

1. INTRODUCCIÓN.	4
2. MEMORIA DESCRIPTIVA.	5
2.1. OBJETO DEL PROYECTO	5
2.1.1. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES	5
2.2. TITULAR	7
2.3. EMPLAZAMIENTO	7
2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	7
2.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA	8
2.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	8
2.6.1. OBRA CIVIL	8
2.6.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	12
2.6.3. PUESTA A TIERRA	22
2.6.4. RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS, Y CONTROL	23
2.6.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS	24
3. CÁLCULOS.	26
3.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN	26
3.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN	26
3.3. CORTOCIRCUITOS	27
3.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	27
3.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN	29
3.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	29
3.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	29
3.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE	29
3.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA	30
3.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA	30
3.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN	31
3.5.1. TRANSFORMADOR	31
3.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	32

3.7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS	33
3.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	33
3.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	33
3.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO	33
3.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA	34
3.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA	34
<u>4. PLIEGO DE CONDICIONES.</u>	<u>43</u>
4.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES	44
4.1.1. OBRA CIVIL	44
4.1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	44
4.1.3. TRANSFORMADORES	44
4.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA	45
4.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	45
4.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS	46
4.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	46
4.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	49
4.6. LIBRO DE ÓRDENES	49
<u>5. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO.</u>	<u>50</u>
5.1. PRESUPUESTO UNITARIO	51
5.1.1. OBRA CIVIL	51
5.1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	52
5.1.3. EQUIPO DE POTENCIA	54
<u>6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD.</u>	<u>60</u>
6.1. OBJETO	61
6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	61
6.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y SITUACIÓN	61

6.2.2.	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	61
6.2.3.	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE	61
6.2.4.	SERVICIOS HIGIÉNICOS	61
6.2.5.	INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS	62
6.3.	MEMORIA	62
6.3.1.	OBRA CIVIL	62
6.3.2.	MONTAJE	66
6.4.	ASPECTOS GENERALES	69
6.4.1.	BOTIQUÍN DE OBRA	69
6.5.	NORMATIVA APLICABLE	69
6.5.1.	NORMAS OFICIALES	69
7.	<u>INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.</u>	70
7.1.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.	70
7.2.	DERIVACIONES INDIVIDUALES.	71
7.2.1.	D. I. CUADRO PATIO.	71
7.3.	D.I. MOLINO.	96
7.4.	D.I. BODEGA Y ENVASADORA.	109
7.5.	D.I. ZONAS COMUNES.	117
7.5.1.	CÁLCULO DEL CONDENSADOR DE COMPENSACIÓN DE REACTIVA.	122
7.5.2.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.	122
7.5.3.	INSTALACIÓN DE TIERRA.	123

1. INTRODUCCIÓN.

Pasamos a describir en este anexo todo lo concerniente a la instalación eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de las instalaciones que se desarrollan en este proyecto.

La energía eléctrica la tomaremos de una línea de media tensión que pasa por la parcela. La tensión de la línea es de 20 kV por lo que tendremos que transformarla hasta los 400 V que necesitamos en nuestras instalaciones. Para ello se instalará un transformador de 630 kVA. del que partirán cuatro salidas, para los cuatro cuadros que se instalarán.

En primer lugar nos centraremos en el centro de transformación, del que se adjunta proyecto, y posteriormente en el cálculo de la instalación eléctrica.

2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: MEMORIA DESCRIPTIVA.

2.1. OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un Centro de Transformación MT/BT destinado al suministro de energía eléctrica y justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

2.1.1. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

2.1.1.1. Normas generales:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.

- Normas particulares de la Compañía Suministradora de energía eléctrica.

- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

Normas y recomendaciones de diseño del edificio, apartamentada eléctrica, transformador y cuadro de Baja Tensión:

UNE-EN 61330/97

RU 1303A

UNE-EN 60298

RU 6407B

UNE 21 428-1

RU 5201D

UNE-EN 60439-1

RU 6301B

2.2. TITULAR

Este Centro es propiedad de la Sociedad Cooperativa Andaluza Ntra. Sra. Del Rosario con sede social en el nº 15 de la Avenida de Andalucía de Arbuniel (Jaén) con N.I.F. F-23.006.125 y en su representación el presidente del consejo rector D. José González Botías en calidad de promotor de las obras que a continuación se detallan en forma de: planos, memoria, pliego de condiciones, presupuesto con mediciones y Estudio Básico de Seguridad y Salud quedando completo el proyecto en cuanto a documentos a tenor de los decretos 2512/1977 y 1.627/97.

2.3. EMPLAZAMIENTO

La ubicación del centro de transformación se da en la Carretera JV-3221 que une la localidad de Arbuniel con la autovía N323, en el término municipal de Cambil en la provincia de Jaén. A espensas de que la autoridad municipal programe la creación de suelo para uso industrial en la localidad de Arbuniel en las próximas NN. SS. se ha elegido este terreno teniendo en cuenta todos los factores que determinan la ubicación de una industria. Se remite al lector al segundo capítulo de este proyecto que trata por entero del estudio para la elección del nuevo emplazamiento.

2.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación objeto de este proyecto es del tipo abonado / cliente, realizándose por tanto la medida de la energía en media tensión.

La energía será suministrada por la compañía Sevillana de Electricidad - Endesa a la tensión de 20 kV trifásica y frecuencia de 50 Hz, siendo la acometida a las celdas por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de celdas empleados en este proyecto son:

- CGM: Celdas modulares de aislamiento y corte en SF6, opcionalmente extensibles in situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

2.5. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima de 400 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas y las posibles ampliaciones, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 630 kVA.

2.6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

2.6.1. OBRA CIVIL

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta únicamente de una envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos.

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

2.6.1.1. Características de los materiales

Edificio de transformación : PFU-4/20

Los edificios prefabricados de hormigón PFU están formados por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera, y una tercera que forma el techo. Adicionalmente, se incorporan otras pequeñas piezas para constituir un Centro de Transformación de superficie y maniobra interior (tipo caseta), estando la estanquidad garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa entre ambas piezas principales exteriores.

Estas piezas son construidas en hormigón, con una resistencia característica de 300 kg/cm^2 , y tienen una armadura metálica, estando unidas entre sí mediante latiguillos de cobre, y a un colector de tierras, formando de esta manera una superficie equipotencial que envuelve completamente al Centro. Las

puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kohm respecto de la tierra de la envolvente.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el certificado de Calidad Unesa de acuerdo a la Recomendación Unesa 1303A.

Cimentación.

Para la ubicación de los Centros de Transformación PFU es necesaria una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm de espesor.

Solera, pavimento y cerramientos exteriores

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón, tal y como se ha indicado anteriormente. Sobre la placa base, y a una altura de unos 400 mm, se sitúa la solera, que se apoya en algunos apoyos sobre la placa base, y en el interior de las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

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

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT y BT. Estos agujeros están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos agujeros semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso de peatones tienen unas dimensiones de 900 x 2100 mm, mientras que las de los transformadores tienen unas dimensiones de 1250 x 2100 mm (1250 x 2400 mm en el caso de Centros de 36 kV). Ambos tipos de puertas pueden abrirse 180°.

Las puertas de acceso de peatón disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento: evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL, y las puertas tienen dos puntos de anclaje: en la parte superior y en la parte inferior.

Las rejillas de ventilación de cada transformador se sitúan en la parte inferior de la puerta de acceso al mismo, y en la parte superior tras el transformador. Estas rejillas tienen un área de 1200 x 677 mm². Para los transformadores de potencia superior a los 630 kVA, se añaden en la pared lateral junto al transformador 4 rejillas de 800 x 677 mm² cada una. Todas estas rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación, e interiormente se complementa cada rejilla con una rejilla mosquitera.

Cubiertas

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón, con inserciones en la parte superior para su manipulación.

Pinturas

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica, de color blanco-crema y textura rugosa en las paredes, y marrón en el perímetro de las cubiertas o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Varios

Los índices de protección presentados por estos edificios son:

- Centro: IP 23
- Rejillas: IP 33

Las sobrecargas admisibles en los PFU son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m²
- Sobrecarga del viento: 100 kg/m² (144 km/h)
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m²

Las temperaturas de funcionamiento, hasta una humedad del 100% son:

- Mínima transitoria: -15 ° C.
- Máxima transitoria: +50 ° C.
- Máxima media diaria: +35 ° C.

Características detalladas

- Nº de transformadores: 1 trafo a la derecha
- Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso
- Tensión nominal: 24 kV

Dimensiones exteriores

- Longitud: 4480 mm
- Fondo: 2380 mm
- Altura: 3045 mm
- Altura vista: 2585 mm
- Peso: 12000 kg

Dimensiones interiores

- Longitud: 4280 mm
- Fondo: 2200 mm
- Altura: 2355 mm

Dimensiones de la excavación

- Longitud: 5260 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

2.6.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**2.6.2.1. Características de la red de alimentación.**

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (MIE-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

2.6.2.2. Características de la aparamenta de Alta Tensión.*Instalación:*

Celdas CGM

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados "conjunto de unión", consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, ...).

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente

La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presenta el mímico unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas SF6 se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante m s de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el

seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CMP-F)

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

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal [kV]	12	24	36
Nivel de aislamiento			
Frecuencia industrial (1 min)			
a tierra y entre fases [kV]	28	50	70
a la dist. de seccionamiento [kV]	32	60	80
Impulso tipo rayo			
a tierra y entre fases [kV]	75	125	170
a la dist. de seccionamiento [kV]	85	145	195

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

2.6.2.3. Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Elementos de salida en Baja Tensión:

Cuadros de Baja Tensión según la compañía suministradora, que tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

2.6.2.4. Características descriptivas de las celdas y transformadores de Alta Tensión:

Características descriptivas de las celdas y transformadores de Alta Tensión

Entrada/Salida 1 : CGM-CML Interruptor-secc.

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $V_n=24$ kV e $I_n=400$ A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 140 kg de peso.

La celda CML de interruptor-seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura: 400 A
- Intensidad de cortocircuito: 16 kA / 40 kA
- Capacidad de cierre: 40 kA
- Mando interruptor: manual tipo B
- Cajón de control: no

Protección general ,Protección trafo 1 : CGM-CMP-F Protección fusibles

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de $V_n=24$ kV e $I_n=400$ A (200 A en la salida inferior) y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF6, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con el, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Otras características constructivas:

- Capacidad de ruptura: 400 A
- Intensidad de cortocircuito: 16 kA / 40 kA
- Capacidad de cierre: 40 kA
- Fusibles: 3x63 A
- Relé de protección: RPTA
- Mando interruptor: manual tipo BR

Transformadores de tensión

- Relación de transformación: 22000:V3/110:V3
- Potencia: 50 VA
- Clase de precisión: 0,5
- Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Vn
- Aislamiento
 - tensión nominal [kV]: 24
 - a freq. industrial (1 min) [kV]: 50
 - a impulso tipo rayo (1,2/50) [kV]: 125

Transformador 1

Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en el apartado 1.1.1., con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural Aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 400 V.

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +2,5%, +-5%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al trafo: Ninguna

2.6.2.5. Características descriptivas de los cuadros de Baja Tensión

Cuadro de Baja Tensión

El CBT es un conjunto de aparata de Baja Tensión cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador AT/BT, y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

Su estructura está constituida por un bastidor metálico, sobre el cual se montan las distintas unidades funcionales: unidad de embarrado, unidad de acometida, unidad de protección y unidad de control.

El CBT ofrece un grado de protección IP-30, y un grado de protección contra choques IK-08, excepto en la parte inferior del cuadro.

Características constructivas

- Anchura: 580 mm
- Altura: 790 mm
- Fondo: 220 mm

Características eléctricas

- Tensión nominal: 440 V
- Int. nominal embarrados: 1000 A
- Int. nominal salidas: 400 A
- Aisl. a frec. ind. (1 min)
 - entre fases y a tierra: 10 kV
 - entre fases: 2,5 kV
- Aisl. a onda de choque
 - entre fases y a tierra: 20 kV

2.6.2.6. Características del material vario de AT y BT

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la apartamentada.

Interconexiones de Alta Tensión:

- Puentes A.T. trafo 1
- Cables AT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo MSC un extremo, y del tipo enchufable y modelo K-158-LR en el otro extremo.

Interconexiones de Baja Tensión:

- Puentes B.T. 400V - trafo 1
- Juego de puentes de cables de Baja Tensión, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+2xneutro.

Defensas de transformadores

Defensa trafo 1

Rejilla metálica para defensa de transformador, con una cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

Equipos de iluminación:

- Ilum. Centro Transformación
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas de A.T.

2.6.3. PUESTA A TIERRA

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales, de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación, se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de Baja Tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si este es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del Centro, si son accesibles desde el exterior.

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en Baja Tensión, debido a faltas en la red de Alta Tensión, el neutro del sistema de Baja Tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de Alta Tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado (0,6/1 kV).

2.6.4. RELÉS DE PROTECCIÓN, AUTOMATISMOS, Y CONTROL

2.6.4.1. RPTA - Sistema Autónomo de Protección

El RPTA es un sistema autónomo de protección desarrollado específicamente para la celda CGM-CMP-F de interruptor con fusibles, que mejora las características de protección de esta celda, bien sea actuando como protección de transformador, o como protección general de un Centro de abonado o cliente.

Características de protección

Protección contra sobrecargas de fase, mediante curva extremadamente inversa según CEI-255.

Protección contra fugas a tierra (corrientes homopolares), mediante curva instantánea, programable en intensidad y tiempo.

Protección contra sobrecalentamientos o inundaciones, mediante entrada para contacto libre de tensión, con disparo instantáneo.

Elementos del sistema

Un relé electrónico, que incorpora los diales de tarado, y los leds de indicación de disparo.

3 captadores toroidales de fase, que captan las señales de corriente de las fases, para transmitir las al relé electrónico, a la vez que proveen de alimentación al mismo, y un captador toroidal de tierra, para detectar las corrientes a tierra.

Un disparador electromecánico de bajo consumo, que en caso de necesidad, provoca la apertura del interruptor en carga de la celda.

Alimentación

Este sistema es autoalimentado, de forma que a partir de los 3 A por fase está activo y no necesita alimentación auxiliar. No obstante, si se desea que lo esté también por debajo de esta intensidad, se puede conectar a una fuente de alimentación externa de 230 Vca.

Otras características

- $I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA}/50 \text{ kA}$
- Temperaturas = -10 a 60 °C
- Ensayos mecánicos y de compatibilidad electromagnética
- según CEI-255 y CEI-801 en su nivel más severo.

2.6.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS**2.6.5.1. Alumbrado**

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

El interruptor, accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del Centro.

2.6.5.2. Protección contra incendios

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

2.6.5.3. Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF6, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma de pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

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

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

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

3. CÁLCULOS.

3.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_p} \quad (2.1.a)$$

donde

P = potencia del transformador en kVA

V_p = tensión primaria en kV

I_p = intensidad primaria en A

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA.

$$I_p = 18.18 \text{ A}$$

3.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_s} \quad (2.2.a)$$

donde

P = potencia del transformador en kVA

V_s = tensión secundaria en kV

I_s = intensidad secundaria en A

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria en carga es de 400 V.

La intensidad en las salidas de BT puede alcanzar el valor:

$$I_s = 909.32 \text{ A}$$

3.3. CORTOCIRCUITOS

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, valor especificado por la Compañía suministradora.

3.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde

S_{cc} = potencia de cortocircuito de la red en MVA

V_p = tensión de servicio en kV

I_{ccp} = corriente de cortocircuito en kA

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \times P}{\sqrt{3} \times E_{cc} \times V_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde

P = potencia del transformador en kVA

E_{cc} = tensión de cortocircuito del transformador en %

V_s = tensión secundaria en V

I_{ccs} = corriente de cortocircuito en kA

3.3.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en la que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 10.11 \text{ kA}$$

3.3.3. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual de cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 400 V.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 22.73 \text{ kA}$$

3.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por **ORMAZABAL** han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de las celdas.

3.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material del embarrado. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 98471-1 realizado por los laboratorios LABEIN de Bizkaia (España).

3.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.3. de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc(din)} = 56.830 \text{ kA}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 638-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda.

3.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la celda por efecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 14,40 \text{ kA}$$

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado se ha obtenido con el protocolo 94029-15A realizado por los laboratorios LABEIN de Bizkaia (España).

3.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja Tensión, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

3.5.1. TRANSFORMADOR

La protección en AT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (muy inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para asegurar que:

Permiten el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida en esa aplicación.

No producen disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia.

No producen disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

La salida de Baja Tensión cuentan con un interruptor automático, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida, y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4. .

3.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio del Centro de Transformación, se utiliza la expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 * K * \sqrt{h * DT^3}} \quad (2.6.a)$$

donde:

W_{cu} - Pérdidas en el cobre del transformador

W_{fe} - Pérdidas en el hierro del transformador

K - Coeficiente en función de la forma de las rejas de entrada

h - Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida

DT - Aumento de temperatura del aire

S_r - Superficie mínima de las rejas de entrada

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios prefabricados de **ORMAZABAL**, se considera de más interés la realización de ensayos de homologación de los Centros hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido ensayado, siendo los resultados aprobados por la compañía suministradora de energía.

3.7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

El foso de recogida de aceite está dimensionado para recoger en su totalidad el aceite del transformador de esta instalación, que al ser de 630 kVA es inferior a 400 L.

3.8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

3.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El MIE-RAT indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito inferior o igual a 16 kA, es posible estimar la resistividad del terreno, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 200 ohm x m.

3.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son los siguientes:

De la red:

Tipo de neutro: el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones: cuando se produce un defecto, éste se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependientes). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 s.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo

considerando una intensidad máxima empírica, y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

3.8.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo Unesa, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

3.8.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Características de la red de alimentación.

Tensión de servicio:

$$V_n \text{ [kV]} = 20$$

Puesta a tierra del neutro:

$$\text{Longitud líneas aéreas } L_a \text{ [km]} = 25$$

$$\text{Longitud líneas subterráneas } L_c \text{ [km]} = 25$$

Nivel de aislamiento de las instalaciones en BT:

$$V_{bt} \text{ [V]} = 10.000$$

Características del terreno:

$$\text{Resistividad tierra } R_o \text{ [ohm x m]} = 200$$

$$\text{Resistividad hormigón } R'_o \text{ [ohm x m]} = 3000$$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación, y la intensidad del defecto se calculan

$$I_d * R_t \leq V_{bt} \quad (2.8.4.a)$$

donde:

I_d - Intensidad de falta a tierra en A

R_t - Resistencia total de puesta a tierra en ohmios

V_{bt} - Tensión de aislamiento en Baja Tensión en V

$$I_d = I_{dm} \quad (2.8.2.b)$$

donde:

I_d - Intensidad de falta a tierra en A

I_{dm} - Limitación de la intensidad de falta a tierra en A

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 300 \text{ A}$$

y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 33.3 \text{ ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso:

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.8.4.c)$$

donde:

Rt - Resistencia total de puesta a tierra en ohmios

Ro - Resistividad del terreno en ohm*m

Kr - Coeficiente Kr del electrodo

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$Kr \leq 0.1667$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada:	30-25/8/00
- Geometría del sistema:	anillo
- Dimensiones de la red [m] :	3x3
- Profun. electrodo horiz. [m] :	0.8
- Número de picas :	0
- Longitud de las picas [m] :	0

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia Kr =	0.159
- De la tensión de paso Kp =	0.025
- De la tensión de contacto Kc =	0.103

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra de protección del Centro.
- En caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del Edificio.

Una vez seleccionado este electrodo, el valor real de la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación será:

$$R't = K_r * R_o \quad (2.8.4.d)$$

por lo que

$$R't = 31.8 \text{ ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.8.4.b):

$$I'd = 300 \text{ A}$$

2.8.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que estas son prácticamente cero.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'd = R't * I'd \quad (2.8.5.a)$$

por lo que, en este caso:

$$V'd = 9540 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto, siempre que se disponga de una malla rodeando al Centro, conectada al electrodo de tierra, según la fórmula:

$$V'c = kc * Ro * I'd \quad (2.8.5.b)$$

Por lo que tendremos:

$$V'c = 6180 \text{ V}$$

2.8.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que estas serán prácticamente cero.

La tensión de paso en el exterior vendrá dada por:

$$V_p = K_p \cdot R_o \cdot I'd \quad (2.8.6.a)$$

por lo que, para este caso:

$$V_p = 1500 \text{ V}$$

2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0.7 \text{ s}$$

$$K = 72$$

$$n = 1$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t_n} \left[1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right] \quad (2.8.7.a)$$

por lo que, para este caso:

$$V_p = 2262.9 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al Centro de Transformación:

$$V_p(\text{acc}) = \frac{10 \cdot K}{t_n} * \left[1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right] (2.8.7.b)$$

por lo que en este caso:

$$V_p(\text{acc}) = 10902.9 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior

$$V'_p = 1500 \text{ V} \leq V_p = 2262.9 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al Centro:

$$V'_p(\text{acc}) = 6180 \text{ V} \leq V_p(\text{acc}) = 10902.9 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V'd = 9540 \text{ V} \leq V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

- Intensidad de defecto:

$$I_a = 0 \text{ A} \leq I_d = 300 \text{ A} \leq I_{dm} = 300.$$

2.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'd}{2000 \cdot \Pi} \quad (2.8.8.a)$$

Para este Centro de Transformación:

$$D = 9.5 \text{ m}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7, como mínimo, contra daños mecánicos.

2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de tierras de UNESA, con valores de "kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de estas picas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

4. PLIEGO DE CONDICIONES.

4.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

4.1.1. OBRA CIVIL

Las envolvente empleada en la ejecución de este Centro cumplirá las Condiciones Generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a sus inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, y paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

4.1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen SF₆ (hexafluoruro de azufre) para cumplir dos misiones:

Aislamiento: el aislamiento integral en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del Centro de Transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el Centro de Transformación.

Corte: el corte en SF₆ resulta más seguro que al aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

4.1.3. TRANSFORMADORES

El transformador instalado en este Centro de Transformación será trifásico, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Este transformador se instalará sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

El transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de las paredes que rodean el Centro, rodeando completamente al mismo.

4.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA

Al tratarse de un Centro de Transformación para distribución pública, no se incorpora medida de energía en Media Tensión, por lo que esta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales de Media Tensión, en el punto de derivación hacia cada cliente en Baja Tensión, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

4.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Industria y Energía.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

4.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

Prueba de operación mecánica

Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos

Verificación de cableado

Ensayo a frecuencia industrial

Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control

Ensayo a onda de choque 1,2/50 milisegundos

Verificación del grado de protección

4.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El Centro de Transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento de Alta Tensión (MIE-RAT 14, apartado 5.1), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de esas celdas. En el interior del Centro de Transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de las maniobras oportunas en el Centro de Transformación se utilizará la palanca de accionamiento y guantes, que deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente. Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

Nombre del fabricante

Tipo de apartamentada y número de fabricación

Año de fabricación

Tensión nominal

Intensidad nominal

Intensidad nominal de corta duración

Frecuencia nominal

Junto al accionamiento de la apartamentada de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamentada. Igualmente, si la celda contiene SF6 bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión de gas antes de realizar la maniobra.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras, estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán con el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere, y a continuación la apartamentada de conexión siguiente, hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos al transformador trabajando en vacío para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Alta Tensión, procederemos a conectar la red de Baja Tensión.

Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGC de **ORMAZABAL**, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamento interior en gas SF6, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación. No obstante, en caso de estar situadas en ambientes hostiles, se recomienda la maniobra en vacío de las mismas, coincidiendo con las descargas a las que se someta al Centro de Transformación.

4.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

Autorización administrativa de la obra.

Proyecto, firmado por un técnico competente.

Certificado de tensiones de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.

Certificado de fin de obra.

Contrato de mantenimiento.

Conformidad por parte de la Compañía suministradora.

4.6. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este Centro de Transformación de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado Centro, incluyendo cada visita, revisión,

5. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO.

5.1. PRESUPUESTO UNITARIO**5.1.1. OBRA CIVIL**

Descripción	Unitario	TOTAL
----- Edificio de transformación		
1 Ud. Envoltente prefabricada de hormigón, que incluye el edificio y todos sus elementos interiores, tal y como se describe en la Memoria en el apartado 1.6.1.2, incluyendo el transporte, montaje y accesorios.	5.800 €	5.800 €

5.1.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

Descripción	Unitario	TOTAL	

Entrada/Salida 1			
CGM-CML Interruptor-secc.			
1 Ud.	Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con aislamiento integral en SF6, de Vn=24 kV e In=400 A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando manual tipo B. Se incluyen el montaje y conexión.	2.203 €	2.203 €
Protección general ,Protección trafo 1			
CGM-CMP-F Protección fusibles			
1 Ud.	Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con aislamiento integral en SF6, de Vn=24 kV e In=400 A (200 A en la salida inferior) y 480 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto. Mando manual tipo BR. Incorpora un relé de protección RPTA. Se incluyen el montaje y conexión.	4.000 €	4.000 €

Medida

CGM-CMM Medida

1 Ud.	Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 kV y 800 mm de ancho por 1025 mm de fondo por 1800 mm de alto. Se incluyen en la celda, para la medición de la energía eléctrica consumida, y con las características detalladas en la Memoria, 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad . Se incluyen el montaje y conexión.	4.350 €	4.350 €
-------	--	---------	---------

Interconexiones de Alta Tensión:

Puentes A.T. trafo 1

1 Ud.	Cables AT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo MSC un extremo, y del tipo enchufable y modelo K-158-LR en el otro extremo.	850 €	850 €
-------	--	-------	-------

5.1.3. EQUIPO DE POTENCIA

	Descripción	Unitario	TOTAL

	Transformador		
1 Ud.	Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en el apartado 1.1.1., con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural Aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 380 V, grupo de conexión Dyn11, tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de ñ2,5%, ñ5% 800.000 800.000	4.900€	4.900€

4.1.4. Equipo de Baja Tensión

	Descripción	Unitario	TOTAL

	Interruptor automático:		
1 Ud.	Automático de Baja Tensión con la intensidad nominal y resto de características indicadas en la memoria.	2.000€	2.000€

Puentes B.T.

1 Ud.	Juego de puentes de cables de Baja Tensión, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+2xneutro de 3,0 m de longitud.	400 €	400 €
-------	--	-------	-------

4.1.5. Sistemas de puesta a tierra

Descripción	Unitario	TOTAL
<p>1 Ud. Instalación de puesta a Tierra de protección, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo, con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geometría: anillo rectangular • Profundidad: 0,5 m • Picas: sin picas • Dim. rectángulo: 3,0x3,0 m 	900€	900 €

Tierra de servicio del neutro del transformador:

1 Ud.	Instalación interior de tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo grapado en la pared, y conectado a las celdas y demás apartada de este edificio, así como a una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.	600 €	600 €
-------	---	-------	-------

Instalaciones de tierras interiores.

1 Ud.	Instalación interior de tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado en la pared, y conectado al neutro de Baja Tensión, así como a una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.	600 €	600 €
-------	---	-------	-------

4.1.6 Varios

Descripción	Unitario	TOTAL
Defensas de transformadores		
Defensa trafo		
1 Ud. Rejilla metálica para defensa de transformador, con una cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.	300 €	300.€
Equipos de Iluminación		
1 Ud. Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias	150 €	150 €
- Equipos de operación, maniobra y seguridad		
1 Ud. De operación para permitir la realización de las maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la ejecución de las maniobras y operaciones de mantenimiento, compuesto por:	200 €	200 €
		<ul style="list-style-type: none"> • Banquillo aislante • Par de guantes de amianto • Extintor de eficacia 89B

4.2. Presupuesto total

Total importe obra civil	5.800 €
Total importe aparamenta de AT	11.403€
Total importe equipos de potencia	4.900 €
Total importe equipos de BT	2.400 €
Total importe sistemas de tierras	2.100 €
Total importe de varios	650 €

Neto del presupuesto completo	27.253 €

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD.

6.1. OBJETO

Dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este Estudio de Seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

6.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y SITUACIÓN

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en el Documento nº 1 Memoria, del presente proyecto.

6.2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

6.2.3. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

6.2.4. SERVICIOS HIGIÉNICOS

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

6.2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto, deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

6.3. MEMORIA

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas, dentro de los apartados de Obra civil y Montaje.

6.3.1. OBRA CIVIL

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

Movimiento de tierras y cimentaciones

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

Estructura

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acocadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).

- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuci3nes por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Cerramientos

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

Albañilería

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

6.3.2. MONTAJE

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección:

Colocación de soportes y embarrados

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.

- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamento, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D. 485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.

- Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

Operaciones de puesta en tensión

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.
- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes del grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización

6.4. ASPECTOS GENERALES

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

6.4.1. BOTIQUÍN DE OBRA

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

6.5. NORMATIVA APLICABLE

6.5.1. NORMAS OFICIALES

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de
- noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Lugares de Trabajo.
- Real Decreto Equipos de Trabajo.
- Real Decreto Protección Individual.
- Real Decreto Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

7. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

En esta parte pasaremos a la descripción y cálculo de la parte de la instalación eléctrica en baja tensión, correspondiente a la totalidad del interior de la fábrica.

Para facilitar el control y evitar que el fallo en una línea afecte a gran parte de la instalación se ha hecho una división en cuadros de la siguiente manera.

CUADRO 1	CUADRO 2	CUADRO 3	CUADRO 4
PATIO	MOLINO	BODEGA	VARIOS

Todos estos parten del cuadro general de baja tensión que se conecta con el centro de transformación.

Las secciones de los conductores se dimensionarán con los criterios siguientes:

- Intensidad máxima de 40° que es capaz de transportar el conductor.
- Caída de tensión máxima desde el origen de la instalación a cualquier punto del circuito; nosotros tomaremos 4.5% para los circuitos de alumbrado y 6.5 % para los demás usos.

Pasamos a definir cada elemento de la instalación por separado.

7.1. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.

De él parten las líneas que alimentas a cada uno de los cuadros individuales de los que consta la instalación. En el se encuentran los mecanismos de mando y protección de las líneas anteriores para poder desconectar por separado cada cuadro y favorecer la selectividad de la instalación.

La envolventes del cuadro se ajustará a las normas UNE 20.451 y UNE EN 60.439-3 con un grado mínimo de protección IP30 según UNE 20.324 e IK08 según UNE-EN 50.102.

Las conexiones del transformador con el cuadro están definidas en la memoria del transformador, nosotros partiremos de dicho cuadro y analizaremos los circuitos que parten de él.

Los dispositivos generales de mando y protección serán los siguientes:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar.

El poder de corte de este interruptor será el calculado en el lado de baja del transformador $I_{ccs} = 22.73 \text{ kA}$ y una intensidad nominal de $I_s = 909.32 \text{ A}$

- Interruptor diferencial general para cada una de las derivaciones individuales a los distintos cuadros.

7.2. DERIVACIONES INDIVIDUALES.

Pasamos ahora a calcular las características de cada una de las líneas que unen el Cuadro General con los individuales.

Se utilizarán conductores unipolares de cobre aislados con aislamiento de XLPE y tensión nominal de aislamiento de 0.6/1 kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida como viene descrito en la norma UNE 21.123 parte 4 y/o 5.

Se instalarán en el interior de tubos enterrados impondremos un valor máximo para la caída de tensión del 3%. Para el cálculo de los interruptores automáticos se utilizarán las curvas del fabricante.

7.2.1. D. I. CUADRO PATIO.

Las características principales de esta línea son :

- Potencia: 155,00 kW.
- Longitud del conductor: 63 m.
- Intensidad: 279,65 A
- Caída de tensión admisible: 3 %

- Sección elegida: se utilizarán cuatro conductores unipolares de cobre aislados con XLPE de sección nominal 95 mm^2 y un conductor de protección de las mismas características y sección nominal de 50 mm^2 .
- Para la protección contra contactos directos se instalará un interruptor diferencial con las características:

$$I_{disc} = 300 \text{ mA} \quad I_n = 280 \text{ A}$$

- Para la protección contra cortocircuitos se instalará un interruptor automático con unas características:

$$I_{cc} = 9,01 \text{ kA} \quad I_n = 280 \text{ A}$$

El cuadro tendrá unas características similares a las del cuadro general y dispondrá de las protecciones siguientes:

- La protección de los motores se hará en función de la potencia de estos, para motores de menos de 15 CV utilizaremos interruptores automáticos y para los de más de 15 CV se utilizará un relé electrónico. Estos dispositivos serán de rearme manual en cualquier caso, para evitar la puesta en marcha inesperada de la máquina. En todos los casos se dispondrá de un contactor de maniobra con relé para el mando desde panel.
- Todos los circuitos se protegerán contra contactos directos mediante un interruptor diferencial.
- Los circuitos de iluminación y de fuerza que no estén destinados a motores se protegerán contra sobreintensidades mediante un interruptor magnetotérmico.

Por otra parte las características de la instalación son las siguientes:

- El montaje se realizará sobre bandejas perforadas.
- Los conductores serán aislados de cobre con tensión nominal 0.6/1kW.con aislamiento de XLPE.

- Se impondrá una caída máxima de tensión en cada circuito del 1% en los circuitos de alumbrado y del 3% en el resto.

A continuación se presenta el listado de todos los circuitos que conforman el cuadro:

CIRCUITO CINTA TRANSPORTADORA 1

POTENCIA(W)	2500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	3125
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	5,638186223
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,348772321
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,290643601
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA TRANSPORTADORA 2

POTENCIA(W)	2500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	3125
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	5,638186223
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,418526786
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,348772321
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO VENTILADORA LIMPIADORA 1

POTENCIA(W)	7500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	9375
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	16,91455867
CAIDA DE POTENCIAL(%)	1,046316964
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,871930804
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 25 A
CONTACTOR(A)	25
DIFERENCIAL	25 A 30 mA

CIRCUITO VENTILADORA LIMPIADORA 2

POTENCIA(W)	7500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	9375
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	16,91455867
CAIDA DE POTENCIAL(%)	1,255580357
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	1,046316964
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 25 A
CONTACTOR(A)	25
DIFERENCIAL	25 A 30 mA

CIRCUITO BANDEJA VIBRATORIA 1

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,069754464
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,05812872
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BANDEJA VIBRATORIA 2

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,083705357
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,069754464
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CRIBA DE RODILLOS 1	
POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,209263393
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,174386161
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CRIBA DE RODILLOS 2	
POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,251116071
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,209263393
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO DESPALILLADORA 1

POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,139508929
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,11625744
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO DESPALILLADORA 2

POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,167410714
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,139508929
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA INTERNA LAVADORA 1

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,209263393
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,174386161
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA INTERNA LAVADORA 2

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,251116071
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,209263393
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA DE AGUA 1

POTENCIA(W)	3500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	4375
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	7,893460712
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,48828125
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,406901042
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA DE AGUA 2

POTENCIA(W)	3500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	4375
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	7,893460712
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,5859375
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,48828125
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA REMONTE A PESADORA 1

POTENCIA(W)	2500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	3125
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	5,638186223
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,348772321
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,290643601
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA REMONTE A PESADORA 2

POTENCIA(W)	2500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	3125
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	5,638186223
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,418526786
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,348772321
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO PESADORA 1

POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,139508929
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,11625744
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO PESADORA 2

POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,167410714
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,139508929
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA REMONTE A TOLVAS 1

POTENCIA(W)	3000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	3750
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	6,765823467
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,418526786
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,348772321
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA REMONTE A TOLVAS 2

POTENCIA(W)	3000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	3750
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	6,765823467
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,502232143
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,418526786
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA DISTRIBUCIÓN TOLVAS 1

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,251116071
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,209263393
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA DISTRIBUCIÓN TOLVAS 2

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,251116071
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,209263393
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.47 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA SACAPALOS 1

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	10
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,027901786
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,023251488
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 1.28 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA SACAPALOS 2

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,055803571
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,046502976
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.69 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA SACAPIEDRAS 1

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	10
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,027901786
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,023251488
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 1.28 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA SACAPIEDRAS 2

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,055803571
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,046502976
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.69 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA TRANSPORT PALOS

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	10
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,083705357
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,069754464
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 1.28 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CINTA TRNASPORT PIEDRAS

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	10
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,083705357
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,069754464
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 1.28 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	BANDEJA VIBRAT TOLVAS1
POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	10
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,055803571
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,046502976
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 1.28 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	BANDEJA VIBRAT TOLVAS2
POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,083705357
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,069754464
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.90 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BANDEJA VIBRAT TOLVAS3

POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,083705357
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,069754464
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.90 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BANDEJA VIBRAT TOLVAS4

POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,111607143
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,093005952
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.69 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO SINFÍN ACEITUNA 1

POTENCIA(W)	3500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	4375
LONGITUD(m)	10
INTENSIDAD(A)	7,893460712
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,1953125
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,162760417
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 1.28 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO SINFÍN ACEITUNA 2

POTENCIA(W)	3500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	4375
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	7,893460712
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,29296875
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,244140625
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.90 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO REMONTADOR ACEITUNA 1

POTENCIA(W)	2000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	2500
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	4,510548978
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,223214286
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,186011905
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.69 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO REMONTADOR ACEITUNA 2

POTENCIA(W)	2000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	2500
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	4,510548978
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,223214286
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,186011905
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.69 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO ALUMBRADO 1
POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	3,881987578
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,405076965
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	1,012692412
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO ALUMBRADO 2
POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	3,881987578
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,405076965
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	1,012692412
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO FUERZA 1
POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,706329387
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,200892857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO FUERZA 2
POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,706329387
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,200892857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO MOLINO 1

POTENCIA(W)	30000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	37500
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	67,65823467
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,653948103
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	3,487723214
SECCIÓN REAL(mm ²)	16
PROTECCIÓN	RELÉ ELECTRÓNICO I _{cc} = 2.69 kA I _n = 75 A
CONTACTOR(A)	75
DIFERENCIAL	75 A 30 mA

CIRCUITO MOLINO 2

POTENCIA(W)	30000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	37500
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	67,65823467
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,653948103
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	3,487723214
SECCIÓN REAL(mm ²)	16
PROTECCIÓN	RELÉ ELECTRÓNICO I _{cc} = 2.69 kA I _n = 75 A
CONTACTOR(A)	75
DIFERENCIAL	75 A 30 mA

CIRCUITO REMONTADOR DE PASTA 1

POTENCIA(W)	2000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	2500
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	4,510548978
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,279017857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,232514881
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO REMONTADOR DE PASTA 2

POTENCIA(W)	2000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	2500
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	4,510548978
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,279017857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,232514881
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.56 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

7.3. D.I. MOLINO.

Las características principales de esta línea son :

- Potencia: 146,00 kW.
- Longitud del conductor: 65 m.
- Intensidad: 263,41 A
- Caída de tensión admisible: 3 %
- Para la protección contra contactos directos se instalará un interruptor diferencial con las características:

$$I_{disc} = 300 \text{ mA} \quad I_n = 250 \text{ A}$$

- Para la protección contra cortocircuitos se instalará un interruptor automático con unas características:

$$I_{cc} = 4,06 \text{ kA} \quad I_n = 250 \text{ A}$$

- Sección elegida: se utilizarán cuatro conductores unipolares de cobre aislados con XLPE de sección nominal 95 mm^2 y un conductor de protección de las mismas características y sección nominal de 50 mm^2 .

El cuadro tendrá unas características similares a las del cuadro general y dispondrá de un interruptor de corte omnipolar y un interruptor diferencial para cada circuito que parte del cuadro, las características de estos circuitos son las siguientes:

- La protección de los motores se hará en función de la potencia de estos, para motores de menos de 15 CV utilizaremos interruptores automáticos y para los de más de 15 CV se utilizará un relé electrónico. Estos dispositivos serán de rearme manual en cualquier caso, para evitar la puesta en marcha inesperada de la máquina. En todos los casos se dispondrá de un contactor de maniobra con relé para el mando desde panel.

- Todos los circuitos se protegerán contra contactos directos mediante un interruptor diferencial.
- Los circuitos de iluminación y de fuerza que no estén destinados a motores se protegerán contra sobreintensidades mediante un interruptor magnetotérmico.

Por otra parte las características de la instalación son las siguientes:

- El montaje se realizará sobre bandejas perforadas.
- Los conductores serán aislados de cobre con tensión nominal 0.6/1kW.con aislamiento de XLPE.
- Se impondrá una caída máxima de tensión en cada circuito del 1% en los circuitos de alumbrado y del 3% en el resto.

A continuación se describe cada uno de los circuitos que componen el cuadro:

CIRCUITO TERMOBATIDORA 1

POTENCIA(W)	10000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	12500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	22,55274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	1,674107143
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	1,395089286
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.45 kA I _n = 30 A
CONTACTOR(A)	30
DIFERENCIAL	30 A 30 mA

CIRCUITO TERMOBATIDORA 2

POTENCIA(W)	10000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	12500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	22,55274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	1,674107143
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	1,395089286
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.45 kA I _n = 30 A
CONTACTOR(A)	30
DIFERENCIAL	30 A 30 mA

CIRCUITO	BOMBA TRASIGO PASTA	
POTENCIA(W)	3000	
POTENCIA DE CÁLCULO(W)		3750
LONGITUD(m)	30	
INTENSIDAD(A)	6,765823467	
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,502232143	
CAIDA PERMITIDA(%)	3	
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,418526786	
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5	
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.45 kA I _n = 10 A	
CONTACTOR(A)	10	
DIFERENCIAL	16 A 30 mA	

CIRCUITO	BOMBA TRASIGO PASTA	
POTENCIA(W)	3000	
POTENCIA DE CÁLCULO(W)		3750
LONGITUD(m)	30	
INTENSIDAD(A)	6,765823467	
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,502232143	
CAIDA PERMITIDA(%)	3	
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,418526786	
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5	
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.45 kA I _n = 10 A	
CONTACTOR(A)	10	
DIFERENCIAL	16 A 30 mA	

CIRCUITO DECANTER 1

POTENCIA(W) 30000
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 37500
 LONGITUD(m) 25
 INTENSIDAD(A) 67,65823467
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 1,046316964
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 3,487723214
 SECCIÓN REAL(mm²) 10
 PROTECCIÓN RELÉ ELECTRÓNICO $I_{cc} = 1.57$ $I_n = 75$
 CONTACTOR 75
 DIFERENCIA $I_n = 75$ A $I_d = 30$ mA

CIRCUITO DECANTER 2

POTENCIA(W) 30000
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 37500
 LONGITUD(m) 25
 INTENSIDAD(A) 67,65823467
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 1,046316964
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 3,487723214
 SECCIÓN REAL(mm²) 10
 PROTECCIÓN RELÉ ELECTRÓNICO $I_{cc} = 1.57$ $I_n = 75$
 CONTACTOR 75
 DIFERENCIA $I_n = 75$ A $I_d = 30$ mA

CIRCUITO TAMIZ VIBRATORIO 1

POTENCIA(W) 500
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 625
 LONGITUD(m) 25
 INTENSIDAD(A) 1,127637245
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 0,069754464
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 0,05812872
 SECCIÓN REAL(mm²) 2,5
 PROTECCIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I_{cc} = 0.53 kA I_n = 10 A
 CONTACTOR(A) 10
 DIFERENCIAL 16 A 30 mA

CIRCUITO TAMIZ VIBRATORIO 2

POTENCIA(W) 500
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 625
 LONGITUD(m) 25
 INTENSIDAD(A) 1,127637245
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 0,069754464
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 0,05812872
 SECCIÓN REAL(mm²) 2,5
 PROTECCIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I_{cc} = 0.53 kA I_n = 10 A
 CONTACTOR(A) 10
 DIFERENCIAL 16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA ORUJO

POTENCIA(W)	5000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	6250
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	11,27637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,837053571
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,697544643
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.45 kA I _n = 16 A
CONTACTOR(A)	16
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA IMPULSIÓN ACEITE 1

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,055803571
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,046502976
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.65 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA IMPULSIÓN ACEITE 2

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	625
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	1,127637245
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,055803571
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,046502976
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.65 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CENTRÍFUGA VERTICAL 1

POTENCIA(W)	7000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	8750
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	15,78692142
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,78125
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,651041667
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.65 kA I _n = 20 A
CONTACTOR(A)	20
DIFERENCIAL	20 A 30 mA

CIRCUITO CENTRÍFUGA VERTICAL 2

POTENCIA(W)	7000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	8750
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	15,78692142
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,78125
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,651041667
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.65 kA I _n = 20 A
CONTACTOR(A)	20
DIFERENCIAL	20 A 30 mA

CIRCUITO CENTRÍFUGA VERTICAL 3

POTENCIA(W)	7000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	8750
LONGITUD(m)	20
INTENSIDAD(A)	15,78692142
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,78125
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,651041667
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.65 kA I _n = 20 A
CONTACTOR(A)	20
DIFERENCIAL	20 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA A BODEGA 1

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,125558036
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,104631696
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.82 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA A BODEGA 2

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,125558036
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,104631696
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.82 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA A BODEGA 3

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,125558036
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,104631696
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.82 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO CIRCUITO ILUMINACIÓN 1

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	500
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	2,241266573
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,337564137
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,843910343
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO ILUMINACIÓN 2
POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	500
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	2,241266573
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,337564137
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,843910343
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO FUERZA 1
POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,706329387
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,200892857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO FUERZA 2
POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,706329387
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,200892857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CIRCUITO FUERZA 3
POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,706329387
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,200892857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

7.4. D.I. BODEGA Y ENVASADORA.

Las características principales de esta línea son :

- Potencia: 36,75 kW.
- Longitud del conductor: 95 m.
- Intensidad: 66,31 A
- Caída de tensión admisible: 3 %
- Para la protección contra contactos directos se instalará un interruptor diferencial con las características:

$$I_{disc} = 30 \text{ mA} \quad I_n = 63 \text{ A}$$

- Para la protección contra cortocircuitos se instalará un interruptor automático con unas características:

$$I_{cc} = 3,14 \text{ kA} \quad I_n = 63 \text{ A}$$

- Sección elegida: se utilizarán cuatro conductores unipolares de cobre aislados con XLPE de sección nominal 16 mm^2 y un conductor de protección de las mismas características y sección nominal de 16 mm^2 .

El cuadro tendrá unas características similares a las del cuadro general y dispondrá de un interruptor de corte omnipolar y un interruptor diferencial para cada circuito que parte del cuadro, las características de estos circuitos son las siguientes:

- La protección de los motores se hará en función de la potencia de estos, para motores de menos de 15 CV utilizaremos interruptores automáticos y para los de más de 15 CV se utilizará un relé electrónico. Estos dispositivos serán de rearme manual en cualquier caso, para evitar la puesta en marcha inesperada de la máquina. En todos los casos se dispondrá de un contactor de maniobra con relé para el mando desde panel.

- Todos los circuitos se protegerán contra contactos directos mediante un interruptor diferencial.
- Los circuitos de iluminación y de fuerza que no estén destinados a motores se protegerán contra sobrecargas mediante un interruptor magnetotérmico.

Por otra parte las características de la instalación son las siguientes:

- El montaje se realizará sobre bandejas perforadas.
- Los conductores serán aislados de cobre con tensión nominal 0.6/1kW.con aislamiento de XLPE.
- Se impondrá una caída máxima de tensión en cada circuito del 1% en los circuitos de alumbrado y del 3% en el resto.

A continuación se describe cada uno de los circuitos que componen el cuadro:

CIRCUITO BOMBA LLENADO DE CAMIONES

POTENCIA(W) 4000
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 5000
 LONGITUD(m) 25
 INTENSIDAD(A) 9,021097956
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 0,558035714
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 0,465029762
 SECCIÓN REAL(mm²) 2,5
 PROTECCIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I_{cc} = 0.50 kA I_n = 16 A
 CONTACTOR(A) 16
 DIFERENCIAL 16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA LLENADO DE CAMIONES

POTENCIA(W) 4000
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 5000
 LONGITUD(m) 25
 INTENSIDAD(A) 9,021097956
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 0,558035714
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 0,465029762
 SECCIÓN REAL(mm²) 2,5
 PROTECCIÓN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I_{cc} = 0.50 kA I_n = 16 A
 CONTACTOR(A) 16
 DIFERENCIAL 16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA DE IMPULSIÓN A ENVASADORA.

POTENCIA(W)	4000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	5000
LONGITUD(m)	25
INTENSIDAD(A)	9,021097956
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,558035714
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,465029762
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.50 kA I _n = 16 A
CONTACTOR(A)	16
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA FILTRO

POTENCIA(W)	2500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	3125
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	5,638186223
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,418526786
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,348772321
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.43 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO AGITADOR

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1875
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	3,382911734
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,251116071
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,209263393
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.43 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO BOMBA PALETAS

POTENCIA(W)	4000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	5000
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	9,021097956
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,669642857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,558035714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.43 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO LLENADORA

POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1250
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,255274489
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,167410714
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,139508929
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO I _{cc} = 0.43 kA I _n = 10 A
CONTACTOR(A)	10
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO ILUMINACIÓN 1

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	0,902109796
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,066964286
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO ILUMINACIÓN2

POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	0,902109796
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,066964286
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO FUERZA 1

POTENCIA(W)	1500
POTENCIA DE CÁLCULO(W)	1500
LONGITUD(m)	30
INTENSIDAD(A)	2,706329387
CAIDA DE POTENCIAL(%)	0,200892857
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO (mm ²)	0,167410714
SECCIÓN REAL(mm ²)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO FUERZA 2

POTENCIA(W) 1500
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 1500
 LONGITUD(m) 30
 INTENSIDAD(A) 2,706329387
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 0,200892857
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 0,167410714
 SECCIÓN REAL(mm²) 2,5
 PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICO 10 A
 CONTACTOR(A) NO
 DIFERENCIAL 16 A 30 mA

CIRCUITO FUERZA 3

POTENCIA(W) 1500
 POTENCIA DE CÁLCULO(W) 1500
 LONGITUD(m) 30
 INTENSIDAD(A) 2,706329387
 CAIDA DE POTENCIAL(%) 0,200892857
 CAIDA PERMITIDA(%) 3
 SECCIÓN DE CÁLCULO (mm²) 0,167410714
 SECCIÓN REAL(mm²) 2,5
 PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICO 10 A
 CONTACTOR(A) NO
 DIFERENCIAL 16 A 30 mA

7.5. D.I. ZONAS COMUNES.

Las características principales de esta línea son :

- Potencia: 4.50 kW.
- Longitud del conductor: 58 m.
- Intensidad: 8.12 A
- Caída de tensión admisible: 3 %
- Para la protección contra contactos directos se instalará un interruptor diferencial con las características:

$$I_{disc} = 30 \text{ mA} \quad I_n = 25 \text{ A}$$

- Para la protección contra cortocircuitos se instalará un interruptor automático con unas características:

$$I_{cc} = 5,15 \text{ kA} \quad I_n = 25 \text{ A}$$

- Sección elegida: se utilizarán cuatro conductores unipolares de cobre aislados con XLPE de sección nominal 10 mm^2 y un conductor de protección de las mismas características y sección nominal de 10 mm^2 .

El cuadro tendrá unas características similares a las del cuadro general y dispondrá de un interruptor de corte omnipolar y un interruptor diferencial para cada circuito que parte del cuadro, las características de estos circuitos son las siguientes:

- La protección de los motores se hará en función de la potencia de estos, para motores de menos de 15 CV utilizaremos interruptores automáticos y para los de más de 15 CV se utilizará un relé electrónico. En todos los casos se dispondrá de un contactor de maniobra, en los casos que se indique dicho contactor será de rearme manual, para evitar que el motor se ponga en funcionamiento cuando le llegue la corriente y puedan producirse así accidentes.

- Todos los circuitos se protegerán contra contactos directos mediante un interruptor diferencial.
- Los circuitos de iluminación y de fuerza que no estén destinados a motores se protegerán contra sobreintensidades mediante un interruptor magnetotérmico.

Por otra parte las características de la instalación son las siguientes:

- El montaje se realizará sobre bandejas perforadas.
- Los conductores serán aislados de cobre con tensión nominal 0.6/1kW.con aislamiento de XLPE.
- Se impondrá una caída máxima de tensión en cada circuito del 1% en los circuitos de alumbrado y del 3% en el resto.

A continuación se describe cada uno de los circuitos que componen el cuadro:

CIRCUITO	CTO ILUMINACIÓN 1
POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE	500
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	1,568886601
CAIDA DE	0,202538482
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO	0,506346206
SECCIÓN REAL(mm2)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA
CIRCUITO	CTO ILUMINACIÓN 2
POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE	500
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	1,568886601
CAIDA DE	0,202538482
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO	0,506346206
SECCIÓN REAL(mm2)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CTO ILUMINACIÓN 3
POTENCIA(W)	500
POTENCIA DE	500
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	1,568886601
CAIDA DE	0,202538482
CAIDA PERMITIDA(%)	1
SECCIÓN DE CÁLCULO	0,506346206
SECCIÓN REAL(mm2)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA
CIRCUITO	CTO FUERZA 1
POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE	1000
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	3,137773202
CAIDA DE	0,405076965
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO	0,337564137
SECCIÓN REAL(mm2)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

CIRCUITO	CTO FUERZA 2
POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE	1000
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	3,137773202
CAIDA DE	0,405076965
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO	0,337564137
SECCIÓN REAL(mm2)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA
CIRCUITO	CTO FUERZA 3
POTENCIA(W)	1000
POTENCIA DE	1000
LONGITUD(m)	15
INTENSIDAD(A)	3,137773202
CAIDA DE	0,405076965
CAIDA PERMITIDA(%)	3
SECCIÓN DE CÁLCULO	0,337564137
SECCIÓN REAL(mm2)	2,5
PROTECCIÓN	MAGNETOTÉRMICO 10 A
CONTACTOR(A)	NO
DIFERENCIAL	16 A 30 mA

7.5.1. CÁLCULO DEL CONDENSADOR DE COMPENSACIÓN DE REACTIVA.

Para el cálculo de la potencia reactiva consumida utilizaremos un factor de potencia de 0.8 como media de la instalación. Nos quedará una potencia reactiva:

$$P_{\text{reactiva}} = S \times \text{sen } \phi = (P / \text{cos } \phi) \times \text{sen } \phi = 242,7 \text{ kVA.}$$

Utilizaremos un regulador de 6 pasos con un programa de conexión 1-1-1 con bloques de condensadores de 41kVA cada uno.

7.5.2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Para dar cumplimiento a lo dictaminado en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo, en su artículo 29 se instalarán luces de emergencia que se alimentarán directamente a las líneas de servicio.

Cada aparato estará preparado para poder funcionar por propia autonomía durante una hora como mínimo.

Deberá ponerse en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de ésta baje del 70% de su valor nominal.

Se instalará un circuito de emergencia, formado por dos líneas de 2x1,5 mm² con protección magneto térmica de 10 A.

Los equipos de alumbrado de emergencia tendrán las siguientes características:

$$E1 = 300 \text{ lum} _ 60\text{m}^2 _ 1 \text{ hora}$$

Índice de protección: IP56.

7.5.3. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Para la instalación de protección contra contactos indirectos utilizaremos un cable de cobre desnudo de 25 mm² y picas de cobre de 14 mm de diámetro y de 2m de longitud.

El cable de conexión desde el cuadro a la arqueta será de cobre, aislado y de 50 mm² de sección.

Para el cálculo del número de picas necesario supondremos una resistividad de 200 Ω x m correspondientes a un terreno de margas arcillosas.

La resistencia de la instalación se calcula:

$$R = 230 / 0.3 = 767 \Omega$$

La longitud total de las picas de cobre será $575 / 200 = 3,83\text{m}$

Optamos por la colocación de 2 picas de 2m de longitud cada una

Como la instalación de tierra se sitúa en la zona del molino estamos a mas de 15 m de separación de los elementos de puesta a tierra del transformador.