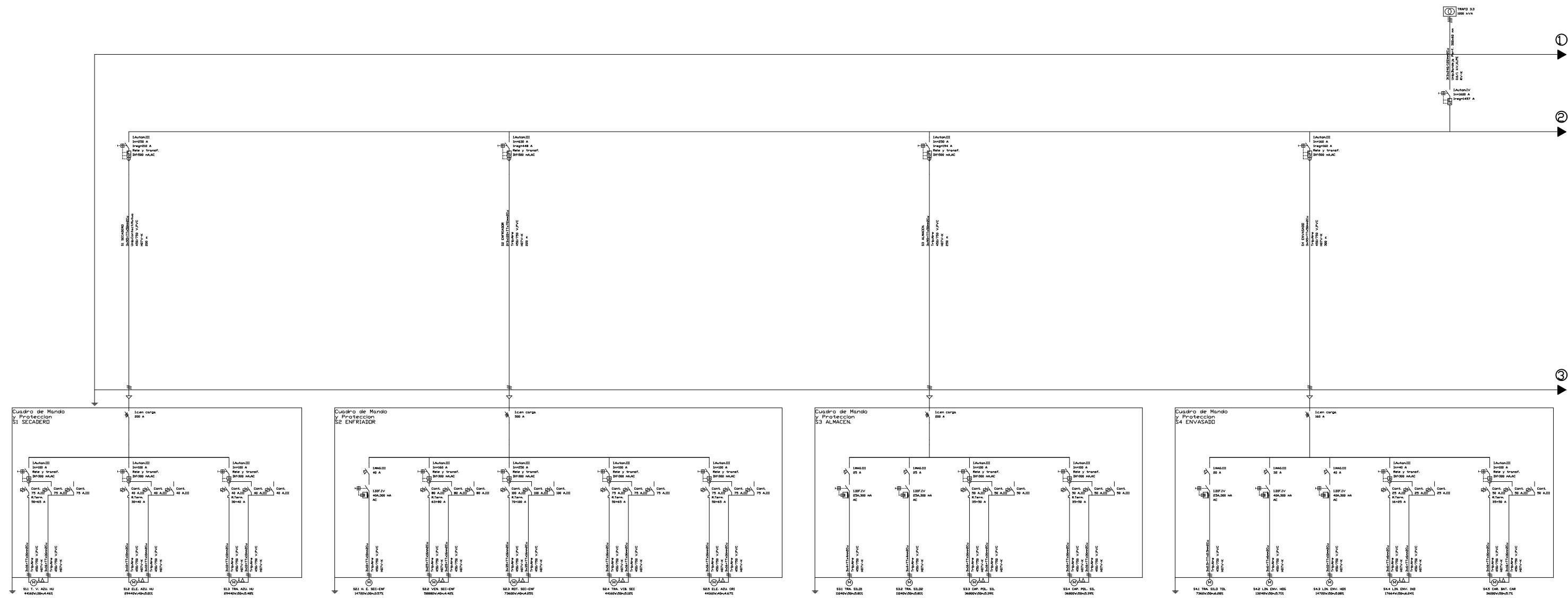




CONTINUACIÓN DEL PLANO 04-01.01: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.1-2 (1)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 04-01.02	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR CT3.1-2 (2)
FECHA: MARZO 2018	Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ

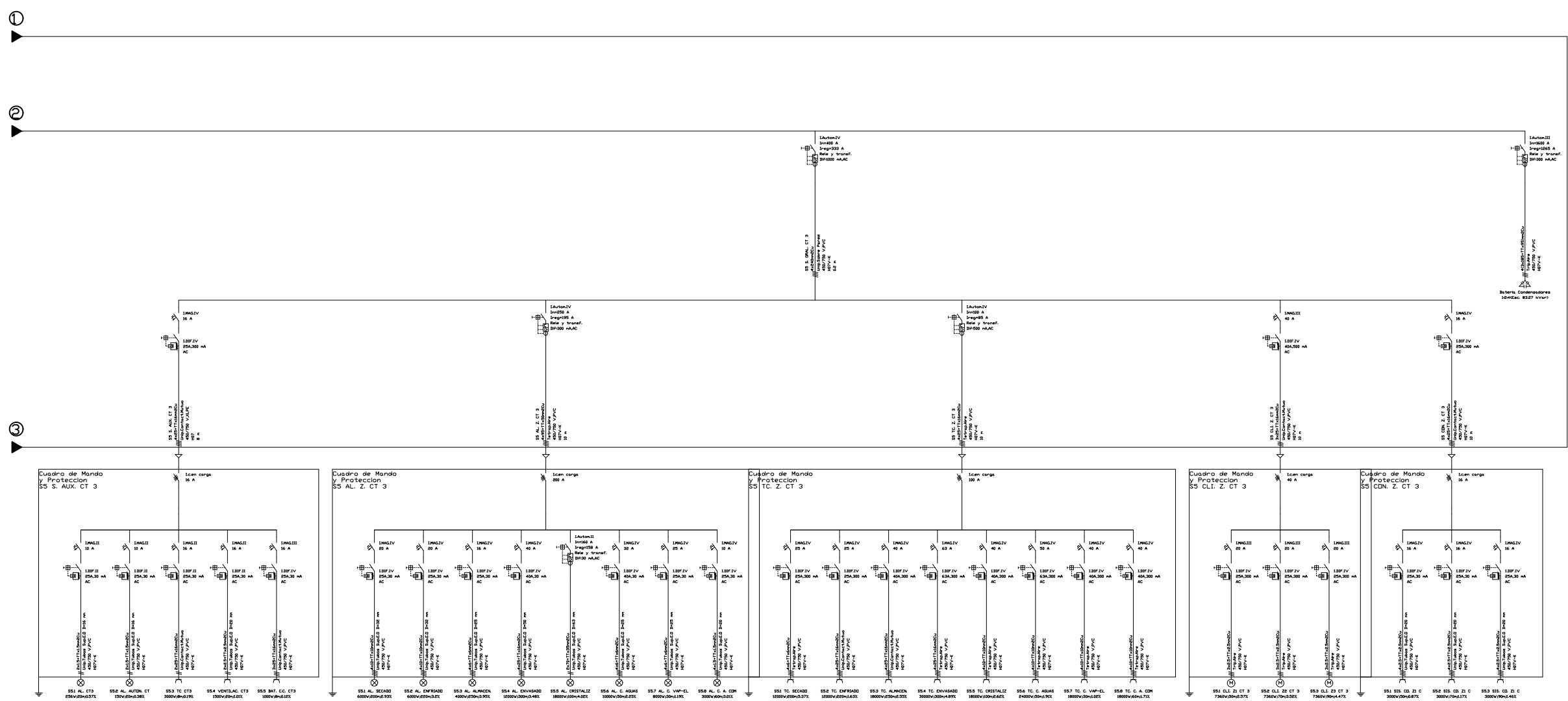




CONTINUA DEL PLANO 04-02.02: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR C.T.3.3 (2)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 04-02.01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.3 (1)
FECHA: MARZO 2018	Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ

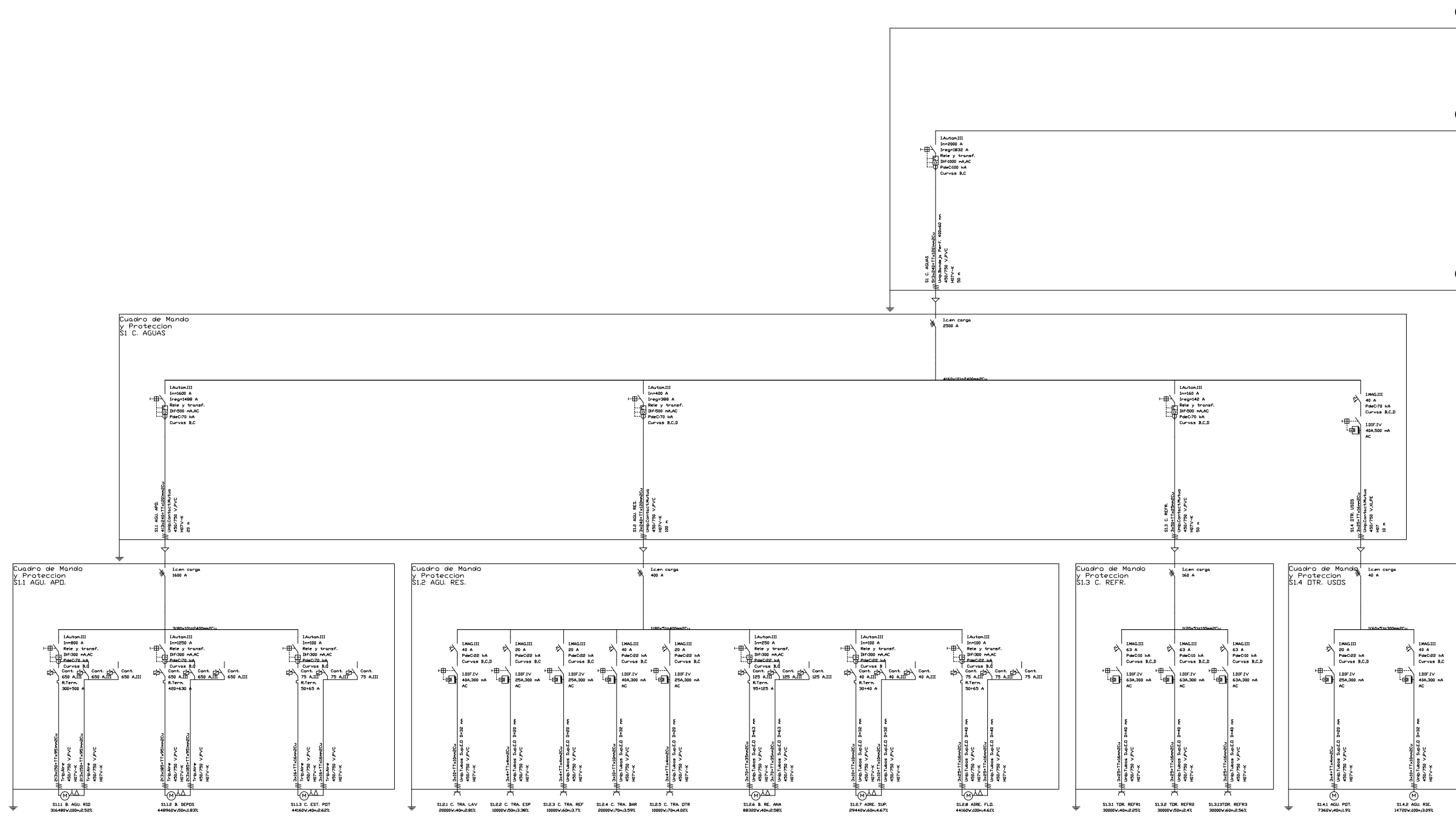




CONTINUACIÓN DEL PLANO 04-02.01: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.3 (1)

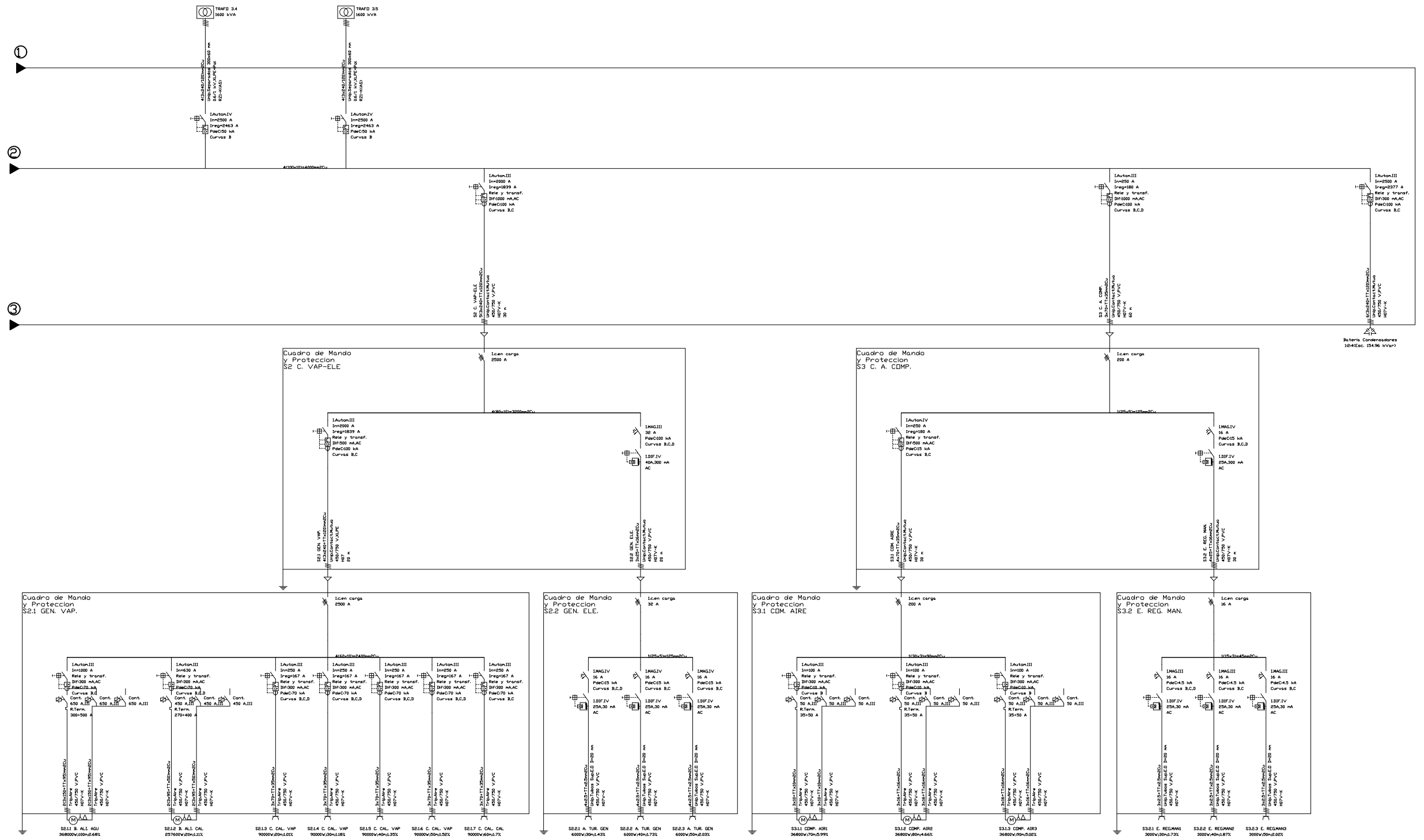
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 04-02.02	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 3.3 (2)
FECHA: MARZO 2018	Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ





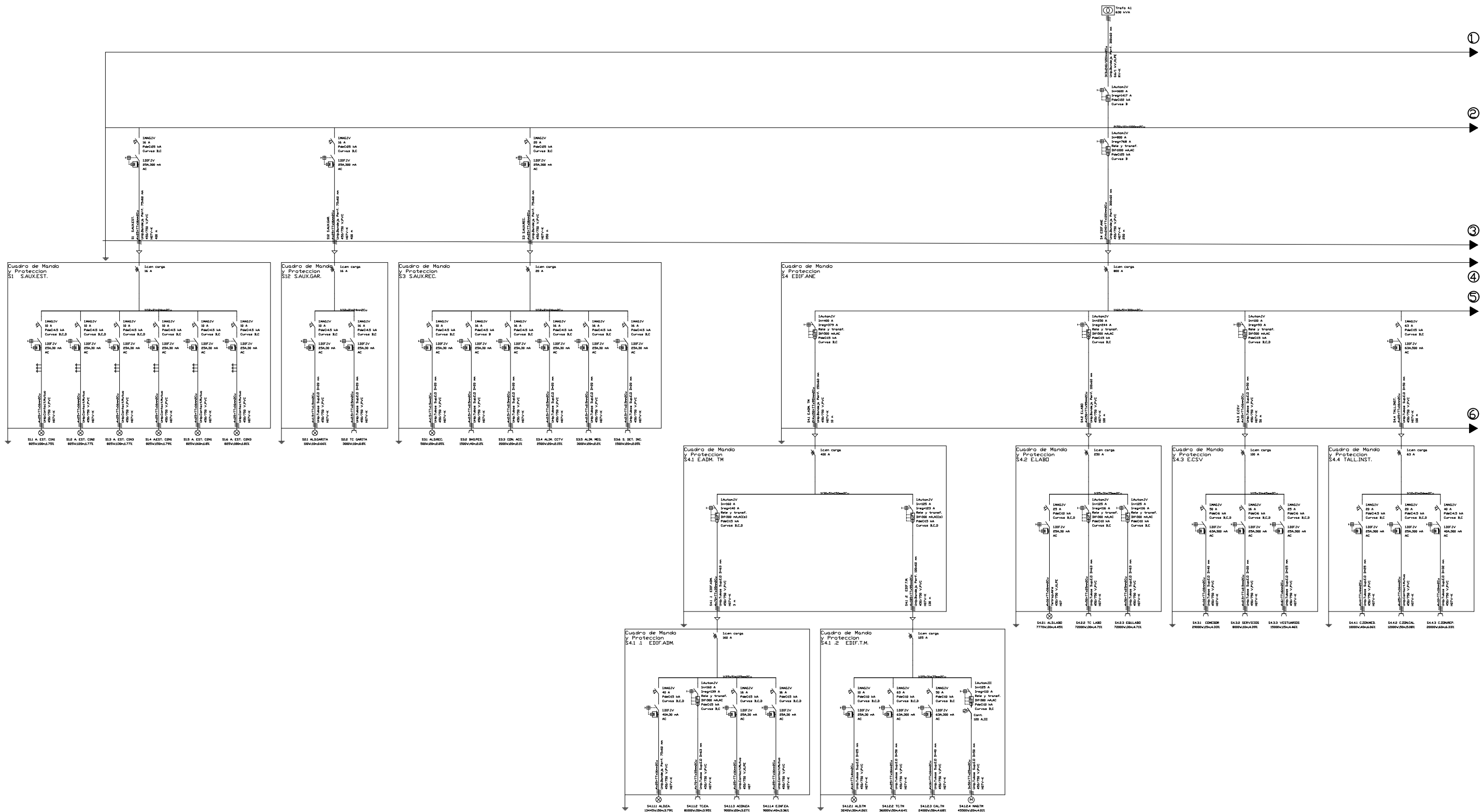
CONTINUA DEL PLANO 04-03.02: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR CT 3.4-5 (2)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 04-03.01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR CT3.4-5 (1)
FECHA: MARZO 2018	Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ



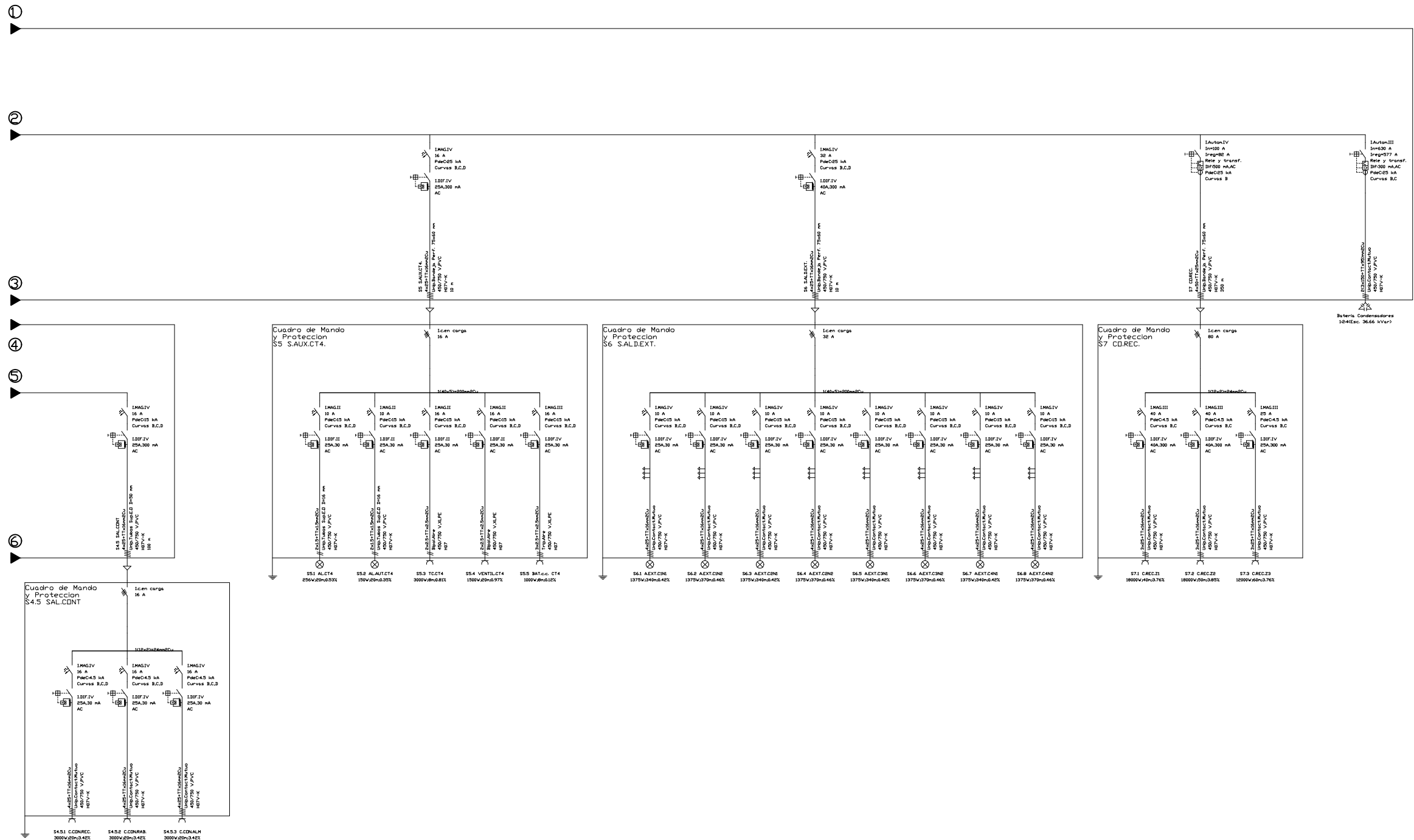
CONTINUACIÓN DEL PLANO 04-03.01: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR CT 3.4-5 (1)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.		
Nº DE PLANO: 04-03.02	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)	
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 3. ESQUEMA UNIFILAR CT3.4-5 (2)	
FECHA: MARZO 2018	Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ	



CONTINUA DEL PLANO 05-01.02: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 4 (2)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.		
Nº DE PLANO: 05-01.01	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)	
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4. ESQUEMA UNIFILAR CT4 (1)	
FECHA: MARZO 2018		
 		Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ



CONTINUACIÓN DEL PLANO 05-01.01: "CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 4 (1)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE LA REMOLACHA.	
Nº DE PLANO: 05-01.02	"LA BLANQUILLA S.A." Ctra. 601, T.M. OLMEDO (Valladolid)
ESCALA: S/E	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 4. ESQUEMA UNIFILAR C.T. 4 (2)
FECHA: MARZO 2018	
Realizado por: TERESA BLANCO BLÁZQUEZ	