



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

Máster en Ingeniería Industrial

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DESTINADA A LA FABRICACIÓN DE MATERIALES CERÁMICOS

Autor: D. Jorge Mezquita Manzananas

Tutor: D. Manuel-Vicente Riesco Sanz

Tutor: D. Manuel Muñoz Cano

Valladolid, Septiembre, 2021



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

Máster en Ingeniería Industrial

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DESTINADA A LA FABRICACIÓN DE MATERIALES CERÁMICOS

Autor: D. Jorge Mezquita Manzanos

Tutor: D. Manuel-Vicente Riesco Sanz

Tutor: D. Manuel Muñoz Cano

Valladolid, Septiembre, 2021

RESUMEN

Para fabricar productos destinados a la cerámica estructural se ha diseñado, primeramente, el proceso de fabricación, la maquinaria necesaria y su implantación, y, en segundo lugar, con las potencias eléctricas instaladas de la maquinaria y equipos, además de la necesaria para el acondicionamiento de los edificios, se realiza la instalación eléctrica que suministrará energía para su funcionamiento.

Se han implantado dos líneas, fabricando cada una sus propios productos, pero con una flexibilización que permite intercambiar la producción en función de la demanda.

El proceso cerámico es una actividad intensiva en energía en forma de energía eléctrica y de calor en el que los ahorros energéticos pueden ser muy elevados. El ahorro y la eficiencia energética deben llevarnos a obtener un producto con menos consumo específico de energía por unidad de producto acabado.

También el diseño de la instalación eléctrica tiene como fin el realizar una instalación eficiente desde el punto de vista del uso de los recursos energéticos. Con una distribución en BT a 690 V se conseguirá un ahorro por la propia distribución de los equipos y por la reducción de las pérdidas en los conductores. Las instalaciones auxiliares se alimentan a través de un transformador 13,2 kV/400-230 V. La instalación eléctrica se divide en tres proyectos:

- Red de media tensión.
- Centro de transformación.
- Red de distribución en baja tensión.

Estos tres proyectos se han realizado utilizando tres módulos específicos del software de instalaciones "dmELECT".

ABSTRACT

To manufacture products for structural ceramics, the manufacturing process, the necessary machinery and its implementation have been designed, firstly, with the installed electrical power of the machinery and equipment, in addition to that necessary for conditioning. of the buildings, the electrical installation that will supply energy for their operation is carried out.

Two lines have been implemented, each manufacturing its own products, but with flexibility that allows production to be exchanged according to demand.

The ceramic process is an energy intensive activity in the form of electrical energy and heat in which energy savings can be very high. Savings and energy efficiency should lead us to obtain a product with less specific energy consumption per unit of finished product.

The design of the electrical installation is also intended to carry out an efficient installation from the point of view of the use of energy resources. With a LV distribution at 690 V, savings will be achieved by the distribution of the equipment itself and by reducing losses in the conductors. The auxiliary installations are powered by a 13,2 kV/400-230 V transformer. The electrical installation is divided into three projects:

- Medium voltage network.
- Transformation center.
- Low voltage distribution network.

These three projects have been carried out using three specific modules of the "dmELECT" installation software.

Índice:

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA	1
1.1.- ANTECEDENTES	2
1.2.- OBJETO.....	2
1.3.- ALCANCE.....	2
1.4.- NORMATIVA	3
1.5.- EMPLAZAMIENTO	4
1.6.- PRODUCTOS IMPLICADOS EN LA FABRICACIÓN.....	4
1.6.1.- Materia prima.....	4
1.6.2.- Producto terminado.....	5
1.7.- PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN.....	13
1.7.1.- Transporte y almacenamiento de materias primas.....	13
1.7.2.- Preparación de la materia prima	13
1.7.3.- Proceso de conformado.....	15
1.7.4.- Secado, esmaltado y engobe	16
1.7.5.- Cocción	17
1.7.6.- Acabado y almacenamiento de producto terminado.....	18
1.8.- PROCESO ESPECÍFICO DE PRODUCCIÓN DE CADA PRODUCTO.....	18
1.8.1.- Ladrillos y bloques para revestir, tableros para cubiertas y bovedillas	18
1.8.2.- Ladrillos Cara Vista	19
1.8.3.- Adoquines para pavimentos	20
1.8.4.- Tejas cerámicas para cubiertas inclinadas	21
1.9.- PLANTA DEL PROCESO	21
1.9.1.- Necesidades energéticas.....	21
1.9.2.- La planta modelo.....	22
1.9.3.- Eficiencia energética en el diseño de la planta	22
1.10.- ZONAS DEL COMPLEJO INDUSTRIAL.....	27
1.10.1.- Zonas del proceso productivo	27
1.10.2.- Zonas de instalaciones de servicios generales	29
1.10.3.- Zonas de instalaciones de servicios auxiliares.....	29
1.11.- MAQUINARIA Y EQUIPOS ALIMENTADOS CON ENERGIA ELÉCTRICA... 31	
1.12.- PRESCRIPCIONES PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA .. 35	
1.12.1.- Calidad de la energía eléctrica	35
1.12.2.- Punto de enganche	35
1.12.3.- Línea de alimentación en media tensión.....	36
1.12.4.- Centro de Transformación	36
1.12.5.- Número de transformadores.....	38
1.12.6.- Distribución de energía eléctrica en baja tensión	38

1.12.7.- Tensión de suministro en baja tensión	39
1.12.8.- Caídas de tensión	39
1.12.9.- Puestas a tierra	39
1.12.10.- Esquema de distribución	40
1.12.11.- Conductores eléctricos	40
1.12.12.- Dispositivos de mando y protección	41
1.12.13.- Receptores.....	42
1.12.14.- Compensación de energía eléctrica reactiva	47
1.12.15.- Alimentación de cargas críticas	48
1.12.16.- Supervisión de instalaciones mediante gestión técnica centralizada	49
1.12.17.- Control y supervisión de las instalaciones de la planta.....	50
1.13.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	53
Alimentaciones generales en baja tensión:.....	53
1.13.1.- Red eléctrica de distribución en baja tensión.....	54
1.13.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	75
1.13.3.- RED DE ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	76
2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	78
2.1.- CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	79
2.1.1.- Fórmulas empleadas.....	79
2.1.2.- Resultados obtenidos	83
2.2.- CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	92
2.2.1.- Resultados obtenidos	92
2.3.- CÁLCULO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	101
2.3.1.- Fórmulas empleadas.....	101
2.3.2.- Resultados Obtenidos:	102
3.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO	104
3.1.- Mediciones y presupuestos de la red de baja tensión	105
3.1.1.- Producción y servicios generales	105
3.1.2.- Servicios auxiliares	107
3.2.- Mediciones y presupuesto del centro de transformación.....	111
3.3.- Mediciones y presupuesto de la línea de media tensión	113
4.- CONCLUSIONES	114
5.- BIBLIOGRAFÍA	118

ANEXO 1. PROYECTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN

ANEXO 2. PROYECTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ANEXO 3. PROYECTO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

ANEXO 4. PLANOS

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- ANTECEDENTES

Como colofón a los estudios de Máster en Ingeniería Industrial, realizados en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Valladolid, y como aplicación de los conocimientos adquiridos, se realiza este Trabajo Fin de Máster: "Instalación eléctrica de una industria destinada a la fabricación de materiales cerámicos".

Para la realización de dicha actividad, de fabricación de materiales cerámicos, una vez definida la ubicación de la planta, se realizará su diseño siguiendo el proceso de fabricación de dichos materiales, la maquinaria necesaria y su implantación, a fin de definir las superficies a ocupar.

Con las potencias eléctricas instaladas de la maquinaria y equipos, además de la necesaria para el acondicionamiento de los edificios, se realizará la instalación eléctrica que suministrará energía para el correcto funcionamiento de la planta, justificando las soluciones adoptadas.

1.2.- OBJETO

El objeto de este trabajo consiste en establecer todos los datos constructivos necesarios, así como la descripción de los elementos que integran la instalación, la justificación de las soluciones adoptadas y los detalles más importantes para el correcto desarrollo y ejecución de la instalación eléctrica del complejo industrial.

El trabajo se desarrollará teniendo en cuenta la normativa relativa a media y baja tensión, así como las normas establecidas por la compañía suministradora.

El proceso cerámico es una actividad intensiva en energía en forma de energía eléctrica y de calor en el que los ahorros energéticos pueden ser muy elevados. Con este fin, deberemos hacer un uso eficiente de los recursos reduciendo las necesidades energéticas ya desde la propia concepción de los edificios y las instalaciones industriales, la distribución en planta de las diferentes secciones de proceso y dependencias de fábrica y la recuperación de focos de calor. El ahorro y la eficiencia energética deben llevarnos a obtener un producto con menos consumo específico de energía por unidad de producto acabado.

1.3.- ALCANCE

Conocido el proceso de fabricación de los materiales cerámicos a producir, distribuiremos, en un plano en planta, cada una de las instalaciones y equipos, con sus dimensiones, de acuerdo con las distintas fases del proceso, desde la materia prima que llega a la fábrica hasta el producto acabado que sale de ella, sin olvidar las instalaciones auxiliares necesarias para el buen funcionamiento de la fábrica.

En cuanto al diseño de la instalación eléctrica, partiremos del punto de enganche en media tensión, definido por la Compañía suministradora, hasta los equipos consumidores de baja tensión de todas y cada una de las instalaciones y equipos de la fabricación y de las instalaciones auxiliares y de acondicionamiento de los edificios, después de haber pasado por el Centro de transformación de media a baja tensión. La instalación eléctrica se compone, por lo tanto, de tres apartados:

- ✓ *Red eléctrica de media tensión:* La Compañía de distribución eléctrica de la zona, definirá el punto de enganche y desde él se trazará una línea de media tensión para alimentar al centro de transformación del abonado.

- ✓ *Centro de transformación del abonado:* A través de transformadores se pasará a baja tensión que es la requerida por los consumidores.
- ✓ *Red eléctrica de distribución en baja tensión:* Red eléctrica de alimentación en baja tensión que, partiendo de las bornas de baja tensión de los transformadores, y pasando por los cuadros primarios y secundarios, distribuyen la energía eléctrica hasta los consumidores, con garantías de calidad y continuidad de suministro.

Por último, y aunque no lleguemos a realizar su diseño, se tratará de definir aquellas instalaciones y parámetros, que puedan proporcionarnos información sobre el funcionamiento de la planta y sobre las energías consumidas. Por este motivo, el diseño de la instalación se realizará teniendo en cuenta este aspecto, para que cuando se acometa su implantación las reformas a realizar sean las mínimas.

1.4.- NORMATIVA

- ✓ Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- ✓ Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- ✓ Normas particulares y de normalización de la Compañía suministradora de energía eléctrica.
- ✓ Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- ✓ Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias ITC-BT 01 a 52. (Actualización 9 de enero de 2020).
- ✓ RD 314/2006 del Ministerio de Vivienda (BOE 28/3/2006). CTE HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- ✓ REGLAMENTO (UE) 2019/1781 DE LA COMISIÓN, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos y los variadores de velocidad.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- ✓ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- ✓ Real Decreto 317/2006, de 17 de marzo. Código Técnico de la edificación.
- ✓ Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- ✓ Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.5.- EMPLAZAMIENTO

El complejo en el que se pretende llevar a cabo la actividad se encuentra en Villabrázaro (Zamora), en el polígono industrial La Marina, Ctra. N-IV, km269 S/N, recinto 71015, parcela 1. La parcela tiene una superficie total de 142000 m².

El Polígono Industrial “La Marina” está situado en la N-VI, a 8 Km de Benavente. Las Autovías A-6 (Madrid – La Coruña), A-52 (Benavente – Rías Bajas) y A-66 (Benavente – Asturias) circunvalan el polígono industrial al que se puede acceder desde la N-VI.

El Aeropuerto de León (Virgen del Camino) y el Aeropuerto de Valladolid (Villanubla) distan 70 Km y 100 Km respectivamente del polígono. Los datos completos del emplazamiento pueden observarse en los planos 1 y 2 del anexo 4.



Fig. 1. Parcela catastral.

1.6.- PRODUCTOS IMPLICADOS EN LA FABRICACIÓN

1.6.1.- Materia prima

La materia prima principal en el proceso productivo es la arcilla procedente de las diferentes canteras, pero no es la única ya que se necesitan otros productos para alterar las características de los productos terminados, como los Óxidos de Hierro (Fe_2O_3 , MnO_2 o TiO_2) que se emplean como colorante o cromitas y minerales ($CaCO_3$ o $CaMgCO_3$) empleados para mejorar la porosidad.

En función de los tipos de materiales a fabricar utilizaremos diferentes materias primas.

1.6.1.1.- Materiales a base de arcilla

La mayoría de arcilla utilizada para la fabricación de este tipo de productos (Tejas, ladrillos...) es de origen sedimentario, es decir, fueron depositadas en numerosos entornos sedimentarios: sedimentos marinos, aluviales, fluviales...

Dependiendo de la mina y la ubicación de esta, obtendremos arcillas con una composición y mineralogía diferente. En nuestro caso se dispone de mina local y propia, la cual aporta un carácter único y local a los productos.

En los materiales arcillosos se emplean compuestos orgánicos, fosfatos y carbonato sódico como plastificantes, para la formación de poros se emplea espuma de poliestireno, agentes fijadores del papel, serrín, diatomita y perlina. Para el acabado, es decir, el esmaltado y el color, se emplean mezclas de materiales ya pesados y óxidos colorantes respectivamente.

1.6.1.2.- Materias primas en pavimentos y revestimientos

Las arcillas y los caolines son las típicas materias primas plásticas que se emplean en la fabricación de pavimentos y revestimientos. La chamota, cuarzo, feldespatos, carbonato de calcio (calcita), dolomita y talco son materias primas no plásticas con diferentes funciones en la composición del cuerpo (por ejemplo, los feldespatos actúan como agentes fundentes, mientras que la calcita permite la formación de las fases cristalinas). Las mismas materias primas combinadas con fritas de esmalte, óxidos de metal y colorantes también se emplean para esmaltes.

1.6.2.- Producto terminado

Dentro del amplio campo de aplicación de la cerámica, nos hemos centrado en la fabricación de productos destinados a la cerámica estructural como es la fabricación de ladrillos, tejas y otros productos de arcilla cocida.

Sector fuertemente vinculado a la evolución de los ciclos económicos y a la actividad de la construcción. Las fábricas se instalan, por lo general, en las proximidades de los yacimientos de materias primas y cercanas a los centros de consumo para minimizar costes de transporte de unos productos con bajo valor añadido.

Dentro de los productos de cerámica estructural nos encontramos con las siguientes familias de productos:

✓ *Productos cerámicos no vistos*

- Ladrillos y bloque para revestir: para particiones interiores verticales, como fachadas, tabiques, trasdosados de fachada, paredes de separación entre viviendas, etc.
- Tableros: para cubiertas
- Bovedillas: para forjados y cubiertas



- ✓ *Productos cerámicos vistos*
 - Ladrillos cara vista: para fachadas
 - Adoquines: para pavimentos
 - Tejas: para cubiertas inclinadas



Fig. 2 Producto terminado

Ladrillos y bloques para revestir

Ladrillos

El ladrillo es una pieza cerámica, generalmente ortoédrica, usada en construcción.

Dentro de los ladrillos comunes o ladrillos para revestir, se engloban los ladrillos cerámicos para uso en tabiquería, muros o medianeras con revestimiento. Dentro de estos ladrillos existen dos tipologías claramente diferenciadas: los ladrillos perforados y los ladrillos huecos. Los ladrillos huecos se presentan a su vez en formato tradicional y los ladrillos huecos gran formato.

Designación de las partes del ladrillo

- ✓ Designación de las caras:
 - Tabla: cara mayor.
 - Canto: Cara intermedia.
 - Testa: Cara menor.
- ✓ Dimensiones nominales:
 - Soga: Dimensión de la arista mayor.
 - Tizón: Dimensión de la arista intermedia.
 - Grueso: Dimensión de la arista menor.

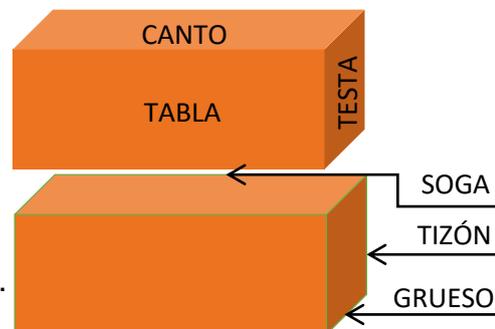


Fig. 3 Ladrillos

Existen dos tipologías claramente diferenciadas:

- Ladrillos huecos
- Ladrillos perforados

Ladrillos huecos

Ladrillos con perforaciones horizontales en canto o testa, para uso en fábrica de albañilería interior y revestida. Se pueden clasificar según el formato en dos grandes grupos: ladrillo hueco de formato tradicional y ladrillo hueco gran formato. Además, según el grueso se distinguen los ladrillos huecos sencillos, dobles, triples o cuádruples.

Ladrillos de hueco sencillo			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	24	4	11,5
	30	4	15
	50	4	20
	24	5	11,5
	30	5	15
	40	5	20
	50	5	20
	30	6	15
	40	6	20
50	6	20	

Ladrillos de hueco doble			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	24	7	11,5
	30	7	15
	40	7	20
	50	7	20
	24	8	11,5
	30	8	15
	40	8	20
	50	8	20
	24	9	11,5
	30	9	15
	40	9	20
	50	9	20

Ladrillos de hueco triple			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	24	10	11,5
	30	10	15
	40	10	20
	50	10	20
	24	11	11,5
	30	11	15
	40	11	20
	50	11	20

Fig. 4 Ladrillos huecos

Ladrillos huecos gran formato

Con esta denominación se designan los ladrillos huecos con dimensión menor inferior a 140 mm, longitud superior a 300 mm y grosor igual o superior a 40 mm. Se utilizan para la ejecución de particiones interiores y trasdosados. Se reduce la superficie y número de juntas.

Pueden presentar entalladuras en testa para facilitar su colocación (machihembrado). Las piezas para revestir presentan acanaladuras en canto.

Ladrillos huecos gran formato			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	50	4	50
	70	4	50
	50	4	50
	70	4	50
	50	4	50
	70	5	50
	50	5	50
	70	5	50
	50	5	50
	70	6	50
	50	6	50
	70	6	50

Fig. 5 Ladrillos huecos gran formato

Ladrillos perforados no vistos

Con esta denominación se designan a los ladrillos con perforaciones verticales en la tabla, de volumen superior al 10 %, para uso en fábrica de albañilería interior y exterior revestida.

Ladrillos macizos perforados			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	24	11,5	5
	24	11,5	7
	24	11,5	9
	24	11,5	10

Fig. 6 Ladrillos perforados no vistos

Bloques cerámicos

Son piezas cerámicas para ejecución de obras de fábrica de dimensiones nominales mayores que los ladrillos.

El uso del bloque de termoarcilla es habitual en edificios de consumo de energía casi nulo (EECN) y Passivhaus, ya que su inercia térmica favorece un mayor amortiguamiento y el desfase de la onda térmica, contribuyendo a la estabilidad de la temperatura en el interior del edificio, mejorando con ello el confort y consiguiendo un ahorro energético.

El bloque de termoarcilla es válido para muros de carga y cerramiento de todo tipo de edificios, como fachada autoportante o fachada con sistema de aislamiento térmico por el exterior.

Suelen presentar entalladuras en testa para facilitar su colocación (machihembrado).

Las piezas para revestir presentan acanaladuras en canto. Incorporan piezas especiales para resolver terminales, esquinas y cargaderos.

Existen diversas geometrías de bloque:

- Termoarcilla tradicional
- Termoarcilla ECO

Termoarcilla tradicional			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	30	14	19
	30	19	19
	30	24	19
	30	29	19

Termoarcilla ECO3			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	30	24	19
	30	29	19
Termoarcilla destinada a la construcción de muros exteriores. Estos bloques son más eficientes que los anteriores ya que ofrecen mayor aislamiento térmico y acústico.			

Fig. 7 Bloques cerámicos

Tableros para cubiertas

El tablero cerámico, también denominado bardo, machihembrado, rasillón o encadellat, es una pieza de gran formato que presenta un machihembrado para su colocación en seco mediante el ensamblaje de unas piezas con otras.

La utilización más generalizada del tablero cerámico es como elemento de soporte para cubiertas. Los tableros cerámicos pueden emplearse en cubiertas planas o inclinadas, sobre forjado (unidireccional, reticular, losa, etc.), en este caso apoyados sobre tabiques palomeros, o en cubiertas sobre viguetas autoportantes (metálicas, hormigón, madera, etc.).

Pero el tablero cerámico también es empleado en otras aplicaciones como formación de escaleras, voladizos, recrecidos de suelos y cámaras sanitarias, etc.

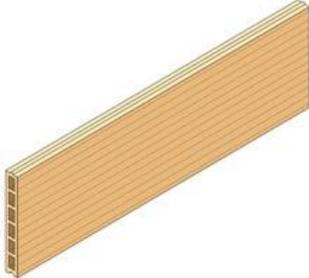
Tablero cerámico	
	Longitud: Su longitud estándar más habitual es de 1 metro, siendo el límite inferior de 0,50 m y el límite superior de 2 m.
	Anchura: Dimensiones más habituales son 25 cm y 30 cm, pudiendo ser algo inferior o superior en algunos casos.
	Espesor: Varía en función de la longitud, siendo el espesor mayor cuanto mayor es la longitud. Dimensiones más habituales son de 3,5 cm a 4 cm, llegando a 6 cm

Fig. 8 Tableros para cubiertas

Bovedillas cerámicas

Las bovedillas cerámicas se emplean como piezas de entrevigado en la construcción de forjados unidireccionales y reticulares. Su misión es servir de encofrado perdido, actuando como elemento aligerante y, en algunos casos, colaborar también como elemento resistente. La cara inferior suele tener acanaladuras para mejorar la adherencia del revestimiento.

Sus dimensiones dependen del canto de forjado y de la distancia entre viguetas.

Bovedilla con aletas o calces para forjado unidireccional			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	60	13	25
	60	17	25
	60	18	25
	60	21	25
	60	25	25
	70	17	25
	70	21	25
	70	25	25
	70	30	22

Bovedilla sin aletas. Casetón cerámico			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	60	25	25
	70	25	25

Fig.9 Bovedillas cerámicas

Ladrillos Cara Vista

El ladrillo cara vista destaca por ofrecer una excepcional belleza estética, lo que permite levantar cerramientos exteriores y puede ser o no portante.

Está disponible en cuatro modalidades -tradicional, clinker, esmaltado y gres.

También se fabrican numerosos complementos como molduras y esquinas, necesarias para el remate en las obras efectuadas con este material.

Según su configuración tendremos:

- Ladrillos macizos. - Sin perforaciones, o con perforaciones que atraviesan por completo el ladrillo, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos inferior al 25%.
- Ladrillos perforados. - Con una o más perforaciones que atraviesan por completo el ladrillo, perpendicularmente a la cara de apoyo, con un volumen de huecos inferior al 45%.

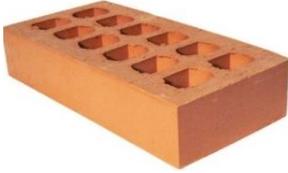
Ladrillo cara vista			
	L(cm)	A (cm)	H (cm)
	24	11,5	5

Fig.10 Ladrillos cara vista

Adoquines para pavimentos

Piezas cerámicas no esmaltadas utilizadas en pavimentos de exterior. Suelen conformarse en forma de adoquines.

Requieren unas características físicas y mecánicas elevadas: Resistencia a los agentes ambientales (calor y humedad) Resistencia a compresión, flexión y abrasión. Pueden estar coloreados en masa (pigmentos).

Los adoquines cerámicos tendrán cualquier forma que permita su fácil colocación en plantilla repetida; normalmente serán rectangulares.

Sus infinitas posibilidades estéticas transforman cualquier espacio urbanizado y llena de dibujos geométricos y colores naturales nuestro entorno, haciéndolo más confortable, saludable y vital.

Adoquines para pavimentos	
	Pavimentos flexibles: Su espesor nominal ≥ 40 mm y las dimensiones nominales serán tales que la relación entre longitud y anchura totales no sea superior a 6.
	Pavimentos rígidos: Su espesor nominal ≥ 30 mm
	Pieza con bisel en una o en varias de las aristas: Anchura o profundidad del bisel ≤ 7 mm para evitar la formación de juntas excesivamente anchas.

Fig.11 Adoquines

Tejas cerámicas para cubiertas inclinadas

Las tejas cerámicas son elementos de cobertura para colocación discontinua sobre tejados en pendiente. Es el material más utilizado, respondiendo perfectamente a las necesidades técnicas y económicas exigidas. La cubierta protege la parte superior de los edificios contra los fenómenos climáticos: de viento, lluvia, nieve, frío y calor. Características requeridas: impermeabilidad al agua, resistencia a flexión y ausencia de defectos.

Tipos de tejas cerámicas:

- ✓ Curva o árabe: se combinan hileras con la curva hacia arriba (canal) y, encima, con la curva abajo (cobija).
- ✓ Plana: piezas de desarrollo plano. Se colocan por solape.
- ✓ Mixta: Combina canal y cobija en una pieza (solape).

Teja cerámica curva:

Las tejas curvas son elementos de cobertura en forma de canalón, cuyo diseño permite obtener valores variables de solape entre las piezas. Los bordes pueden ser paralelos o convergentes.

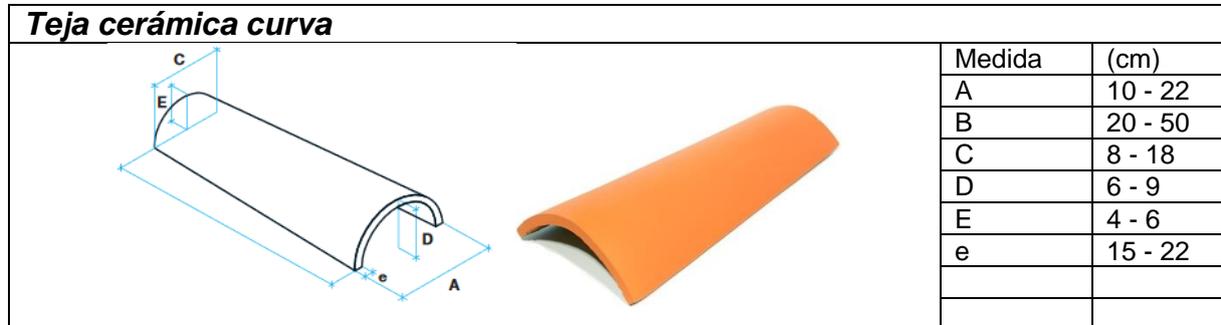


Fig.12 Teja curva

Teja cerámica mixta y plana

Son elementos de cobertura con un perfil curvo y plano (teja mixta), o con un perfil plano (teja plana), que pueden tener un sistema de encaje longitudinal y transversal, simple o múltiple, para el ensamblaje estanco de las piezas contiguas en filas verticales e hiladas horizontales.

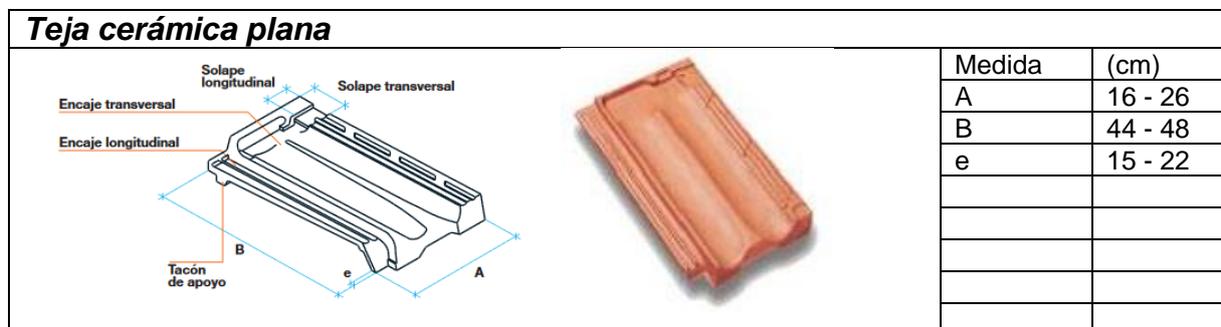
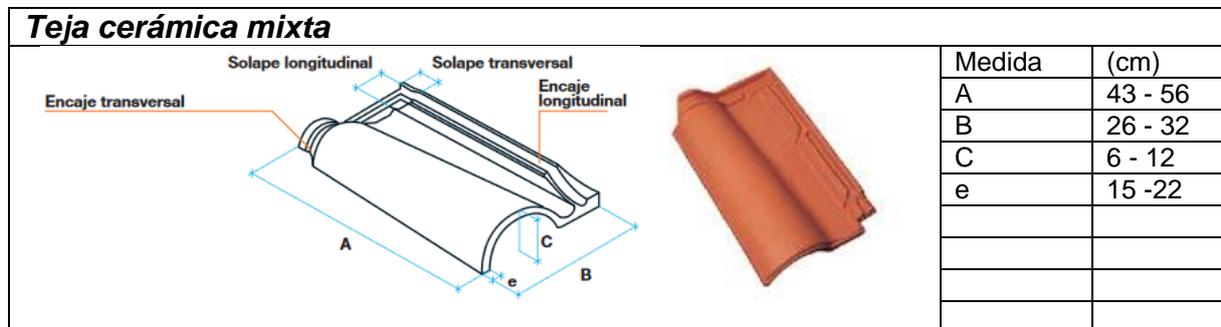


Fig.13 tejas mixtas y planas

Piezas especiales

Las piezas especiales de las tejas cerámicas están constituidas por el mismo material de la teja y tienen por objeto resolver los puntos singulares o de discontinuidad de la cubierta.

El uso de estas piezas será imprescindible para resolver los puntos singulares, asegurando con ellas estanqueidad, uniformidad y estética en la cubierta.

1.7.- PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN

Como se ha explicado anteriormente, en la planta se realizan números productos, por lo tanto, dependiendo del tipo de producto el proceso productivo cambiará en pequeños aspectos, como los moldes para la extrusora, los tiempos de cocción y secado, si hay o no acabado superficial...

En primer lugar, se va a explicar un proceso general, es decir, el proceso que sigue cualquier material de cerámica roja en la planta de producción. Posteriormente mediante un diagrama de bloques se particularizará acerca de los diferentes subprocesos que afectan a cada producto.

1.7.1.- Transporte y almacenamiento de materias primas

La extracción de arcilla, caolín, materiales arcillosos, feldespato, cuarzo y la mayoría de las materias primas utilizadas normalmente tiene lugar en minas o canteras. El transporte a la planta de producción se realiza por carretera mediante grandes camiones o “dumpers”.

Las materias primas se acopian en espacios abiertos, concretamente en la explanada situada al lado de la nave principal donde reposan y mejoran sus propiedades mecánicas y químicas para luego ser procesadas.

El equipo para el transporte dentro de la planta se realiza mediante maquinaria pesada, cintas transportadoras y pequeñas vagonetas motorizadas. En función de la zona y del espacio disponible se emplearán unos u otros medios.

1.7.2.- Preparación de la materia prima

La preparación de las materias primas en la fabricación de los productos empieza con el transporte y llenado de arcilla del silo alimentador de gran volumen, éste permite una dosificación de la carga a granel de manera continua en una cinta transportadora, no solo de arcilla, sino también de otras materias primas necesarias para el proceso como la arena. En nuestra planta, debido al tipo de arcilla empleada, se realiza la preparación de esta mediante un el proceso denominado semihúmedo, con lo que al final del alimentador se añade agua hasta que el contenido de esta se sitúa en el 20%.



Fig. 14 Alimentador

La cinta transportadora desemboca en el molino de muelas que realiza una molienda uniforme logrando un alto grado de homogenización y mediante el cual se puede definir el tamaño de partícula máximo a través una base perforada, por ello este molino es ideal para conseguir un tamaño de partícula exacto.



Fig. 15 Molino de muelas

Una vez que las materias primas principales son del tamaño deseado para la elaboración de nuestros productos, pasan por un triturador de dos rodillos situado a continuación del molino, que nos permitirá comprobar que ninguna partícula de gran tamaño se introduce en la siguiente etapa. A continuación, se lleva a cabo el mezclado, el cual se da en un mezclador continuo de doble hélice, se trata de un tanque provisto de dos ejes giratorios con paletas produciéndose un gran movimiento en la mezcla. Por un lateral entran los productos triturados y mediante dosificadores se van añadiendo los agentes orgánicos que modifican la porosidad y los colorantes para que el producto adquiera un tono homogéneo en todas las piezas o cualesquiera que sean los materiales necesarios para el producto. La mezcladora acaba en una barrena helicoidal que comprime la mezcla de la arcilla preparada y la deja lista para el proceso de conformado.



Fig.16 Mezcladora

1.7.3.- Proceso de conformado

Se emplean diversos métodos de moldeado como el prensado y la extrusión según el tipo producto a fabricar.

En la práctica, la materia prima preparada en procesos semihúmedos, como es el caso, suele moldearse fundamentalmente en prensas extrusoras. La masa se prensa a una presión de entre 0,6 y 1,5 MPa. El cuerpo plástico se temple con agua para conseguir la consistencia necesaria y seguidamente se hace salir por la matriz del extrusor, normalmente con ayuda de una barrena potente. Antes de la barrena suele pasar por una fase de vacío que proporciona una mejor consolidación de la columna de arcilla. La matriz forma una columna con la masa. La columna se corta en piezas individuales con un cortador de alambre. Éste es el método de procesamiento típico en la producción de ladrillos y piezas de construcción y de tejas.



Fig.17 Extrusora

Las tejas prensadas se fabrican formando antes las denominadas tortas o terrones, realizadas en la prensa extrusora y que presentan un perfil continuo. Tras este paso, las tortas se moldean en otra prensa para corregir la geometría. Para esta finalidad se emplean las prensas hidráulicas.

En las prensas hidráulicas se pueden modificar los moldes e introducir cada vez 4 u 8 piezas dependiendo del tamaño de esta.



Fig.18 Prensa

La superficie visible de las tejas se engoba o esmalta parcialmente. Los ladrillos y ladrillos cara vista se someten a procesos de cepillado para crear distintas texturas y acabados superficiales.

1.7.4.- Secado, esmaltado y engobe

En el proceso de secado de estos materiales se emplean secaderos de túnel. En los secaderos de túnel las condiciones para secar ladrillos se sitúan entre 8 y 72 horas a temperaturas entre 75-90 °C. Las tejas se secan en secaderos de túnel a temperaturas entre 60-90 °C en un período de entre 12 y 48 horas. El contenido de agua de la pieza antes de la cocción en un horno de túnel es inferior al tres por ciento. Los secaderos se calientan principalmente con el excedente de calor del horno y, en ocasiones, con ayuda de quemadores de gas natural o fueloil, o mediante cogeneración.



Fig.19 Secadero

Las tejas y los ladrillos cara vista pueden someterse a procesos de esmalte y engobe en la cara visible o en toda la superficie para conseguir colores especiales o aumentar la densidad del producto. El esmalte y el engobe se aplican al cuerpo tras el proceso de secado. En algunos casos, el esmaltado y el engobe se llevan a cabo después del proceso de moldeado. El engobe es una composición hecha de arcilla, agentes fundentes, material de relleno y pigmentos. La pulverización es el mejor proceso para aplicar grandes cantidades a las piezas.

Para conseguir una mejor adhesión entre el engobe fluido y la superficie tratada se añaden agentes aglutinantes orgánicos al engobe. El esmalte es una mezcla de material, agentes fundentes, arcilla y óxidos colorantes que se sinterizan en una masa vítrea y también son aplicados mediante pulverización.

1.7.5.- Cocción

Hoy en día, los materiales cerámicos se cuecen en hornos de túnel, principalmente, bajo atmósferas oxidantes. Un período de reducción en el sector principal de cocción permite conseguir, en caso necesario, efectos de color especiales. En el período de reducción, el combustible se suministra a una atmósfera pobre en oxígeno. De esta forma, las materias primas utilizadas generan los efectos de color deseado en los ladrillos.

Las piezas que se deben cocer pasan a través del horno sobre una serie de carros especiales, por lo que será necesaria una máquina que transporte las piezas desde las estanterías metálicas con las que entran al secadero a vagonetas cerámicas que serán con las que se introduzcan al horno.



Fig.20 Horno

1.7.6.- Acabado y almacenamiento de producto terminado

Una vez acabado el proceso de cocción, las piezas se someten a una inspección visual para comprobar sus características y se someten a un cepillado que elimina los restos del proceso de conformación.

El almacenaje y paletizado es un proceso automatizado. Todos los productos serán precintados en paquetes pequeños, luego paletizados y almacenados al aire libre en el exterior de la nave, excepto las baldosas, que son embaladas en paquetes de cartón y se almacenan en el espacio reservado para ello en el interior de la nave a la espera del transporte y distribución. El proceso general que sigue una pieza de cerámica roja es el siguiente:

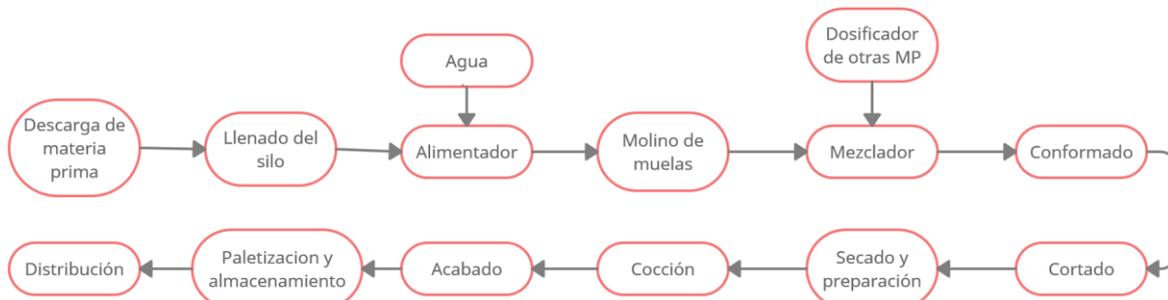


Fig.21 Diagrama general del proceso cerámico

1.8.- PROCESO ESPECÍFICO DE PRODUCCIÓN DE CADA PRODUCTO

1.8.1.- Ladrillos y bloques para revestir, tableros para cubiertas y bovedillas

Es un proceso muy similar al general, con la particularización de los agentes empleados en el dosificador para lograr las características necesarias del producto final. Se emplea carbonato cálcico como agente de apertura (CaCO_3), carbonato sódico (Na_2CO_3) como plastificante y diatomita (DE) como elemento para la apertura del poro. También añadiremos arena en la amasadora. Obtendremos los diferentes tamaños de productos modificando el cabezal de la extrusora, esto nos permitirá obtener infinidad de medidas y productos con una simple modificación en una máquina. Estos materiales no se someten a procesos de esmaltado ni de engobe, ya

que no suelen ser visibles, al salir del horno de cocción pasan directamente al proceso de cepillado para eliminar restos del proceso de fabricación.

Los tiempos que las piezas permanecerán en el horno y en el secadero de túnel serán los siguientes:

	Secado		Cocción	
	Tiempo (h)	Temperatura (°C)	Tiempo (h)	Temperatura (°C)
Ladrillos	25	90	50	1000
Bloques	40	90	20	1000
Tableros	30	90	30	1000
Bovedillas	40	90	40	1000

Tabla 1 Tiempos de secado y cocción

Los tableros para cubiertas y las bovedillas cerámicas tienen la misma composición y función que los ladrillos y bloques para revestir. Como se comenta anteriormente solo es necesario el cambio de la matriz de la extrusora para modificar la forma de la pieza, con lo cual se engloban en este aparatado.

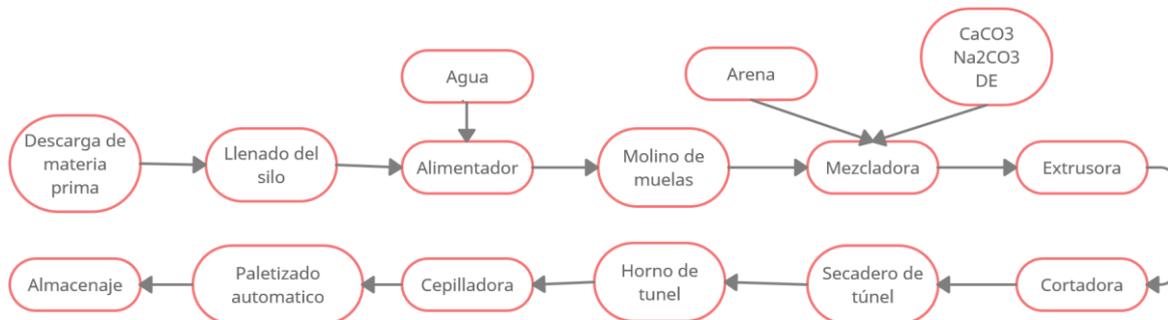


Fig.22 Diagrama de proceso de ladrillos, boques, tableros y bovedillas

1.8.2.- Ladrillos Cara Vista

Al igual que los materiales de construcción no vistos, la materia prima de estas piezas es la misma, tendremos que modificar la matriz de la extrusora, ya que las perforaciones en estos elementos son transversales al largo de la pieza. El proceso de acabado es más complejo, ya que la superficie de estos va a estar sometida a las inclemencias meteorológicas y además debe tener un acabado perfecto para mantener la estética de la construcción.

El tiempo y temperatura de secado es igual que en las piezas anteriores y el de cocción es de 30 horas a una temperatura que oscila entre 800-1150°C.

Los ladrillos cara vista se someten procesos de esmalte y engobe en la cara visible o en toda la superficie para conseguir colores especiales o distintos acabados. El esmalte y el engobe se aplican al cuerpo tras el proceso de secado. El engobe es una composición hecha de arcilla, agentes fundentes, material de relleno y pigmentos. La pulverización es el mejor proceso para aplicar grandes cantidades a las piezas. Para conseguir una mejor adhesión entre el engobe fluido y la superficie tratada se añaden agentes aglutinantes orgánicos al engobe. El esmalte es una mezcla de material, agentes fundentes, arcilla y óxidos colorantes que se sinterizan en una masa vítrea y también son aplicados mediante pulverización.

El proceso es el siguiente:

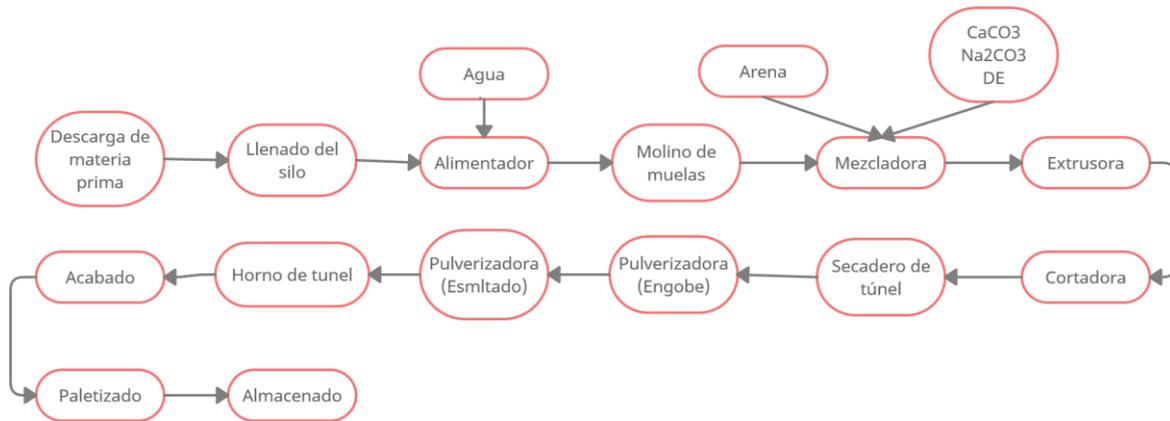


Fig.23 Diagrama de proceso de ladrillos cara vista

1.8.3.- Aduques para pavimentos

En nuestra planta se fabrican aduques de diferentes medidas y se ofrecen con y sin acabado esmaltado. Empleamos la misma materia prima con el mismo proceso de preparación, únicamente añadimos cuarzo, feldespato y óxidos de hierro en la amasadora, que nos aportaran resistencia y un color homogéneo, respectivamente.

El proceso de moldeado se va a dividir en dos etapas, la primera un proceso de extrusión en el que se formara una losa continua que se va cortado con una forma aproximada a la pieza final. A continuación, esas piezas entran en la segunda fase del moldeado, una prensa hidráulica multiherramienta, que es capaz de prensar 4 piezas a la vez y a las que da las medidas y la forma correctas. El secado en estas piezas se realiza a 350°C durante un tiempo de 4 horas. Posteriormente pasan al proceso de esmaltado o directamente al horno en el que pasarán 40 horas a una temperatura de 1100°C. Aquellos lotes que se hayan esmaltado deberán pasar por un proceso de pulido antes de ser empaquetados.

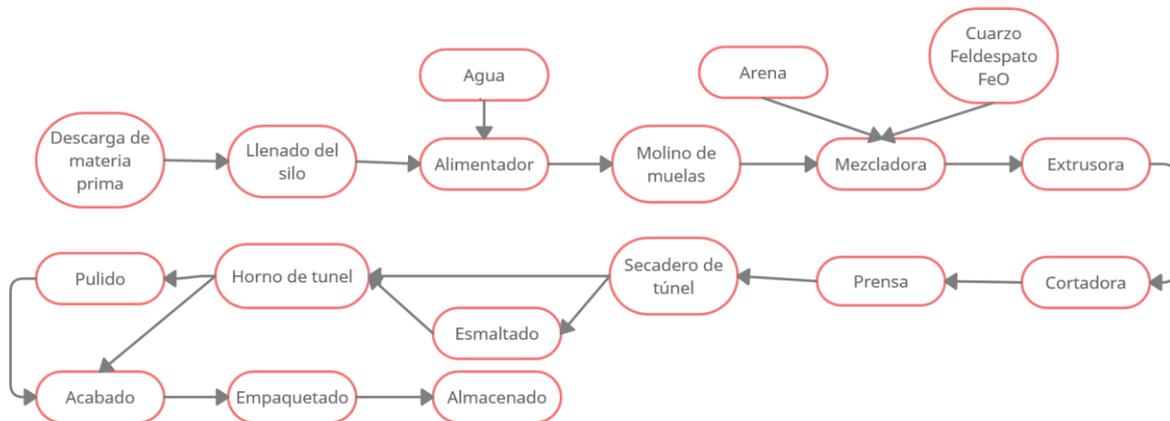


Fig.24 Diagrama de proceso de aduques

1.8.4.- Tejas cerámicas para cubiertas inclinadas

Los tres formatos de tejas a fabricar en nuestra planta van a seguir el mismo proceso de fabricación. Se emplearán los mismos componentes que para los ladrillos de revestimiento, la diferencia en la fabricación con esas piezas radica en el proceso de conformado, ya que las tejas necesitan un proceso de extrusión en el que se obtiene una preforma continua y posteriormente un prensado con el que se obtienen las dimensiones definitivas de las piezas.

Todas las tejas se someterán a un proceso de engobe y esmaltado, con el que adquieren la impermeabilidad y la resistencia, junto con el color, necesario para garantizar la funcionalidad de las mismas frente a las condiciones climáticas adversas de intemperie. El tiempo de secado es de 14 horas a 75°C. Posteriormente, se aplica el engobe y el esmalte mediante pulverización y se introducen el horno de túnel durante 20 horas a unos 1000°C, después del enfriado las piezas se cepillan, empaquetan y paletizan.



Fig.25 Diagrama de proceso de tejas

1.9.- PLANTA DEL PROCESO

1.9.1.- Necesidades energéticas

El proceso cerámico es una actividad intensiva en energía, en forma de energía eléctrica y de calor tanto para el proceso como para sus instalaciones y para los alumbrados de la gran superficie ocupada.

Se trata por tanto de un sector industrial en el que los ahorros energéticos pueden ser muy elevados. Los equipos industriales con sistemas más eficientes y con menos consumo específico de energía por unidad de producto acabado, mejoran el coste directo de sus clientes.

Otros ahorros energéticos importantes, consecuencia de un avanzado diseño de las edificaciones y de las instalaciones industriales para el proceso cerámico, de procedimientos de aprovechamiento energético entre focos y sumideros de calor entre equipos de proceso y de la incorporación coordinada de fuentes de energía alternativas, contribuyen también a reducir el coste del capítulo de la energía.

Las empresas del sector industrial cerámico deben desarrollar una cultura de ahorro energético y reducir significativamente las emisiones nocivas, para evolucionar hacia una sociedad baja en carbono, gracias al uso eficiente de los recursos y las energías limpias. El sector industrial de la cerámica debe contribuir a la mejora de la eficiencia

energética, al ahorro en el consumo de energía primaria y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La cogeneración es un aliado imprescindible y esencial para el sector azulejero, en el que los costes energéticos son determinantes para poder producir, competir y exportar. Lo mejor que le puede pasar al sector cerámico es contar con un gas y una cogeneración que aporten competitividad a sus productos.

1.9.2.- La planta modelo

La planta estará conectada a una red eléctrica exterior de media tensión con potencia suficiente y acoplada a un gasoducto de gas natural también de caudal suficiente para las necesidades de generación de calor de la instalación.

Una sola planta con las particularidades siguientes:

- ✓ En atomizado, la generación de calor es exclusivamente de quemador de gas.
- ✓ Los equipos de producción (atomizado, prensas, secaderos y hornos) se dimensionan para trabajar siempre a la vez y de modo continuo.
- ✓ El almacén de producto acabado se diseña combinando apilado cúbico, para los modelos de mayor rotación de la producción, y almacén automático con transelevadores para el resto de los productos.

1.9.3.- Eficiencia energética en el diseño de la planta

A la hora del diseño de la planta teniendo en cuenta la reducción de necesidades energéticas establecemos los siguientes criterios:

- 1) **La distribución en planta:** Situación relativa entre las diferentes secciones de proceso y dependencias de la fábrica. Su resolución acertada permite adoptar sistemas de ahorro energético o reducir pérdidas, que en definitiva es consumir menos energía.
- 2) **Los edificios y las instalaciones industriales:** En cuanto a su tipología constructiva, diseño y orientación y las instalaciones industriales (electricidad, gas, aire, agua, aguas residuales, climatización...) en su definición y situación respecto a los equipos industriales y regulación, constituyen un factor de ahorro energético con influencia constatable en el coste del producto acabado.
- 3) **La interrelación entre focos y sumideros de calor:** Los focos de calor del propio proceso básico (los hornos de cocción), generan gases calientes que, derivados a otros puntos del proceso que necesitan calor (secaderos y atomizador) mediante conducciones de gases e intercambiadores de calor, reducen el consumo de gas.
- 4) **La aplicación de fuentes de energías renovables:** En los puntos en que es posible (electricidad a partir de paneles fotovoltaicos y aerogeneradores eólicos y calor de paneles solares térmicos de baja temperatura).
- 5) **La menor emisión de gases de efecto invernadero:** La toma en cuenta de los puntos anteriores a la hora del diseño de la planta, incidirá directamente en una menor emisión de gases de efecto invernadero.

Por su lado los fabricantes de equipos industriales deben diseñar y desarrollar estos equipos atendiendo a la eficiencia y ahorro energético de los mismos.

1.9.3.1.- Distribución en planta

Desde el punto de vista del ahorro energético, derivado del diseño de la distribución en planta de la maquinaria, se debe considerar en el diseño técnico de la distribución en planta las siguientes ideas básicas:

a) Asociar secuencialmente el proceso de atomizado con el proceso cerámico

Uniendo en una sola planta los procesos de atomización y cerámico, desaparecen el almacenado y los sistemas de carga de camiones en la planta y el transporte de la tierra atomizada hasta la planta cerámica.

El calor que se perdería por chimenea y en el entorno del horno, se aprovechará mezclándolo con aire ambiente en el quemador de los atomizadores, reduciendo el consumo de gas en estos aparatos.

b) Situar equipos de mayor potencia eléctrica de modo centralizado.

Al haber unido los procesos de atomización y cerámico la potencia eléctrica estará muy concentrada en un área muy reducida.

Ubicando el Centro de Transformación en el centro de gravedad de ese conjunto de equipos y la distribución BT interna a 690 V se conseguirá un ahorro por la propia distribución de los equipos y por la reducción de las pérdidas en los conductores.

c) Régimen de trabajo 3 turnos, 7 días por semana.

En el proceso cerámico, el ritmo de producción lo establece la sección de hornos con trabajo continuo 24 horas al día durante todo el año (21 turnos semanales de 8 horas). Si el resto de las secciones de la planta trabajan a menos turnos por semana, deberán sobredimensionarse para poder alimentar al horno sin cortes.

Con un régimen de trabajo continuo todas las secciones trabajan 24 horas 7 días a la semana y así las líneas de producción para seguir el ritmo de hornos pueden ser más pequeñas o en menor número. Los pulmones de producto atomizado, de piezas crudas y de piezas cocidas se reducen al mínimo: cubrir la entrada y salida del horno, aunque se produzcan averías o se deba efectuar revisiones. Los ahorros se concretan en menor inversión en maquinaria y en mayor eficiencia de la que se instala.

La distribución en planta de nuestra nave puede verse en el plano 3 del anexo 4.

1.9.3.2.- Edificios y las instalaciones industriales

Edificios e instalaciones industriales deberán diseñarse para un menor consumo de energía; siguiendo criterios de eficiencia energética.

a) Edificios industriales aislados térmicamente.

Al aislar térmicamente los edificios con cerramientos de cubierta y de fachada con paneles aislantes, además de suponer un ahorro energético, se evitan las condensaciones corrosivas (para correas y recubrimiento de cubierta, cerramientos laterales...) y que caen en forma de gotas sobre el suelo o sobre los equipos de trabajo llegando en algunos casos a afectarlos.

b) Edificios de una altura superior a la de los equipos industriales.

Si la altura de las edificaciones apenas sobrepasa a los equipos de producción y sus instalaciones, la ventilación por convección es reducida y aparece el fenómeno de estratificación de atmósferas cargadas. Esto provoca más condensaciones, también en el interior de los cuadros y conductos eléctricos, y un ambiente cargado de polvo y humedad perjudicial para máquinas y personas.

Elevar la altura de las edificaciones, muy por encima de la altura de sus equipos, mejora sustancialmente la atmósfera de trabajo, reduce la humedad y las diferencias de temperatura y aumenta la libre circulación de corrientes que arrastran el polvo en suspensión, favoreciendo mayor productividad de los operarios y de máquinas y equipos con menos mermas que, en definitiva, significan ahorro energético.

c) Zona de hornos está aislada del resto de planta.

Esta zona se ha de aislar del resto de planta para evitar que pueda influir en sus condiciones ambientales, el calor que se genera. Se dotará de aislamiento térmico en cerramientos y de una amplia sección de ventilación, con un cierto control del ambiente de la sala, evitando exceso de calor en verano y bajas temperaturas en invierno.

Se reducen las fluctuaciones del ambiente en hornos y se mejora su regularidad de funcionamiento, consiguiendo mayor estabilidad en las condiciones de cámara de horno, asimismo con menores costes al reducir la dispersión de tonos y calibres, consiguiendo un ahorro de energía.

Asimismo, en invierno, se podrá utilizar de modo controlado el calor de la zona de hornos en otras áreas de la planta que lo precisen para controlar sus condiciones de ambiente lo que supondrá un ahorro energético.

d) Cubiertas de los edificios.

La estructura de cubierta y el tipo de cerramiento serán capaces de admitir la sobrecarga y el anclaje de equipos para aprovechar el recurso solar: paneles solares térmicos y paneles solares fotovoltaicos. En un porcentaje que depende de las condiciones de luminosidad de la zona geográfica se preverá, coordinadas con los paneles solares, zonas traslúcidas que disminuyan la necesidad de iluminación artificial durante el día.

e) Orientación y situación relativa de los edificios.

La orientación de los edificios permitirá aprovechar la luz diurna para la iluminación interior y optimizar la cantidad de radiación recibida en las placas térmicas y fotovoltaicas. En las fachadas que recaen al exterior se dejará zonas que permitan la entrada de la luz diurna. Asimismo, los edificios se diseñan en lo que se refiere a su situación relativa, de modo que en caso de aumentar la producción y añadir equipos de trabajo, las nuevas edificaciones se integrarán con las iniciales sin costes por derribos o reformas imprevistas e innecesarias.

f) Almacén automático auto portante.

Los pallets de producto acabado con menor rotación (el 50/60% de producción) se situarán en un almacén automático de estanterías auto portantes y transelevadores, cargándose directamente desde las enfardadoras, eliminando la mayoría de carretillas autopropulsadas con su ahorro energético. El uso de transelevadores es el modo más económico y que precisa menos energía para mover cargas paletizadas.

g) Red interior eléctrica.

La red interior eléctrica para reducir las pérdidas en los conductores y el coste de éstos se concibe en modo que:

- ✓ Los transformadores de Alta/Baja se distribuyen por la zona de producción en el centro de gravedad de los receptores eléctricos y se unen entre sí y con la acometida a la red pública con una red interior de alta tensión.
- ✓ La tensión de la red interior de transporte en baja tensión son 690 V. Son válidos cualquier conductor, interruptores de potencia y canalizaciones eléctricas prefabricadas pues su tensión de diseño máxima son 1000 V.

Disminuyen las secciones y las pérdidas en los conductores, proporcionalmente al cuadrado de la intensidad circulante proporcionando un ahorro energético.

1.9.3.3.- Interrelación entre focos y sumideros de calor

El calor emitido por los hornos puede ser aprovechado en otras secciones del proceso. Seleccionando una posición relativa adecuada entre el horno y los sumideros de calor conseguimos:

- a) Recuperación de calor del enfriamiento del horno para el atomizador.
- b) Recuperación de calor de la combustión del horno para pre-secaderos.
- c) Recuperación de calor de la combustión del horno para pre-secaderos.

De esta manera se consigue aprovechar la energía interna de los gases calientes y que su transporte desde foco a sumidero necesite de menos potencia en ventiladores.

El ahorro descansa en la reducción de combustible en los sumideros de calor y la menor energía eléctrica que demandan los ventiladores de impulsión de gases.



Fig 26 Interrelación focos y sumideros de calor

1.9.3.4.- Aplicación de fuentes de energías renovables

a) Electricidad

Podemos generar energía por los siguientes sistemas renovables:

- ✓ Paneles fotovoltaicos montados sobre la cubierta de las naves industriales.
- ✓ Aerogeneradores eólicos ubicados en el solar de la planta y/o aerogeneradores horizontales sobre la cubierta.

La energía generada se entrega a la red interior de la planta, por medio de inversores y transformadores elevadores, a la tensión convencional de distribución.

b) Calor

Los paneles solares térmicos montados en cubierta de las naves industriales asociadas a un depósito acumulador de agua, utilizarán la radiación solar para calentar agua que elevará la temperatura del agua de molturación y de la barbotina en balsa. Se mejora el proceso y la barbotina alcanza una temperatura más elevada.

Si además las balsas de barbotina se construyen con aislamiento térmico y se aporta calor para mantener alta su temperatura, es posible bombearla hasta los difusores del atomizador a 80°C, bajando apreciablemente el consumo de combustible en el quemador de aire del atomizador. El ahorro es por menos combustible de quemador.

1.9.3.5.- Menor emisión de gases de efecto invernadero

- a) Los ahorros en gas natural reducen las emisiones de CO₂ y por consiguiente un ahorro en derechos de emisión.
- b) Asimismo, menor consumo de electricidad comporta una reducción del CO₂.
- c)

1.9.3.6.- Cogeneración

La cogeneración (producción conjunta de electricidad y energía térmica útil) motor de turbina a gas acoplada a un generador eléctrico en el proceso de atomizado representaba ahorro económico para el usuario, como consecuencia de:

- ✓ Menor coste de la electricidad auto consumida y del beneficio adicional por el vertido a la red eléctrica de la energía excedente.
- ✓ Disminuir la contaminación global (CO₂) en la combustión del sistema combinado atomizado/electricidad frente al calentamiento de aire en un quemador.

Al haber tomado como fuente de calor para el atomizado quemadores a gas mezclando aire con gases calientes procedentes del enfriamiento de los hornos, no se considera montar una instalación tan costosa en inversiones y de difícil gestión como es el conjunto turbina/generador turbinas

1.9.3.7.- Resumen de la planta del proceso

Con la eficiencia y el ahorro energético conseguimos un menor consumo específico de energía y una reducción de costes.

FUENTE DE AHORRO	DESCRIPCIÓN
Distribución en planta	a) Asociar secuencialmente el proceso de atomizado con el proceso cerámico
	b) Situar equipos de mayor potencia eléctrica de modo centralizado.
	c) Régimen de trabajo 3 turnos, 7 días por semana.
Edificios y las instalaciones industriales	a) Edificios industriales aislados térmicamente.
	b) Edificios de una altura superior a la de los equipos industriales.
	c) Zona de hornos está aislada del resto de planta.
	d) Cubiertas de los edificios.
	e) Orientación y situación relativa de los edificios.
	f) Almacén automático auto portante.
	g) Red interior eléctrica.
Interrelación entre focos y sumideros de calor	a) Recuperación de calor del enfriamiento del horno para el atomizador.
	b) Recuperación de calor de la combustión del horno para pre-secaderos.
	c) Recuperación de calor de la combustión del horno para secaderos.
Aplicación de fuentes de energías renovables	a) Instalación fotovoltaica
	b) Instalación aerogeneradores
	c) Instalación solar térmica para molienda
Menor emisión de gases de efecto invernadero	a) Ahorros en gas natural
	b) Menor consumo de electricidad

Tabla 2. Resumen de la planta de proceso

No forman parte de este trabajo el estudio y desarrollo de la **aplicación de fuentes de energía renovables** ya que su propio estudio específico sobrepasa la extensión de este trabajo y puede ser tratado aparte.

1.10.- ZONAS DEL COMPLEJO INDUSTRIAL

1.10.1.- Zonas del proceso productivo

Líneas del proceso productivo

El proceso productivo se divide en dos líneas paralelas:

- Línea 1.- Línea de materiales de conformado simple
Ladrillos y bloques de revestir, tableros para cubiertas y bovedillas de forjados.
- Línea 2.- Línea de materiales de conformado doble
Ladrillos cara vista, adoquines para pavimentos y tejas para cubiertas inclinadas.

Almacenamiento de materia prima

Las materias primas se almacenan en espacios abiertos, en la explanada situada al lado de la nave principal, donde reposan y mejoran sus propiedades mecánicas y químicas para luego ser procesadas.

Desde esta explanada se realiza el llenado de arcilla del silo alimentador de gran volumen y mediante cintas transportadoras se introduce en la nave del proceso.

Línea 1.- Línea de materiales de conformado simple

Las distintas zonas por las que pasa el proceso son:

➤ **Preparación de la materia prima**

La preparación de las materias primas se realiza mediante una trituradora primaria, un molino y una mezcladora.

➤ **Conformado**

Seguidamente las materias salen por la matriz del extrusor, previo paso por una fase de vacío que proporciona una mejor consolidación de la columna de arcilla. La columna se corta en piezas individuales con un cortador de alambre.

➤ **Secadero**

Los secaderos se calientan principalmente con el excedente de calor del horno. Las tejas, los adoquines y los ladrillos cara vista pueden someterse a procesos de esmalte y engobe en la cara visible o en toda la superficie para conseguir colores especiales o aumentar la densidad del producto. El esmalte y el engobe se aplican al cuerpo tras el proceso de secado.

➤ **Cocción**

Las piezas que se deben cocer pasan a través del horno sobre una serie de carros especiales, por lo que será necesaria una máquina que transporte las piezas desde las estanterías metálicas con las que entran al secadero a vagonetas cerámicas que serán con las que se introduzcan al horno.

➤ **Acabado y almacenamiento de producto terminado**

Una vez acabado el proceso de cocción, las piezas se someten a una inspección visual para comprobar sus características y se someten a un cepillado que elimina los restos del proceso de conformación. El almacenaje y paletizado es un proceso automatizado.

Línea 2.- Línea de materiales de conformado doble

Las distintas zonas por las que pasa el proceso son las mismas que el anterior, pero además necesitan un proceso de extrusión en el que se obtiene una preforma continua y posteriormente un prensado con el que se obtienen las dimensiones definitivas de las piezas.

Particularidades de los distintos productos a fabricar

La preparación de la materia prima es similar para todos los productos. La mayor diferencia está en el cambio de la matriz de la extrusora que debe ajustarse para cada tipo. Además, como ya se ha indicado, la línea 2 incorpora una prensa para conformar la materia a la forma específica del producto.

Flexibilización de las líneas del proceso

En principio, las dos líneas trabajarán de forma paralela fabricando sus propios productos, pero ante eventuales cambios de producción, bien motivados por

cambios en la demanda o por paradas por revisión o por averías, las líneas podrán producir como se expone a continuación:

- ✓ Trabajo de las dos líneas para materiales de conformado simple
En este caso la prensa no trabajaría
- ✓ Trabajo de las dos líneas para materiales de conformado doble
En este caso necesitamos una nueva prensa en la línea de conformado simple, que además serviría para cubrir una posible avería de la prensa de conformado doble.
- ✓ Trabajo de parte de una línea y otra parte de otra.
Para el caso de que sea necesario realizar revisiones o reparaciones.

1.10.2.- Zonas de instalaciones de servicios generales

Zonas con instalaciones de apoyo necesarias para las instalaciones del proceso:

- Aire comprimido
- Agua
- Ventilación y extracción de la nave

Central de aire comprimido

El aire comprimido se producirá a través de dos compresores, dos secadores de aire y dos refrigeradores de los compresores. La instalación de dos compresores es para que la eventual parada de uno de ellos esté cubierta por el otro y no repercuta en el proceso productivo. La sala tiene unas dimensiones de 6 x 6 m.

Central de bombeo de agua

El agua para el proceso y para las necesidades de consumo humano se bombea por medio de cuatro motobombas, disponiendo de al menos de una de reserva. La sala tendrá unas dimensiones de 4 x 6 m.

Ventilación y extracción de la nave

Se dispondrá de cuatro cámaras espaciadas colocadas en la cabecera de la nave para introducir aire de ventilación. Dieciséis extractores colocados de manera regular en la cubierta de la nave se encargarán de extraer el aire que pueda estar viciado. El diseño de la ventilación de la nave se encuentra en el plano 4 del anexo 4.

1.10.3.- Zonas de instalaciones de servicios auxiliares

Distintas dependencias distribuidas a lo largo de la planta:

- Centro de Transformación
- Sala grupo electrógeno
- Carga de baterías
- Taller de mantenimiento
- Oficinas
- Servicios y vestuarios
- Control de accesos

Centro de Transformación

En el centro de transformación se instalarán las cabinas de media tensión los transformadores media/baja tensión, el transformador de servicios auxiliares baja/baja tensión, el cuadro general de distribución y los cuadros secundarios de los servicios generales y auxiliares. Se trata de una sala de dimensiones 6 x 10 m, con acceso directo de los transformadores al exterior y colocada centrada en la cabecera de la nave.

Sala del grupo electrógeno

En caso de corte en el suministro de energía eléctrica normal, se dispone de un suministro complementario a través de un grupo electrógeno que arrancará automáticamente ante un fallo de alimentación. Este equipo suministrará doble alimentación de energía eléctrica al cuadro del alumbrado de emergencia.

Se trata de una sala de dimensiones 4 x 6 m, junto al centro de transformación.

Carga de baterías

La sala de carga de las baterías de las carretillas estará bien ventilada y tendrá unas dimensiones de 12 x 6 m.

Taller de mantenimiento

Taller de mantenimiento para la reparación de equipos defectuosos y para atender a las instalaciones. Existirá un pequeño almacén con los equipos de repuesto considerados imprescindibles. El taller tendrá unas dimensiones de 8 x 6 m y estará junto a la sala de carga de baterías de carretillas.

Oficinas

Las oficinas estarán ocupadas por la dirección, la ingeniería y la parte administrativa. Se trata de una edificación de unas dimensiones de 60 x 30 m en una sola planta.

Servicios y vestuarios

Los servicios y vestuarios para el personal tendrán unas dimensiones de 3 x 6 m, para los servicios y de 5 x 6 m, para los vestuarios.

Control de accesos

En la entrada principal se instalará una garita para el control de accesos de unas dimensiones de 4 x 4 m.

1.11.- MAQUINARIA Y EQUIPOS ALIMENTADOS CON ENERGIA ELÉCTRICA

1.- Instalaciones del proceso productivo

1.1.- Preparación de la materia prima

Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alimentador	2	8,5
Cinta transportadora 1	2	5
Trituradora primaria	2	110
Molino de muelas	2	160
Mezcladora de doble hélice	2	55

Tabla 3: Potencias preparación de la materia prima

1.2.- Proceso de conformado

Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Cámara de vacío	2	20
Extrusora	2	355
Cortadora	2	10
Cinta transportadora 2	2	5

Tabla 4: Potencias proceso de conformado

1.3.- Prensa

Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alimentador prensa	2	5
Prensa	2	100
Desplazamiento salida prensa	2	5

Tabla 5: Potencias proceso de prensado

1.4.- Secado, esmaltado y engobe

Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Impulsor carretilla entrada secadero	2	5
Desplazamiento vagonetas entrada secadero	2	10
Agitadores secadero	2	100
Extractores de humedad	2	50
Ventilador impulsión secadero	2	150
Pulverizadores	4	2,5

Tabla 6: Potencias proceso de secado y esmaltado

1.5.- Horno de cocción

Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Desplazamiento vagonetas entrada horno	2	10
Generadores de calor	2	12
Control horno zona precalentamiento	2	75
Control horno zona cocción	2	75
Control horno zona enfriamiento	2	75

Desplazamiento vagonetas salida horno	2	10
---------------------------------------	---	----

Tabla 7: Potencias proceso de cocción

1.6.- Acabado y almacenamiento de producto terminado		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Desbastadoras	2	2
Cepilladoras	4	3
Pulidoras	2	2
Selectores laser	4	1
Paletizador automático	4	2
Empaquetadores	2	1,5
Almacén automático	1	10
Almacén exterior	1	4

Tabla 8: Potencias proceso de acabado

2.- Instalaciones de Servicios Generales

2.1.- Aire comprimido		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Compresor de aire comprimido	2	110
Secador de aire comprimido	2	6
Refrigeración del compresor	2	4

Tabla 9: Potencias centros aire comprimido

2.2.- Agua		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Motobombas de bombeo de agua	4	5

Tabla 10: Potencias bombeo de agua

2.3.- Ventilación y extracción		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Ventiladores	6	16
Extractores	16	6

Tabla 11: Potencias ventiladores y extractores.

3.- Instalaciones de Servicios Auxiliares

3.1.- Alumbrado nave		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado zona 1	3	0,6
Alumbrado zona 2	3	0,6

Alumbrado zona 3	3	0,6
Alumbrado zona 4	3	0,6
Alumbrado zona 5	3	0,6
Alumbrado almacén automático	3	0,6
Alumbrado almacén exterior	3	0,6
Alumbrado proceso zona 1	2	1
Alumbrado proceso zona 2	2	1
Alumbrado exterior zona 1	3	1
Alumbrado exterior zona 2	4	1

Tabla 12: Potencias alumbrado nave.

3.2.- Tomas de corriente nave		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Tomas de corriente	7	15

Tabla 13: Potencias tomas de corriente nave.

3.3.- Fuerza nave		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Canalización eléctrica prefabricada	4	36

Tabla 14: Potencias ventiladores y extractores.

3.4.- Oficinas		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado oficinas	3	3
Fuerza oficinas	3	20

Tabla 15: Potencia alumbrado y fuerza oficinas.

3.5.- Servicios y vestuarios Oficinas		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado Servicios	1	0,1
Tomas de corriente Servicios	1	6
Alumbrado Vestuarios	1	0,1
Tomas de corriente Vestuarios	1	6

Tabla 16: Potencias alumbrado y fuerza vestuarios y servicios.

3.6.- Centro de Transformación		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado C. Transformación	1	0,2
Tomas de corriente C. Transformación	1	6
Ventilación C. Transformación	1	3
Batería c.c. C. Transformación	1	2

Tabla 17: Potencias Alumbrado y fuerza CT.

3.7.- Sala grupo electrógeno		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado sala grupo electrógeno	1	0,2
Tomas de corriente sala grupo electrógeno	1	9

Tabla 18: Potencias Alumbrado y fuerza Sala del grupo electrógeno.

3.8.- Sala compresores		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado sala compresores	1	0,4
Tomas de corriente sala compresores	1	12

Tabla 19: Potencias Alumbrado y fuerza Sala de compresores.

3.9.- Sala bombeo de agua		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado sala bombeo de agua	1	0,2
Tomas de corriente sala bombeo de agua	1	9

Tabla 20: Potencias Alumbrado y fuerza Sala de bombeo de agua.

3.10.- Carga de baterías de carretillas		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado sala carga de baterías	1	0,5
Tomas de corriente sala bombeo de agua	1	30

Tabla 21: Potencias Alumbrado y fuerza Sala de carga de baterías.

3.11.- Taller de mantenimiento		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado taller de mantenimiento	1	0,6
Tomas de corriente taller de mantenimiento	1	20

Tabla 22: Potencias Alumbrado y fuerza taller de mantenimiento.

3.12.- Servicios y vestuarios Nave		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado Servicios	1	0,1
Tomas de corriente Servicios	1	6
Alumbrado Vestuarios	1	0,1
Tomas de corriente Vestuarios	1	6

Tabla 23: Potencias Alumbrado y fuerza Vestuarios y servicios nave.

3.13.- Control de accesos		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado garita de control de accesos	1	0,2
Tomas de corriente garita de control de accesos	1	6

Tabla 24: Potencias Alumbrado y fuerza garita de control de accesos.

3.14.- Alumbrado de emergencia		
Maquinaria o equipo	Cantidad	P. Unit. kW
Alumbrado vigilancia	7	0,4
Alumbrado evacuación	6	0,2
Alumbrado antipánico	6	0,25

Tabla 25: Potencias Alumbrado de emergencia.

1.12.- PRESCRIPCIONES PARA EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para el diseño de la instalación eléctrica se van a tener en cuenta una serie de criterios o premisas que tienen como fin el realizar una instalación eficiente desde el punto de vista del uso de los recursos energéticos.

El diseño ayudará a optimizar la explotación y el mantenimiento mediante la implantación de los sistemas adecuados que gestionen datos o parámetros que contribuyan a que la planta sea más productiva, obteniendo un producto con menos consumo específico de energía por unidad de producto acabado.

La instalación eléctrica debe poderse adaptar a la evolución que vaya sufriendo la planta, sin que ello suponga grandes cambios e importantes costes económicos.

Veamos a continuación algunos de estos criterios a aplicar:

1.12.1.- Calidad de la energía eléctrica

La energía eléctrica es considerada como una materia prima más y por consiguiente, debemos de exigir que la calidad de esta energía sea la que requiere nuestro proceso productivo, ya que los equipos de control electrónico y dispositivos con electrónica de potencia son muy sensibles a las perturbaciones eléctricas.

Se debe instalar un analizador de redes en la acometida a la planta, que registre la calidad de la onda de la red. Si se detecta una perturbación, se debe analizar si la misma proviene del exterior o del interior de nuestra instalación. Si proviene del exterior, hay que involucrar a la compañía suministradora, pero si es interna a nuestra fábrica debemos determinar la causa de la perturbación y adoptar la solución más conveniente, si procede.

Para el análisis interno debemos disponer de un analizador de redes portátil que instalaremos en la zona donde se ha producido el incidente. De los datos recogidos de este analizador puede que se llegue a determinar la causa de la perturbación y de esta forma adoptar la solución más conveniente, si procede.

1.12.2.- Punto de enganche

Partiendo de los datos de la potencia total instalada en la planta, tenemos ya un orden de la potencia demandada. Con esta potencia, la opción posible es la de un suministro en alta o media tensión.

La compañía distribuidora de la zona nos propone un suministro de energía eléctrica a la tensión normalizada de 13.2 kV desde una Estación de Transformación y Distribución (ETD) cercana a nuestra instalación y nos fija el punto de enganche.

1.12.3.- Línea de alimentación en media tensión

En principio se había planteado la opción de realizar la alimentación a través de dos líneas: una en servicio y otra en reserva para asegurar la continuidad de suministro, teniendo que partir cada línea de dos Centros de Distribución de la compañía suministradora distintos.

Analizada la continuidad de suministro de la zona, y viendo que los cortes de suministro son poco frecuentes y de escasa duración, y que la alimentación mediante dos líneas duplicaría la inversión a realizar, se opta por una alimentación a través de una única línea.

Esta línea partirá del punto de enganche, definido por la compañía suministradora, y alimentará al centro de transformación del abonado mediante una línea, de una longitud de 900 m, que discurrirá por una canalización enterrada bajo tubo. La sección de los conductores se calculará en función de la potencia total instalada, considerando la posibilidad de que en un futuro esta pueda sufrir un incremento de al menos un 30%.

La compañía suministradora se hará cargo tanto del diseño, como de la construcción y el mantenimiento de la red de media tensión. La empresa de fabricación de cerámica se hará cargo del importe económico y se la entregará a la compañía suministradora de energía eléctrica ya que la línea de media tensión discurre por terreno ajenos a su propiedad y le sería difícil de gestionar.

1.12.4.- Centro de Transformación

Para el Centro de Transformación nos planteamos tres posibles alternativas:

1. Dos Centros de Transformación, distribuidos por las zonas de producción en el centro de gravedad de los receptores eléctricos.
2. Tres Centros de Transformación, dos distribuidos por las zonas de producción en el centro de gravedad de los receptores eléctricos y un tercero para los servicios auxiliares de la planta.
3. Un único Centro de Transformación para toda la planta.

Las dos primeras alternativas las descartamos, ya que a pesar de presentar alguna ventaja técnica son más costosas económicamente por necesitar más aparellaje de media tensión y de ocupar más espacio.

El único Centro de Transformación estará ubicado en el perímetro del edificio, centrado lo más posible con las cargas. Se trata de un Centro de Transformación del abonado y estará alimentado, como suministro normal, mediante una línea de media tensión alterna trifásica a 13.2 kV y 50 Hz desde el punto de enganche de la compañía suministradora de energía eléctrica.

A parte del suministro normal existirá otro suministro complementario en baja tensión desde un grupo electrógeno que entrará en funcionamiento de forma automática cuando detecta falta de tensión o que se produce un descenso de la misma por debajo del 70% de su valor nominal.

La alimentación de energía eléctrica la recibe el doble embarrado del Cuadro General de Distribución, que suministrará la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de determinadas instalaciones que así lo requieran.

El centro de transformación del abonado será de tipo interior de obra y estará formado por los siguientes elementos:

- ✓ *Transformadores:*
 - Aislamiento seco encapsulados en resina epoxi.
 - Tomas de regulación de la tensión sin carga: $\pm 2.5\%$.
- ✓ *Celdas para los transformadores:* Espacio donde se sitúan los transformadores de potencia. Estarán protegidos por tabiques o muros y rejillas.
- ✓ *Cabinas de media tensión compuestas por:*
 - *Cabina de entrada de línea:* Punto de llegada, al centro de transformación, de los conductores de la línea de alimentación en media tensión; estará equipada con interruptor de corte en carga y seccionador de puesta a tierra.
 - *Cabina de medida:* Compuesta por tres transformadores de intensidad y tres de tensión. El equipo de medida con el contador, placas de comprobación, etc. se situarán en un armario, fuera de la celda, para evitar cualquier riesgo para el personal que pudiese realizar la lectura.
 - *Cabina de protección de los transformadores:* Alojando los elementos de seccionamiento y protección individual de cada transformador. Estará formada por un interruptor automático con aislamiento de SF6 con relés indirectos a través de transformadores de intensidad.
- ✓ *Cuadro General de Distribución:* Cuadro que es alimentado desde las bornas de baja tensión del transformador y alimenta a las distintas salidas a consumidores o cuadros secundarios. Equipamientos mínimos del cuadro general de distribución de baja tensión:
 - Tipo modular extensible.
 - Interruptores generales en la entrada.
 - Interruptores dotados de dispositivos candables en posición de abierto.
 - Prever como mínimo un 20% de espacio disponible.
 - Conexiones de consumidores sin interrupción de la alimentación.
 - Contaje de energía en cada acometida y en cada salida a través de tres transformadores de intensidad (In/5).
- ✓ *Cuadros de Baja Tensión:* Resto de cuadros de baja tensión que estén ubicados en el propio centro de transformación, y alimentados desde el Cuadro General de Distribución.
- ✓ *Batería estacionaria de corriente continua:* Alimentación de protecciones y maniobra del Centro de Transformación.

Características del local del centro de transformación:

- ✓ Instalado en el perímetro del edificio con puertas que den al exterior.
- ✓ Dimensiones que se permitan el movimiento y colocación en su interior de los elementos y equipos necesarios para la realización adecuada de la instalación, la ejecución de las maniobras propias de la explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que las realicen, así como el mantenimiento del material y sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del mismo. Las dimensiones de los pasillos serán las siguientes:
 - *Pasillos de maniobra:* 1m para el caso de la existencia de elementos en tensión a un solo lado y 1,2 m en el caso de que existan en ambos lados.
 - *Pasillos de inspección:* 0,8m para el caso de la existencia de elementos en tensión a un solo lado y 1m en el caso de que existan en ambos lados.

- Pasillos libres de todo obstáculo hasta una altura de 2,30 m.
- ✓ Rejillas de ventilación que comunicarán el local con el exterior, siendo la altura entre la entrada y salida del aire la máxima posible. Las dimensiones de las rejillas dependerán de las potencias de los transformadores.
- ✓ Los transformadores deben tener acceso directo al exterior.
- ✓ Canaletas y conducciones cerradas con material cortafuego 2 horas.
- ✓ Cable de puesta a tierra y equipotencialidad de las masas.

El diseño del centro de transformación puede verse en los planos 5 y 6 del anexo 4.

1.12.5.- Número de transformadores

Si dispusiéramos de un único transformador en caso de avería de este transformador, se produciría un paro total, y teniendo en cuenta que el reemplazarle por uno nuevo no sería de forma inmediata, debemos elegir el número de transformadores a instalar, teniendo las siguientes posibilidades:

- Dos transformadores de media/baja tensión (13,2 kV-690/400 V), trabajando en paralelo, para el consumo total de la planta y de la misma potencia.
- Tres transformadores media/baja tensión, de la misma potencia (13.2kV,400/230V), trabajando en paralelo, para las líneas del proceso productivo y para los servicios generales y otro transformador media/baja tensión (13.2kV,400/230V), para las instalaciones auxiliares.
- Tres transformadores media/baja tensión, de la misma potencia (13.2kV,690/400V), trabajando en paralelo, para las líneas del proceso productivo y para los servicios generales y otro transformador media/baja tensión (13.2kV,400/230V), para las instalaciones auxiliares.

Como se verá más adelante, la tensión de suministro en baja tensión a los consumidores será diferente si el consumidor pertenece al proceso productivo, a los servicios generales, o a los servicios auxiliares. Por consiguiente, se descarta la instalación de dos transformadores para toda la planta.

De las otras dos opciones se elige la tercera, ya que, aunque presentan ventajas técnicas similares, la última resulta más económica al distribuir a 690 V para las instalaciones generales, mientras que las instalaciones auxiliares necesitan distribuir a 230-400 V, por lo que se utilizará un transformador de media/baja tensión de una potencia relativamente baja comparada con los otros dos, al ser menor la potencia demandada por estas últimas.

1.12.6.- Distribución de energía eléctrica en baja tensión

La red de distribución se estudia en función de la situación de las cargas y sus prioridades. La distribución, cuadros y canalizaciones, se determinan a partir de los planos del edificio, de la situación de las cargas y de su necesidad de agrupamiento.

Para el estudio de la red de baja tensión se parte de la relación de consumidores, teniendo en cuenta su potencia, su factor de potencia y el coeficiente de

simultaneidad, así como de la ubicación de los cuadros eléctricos que alimentan dichos consumidores.

La red de distribución tiene su origen en los terminales de baja tensión de los transformadores desde donde se alimenta el Cuadro General de Distribución. De este cuadro parten las salidas de la red general de distribución que incluye las líneas y los cuadros secundarios que estarán situados lo más cerca posible de las cargas a las que alimentan. La canalización está compuesta por los conductores aislados y sus medios de fijación y protección mecánica. Cada salida dispondrá de un dispositivo de mando y protección.

Para conseguir una mayor disponibilidad de la energía eléctrica, los circuitos eléctricos se dividen, lo que permite:

- ✓ Limitar las consecuencias de un defecto al circuito que concierne.
- ✓ Facilitar la localización de un defecto.
- ✓ Realizar las operaciones de mantenimiento de un circuito, manteniendo el resto de la instalación en tensión.

Los circuitos se realizarán atendiendo a criterios de suministrar la mejor calidad y de permitir una buena gestión energética. Para ello se deben realizar tantos circuitos como sea necesario, teniendo en cuenta, entre otros los siguientes criterios:

- ✓ Redes de proceso separadas de las de acondicionamiento de edificios
- ✓ Realización de redes separadas con cargas más contaminantes
- ✓ Circuitos de fuerza por línea de proceso o área de trabajo
- ✓ Alimentación a los circuitos de control y a los de potencia independiente
- ✓ Alimentación de equipos especialmente sensibles a las perturbaciones mediante fuentes de alta calidad
- ✓ Redes que permitan medir la energía eléctrica consumida por cada línea de proceso y de acondicionamiento de edificios

1.12.7.- Tensión de suministro en baja tensión

La tensión de suministro en baja tensión dependerá del tipo de receptor consumidor:

- ✓ Receptores del proceso productivo: III 690 V.
- ✓ Receptores de los servicios generales: III 690 V.
- ✓ Receptores de los servicios auxiliares: IV 400/230 V.

1.12.8.- Caídas de tensión

De acuerdo con el Apartado 2.2.2 de la ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, las caídas de tensión máximas admisibles serán:

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

1.12.9.- Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen para limitar la diferencia de tensión entre las masas metálicas y la tierra, así como para garantizar la actuación de las protecciones instaladas.

1.12.10.- Esquema de distribución

En relación al apartado anterior es necesario escoger un esquema de distribución que garantice la correcta actuación de las protecciones dadas las características de la instalación y de las puestas a tierra, por tanto, el esquema de distribución se escogerá siguiendo las exigencias y recomendaciones de la instrucción ITC-BT-08 del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

1.12.11.- Conductores eléctricos

Se pueden considerar dos tipos de distribuciones:

- ✓ Distribución con conductores aislados (cables).
- ✓ Distribución con canalizaciones prefabricadas.

Las cargas centralizadas en los cuadros eléctricos se alimentarán mediante redes eléctricas de distribución con cables aislados. Para las cargas, donde su emplazamiento no esté perfectamente definido, y se encuentren distribuidas por la nave se utilizarán canalizaciones eléctricas prefabricadas.

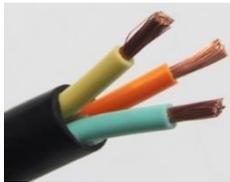


Fig. 27 Cables aislados



Fig. 28 Canalizaciones eléctricas prefabricadas



1.12.11.1.- Distribución con conductores aislados

En principio la sección del conductor neutro será igual a la de los conductores de fase. Cuando la sección del conductor neutro sea inferior a la de los conductores de fase, es necesario prever una detección de sobreintensidad en el neutro, que actúe también sobre el corte de los conductores de fase.

Se utilizarán cables no propagadores del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida y libre de halógenos.

1.12.11.2.- Distribución con canalizaciones prefabricadas

Una canalización prefabricada es un conjunto de conducción y conductores, perfectamente definido, que permite desarrollar sistemas de instalación, con objeto de eliminar problemas mecánicos, eléctricos y de compatibilidad electromagnética, reduciendo los tiempos y riesgos de proyecto y los de montaje.

Las canalizaciones prefabricadas se distinguen por su facilidad de puesta en servicio y flexibilidad de instalación y modificación.

1.12.11.3.- Criterio de elección entre conductores aislados o canalizaciones

Los principales criterios entre la utilización de cables o canalizaciones eléctricas prefabricadas son:

- La inversión (material, mano de obra de montaje y otros posibles gastos).

- Las facilidades en la posibilidad de modificaciones y ampliaciones.
- La carga incendiaria (depende del local)
- La flexibilidad: con una distribución por cables, el coste de las modificaciones varía, en función de la distancia entre el cuadro y el punto de alimentación.

Si la frecuencia de las modificaciones es importante y por la actividad del utilizador la capacidad incendiaria es elevada, es mucho más favorable la utilización de canalizaciones prefabricadas. Se utilizarán canalizaciones eléctricas prefabricadas en alimentaciones de cargas distribuidas.

Esquema de principio de distribución eléctrica en baja tensión:

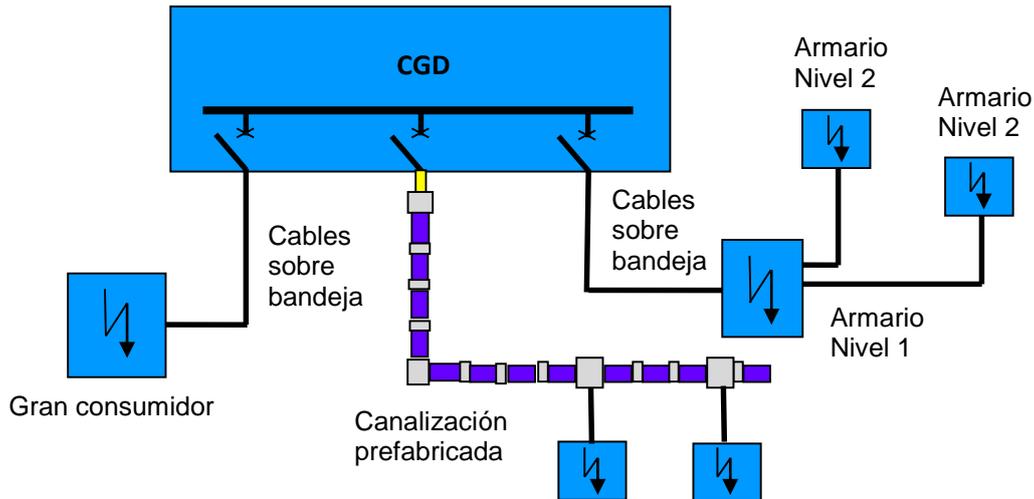


Fig. 29 Esquema de principio de una instalación de baja tensión

1.12.11.4.- Sección de los conductores

La sección de los conductores se calculará en base a las caídas de tensión máximas admisibles y a la intensidad máxima admisible del cable.

La sección de los conductores resistirá las corrientes de cortocircuito que puedan darse en cualquier punto del recorrido del cable. El tiempo de corte del dispositivo de protección de la corriente que resulte de un cortocircuito, en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que tarda el conductor en alcanzar la temperatura máxima admisible.

Los cables discurrirán por bandejas, dentro de tubos de acero o en canaletas. Los cables de corrientes fuertes y corrientes débiles irán en caminos separados. Las canalizaciones eléctricas prefabricadas se montarán apoyadas o suspendidas de la estructura de la nave.

1.12.12.- Dispositivos de mando y protección

Cada circuito dispondrá de su propio dispositivo de seccionamiento omnipolar en el origen destinado a protegerle frente a sobrecargas y cortocircuitos. La intensidad nominal de las protecciones deberá corresponder a la sección de los conductores.

Los dispositivos de protección de cada circuito estarán convenientemente coordinados, siendo selectivos con otros dispositivos generales que les precedan.

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

Los cuadros deberán estar protegidos contra los contactos directos, mediante un dispositivo aislante que impida el acceso a las partes bajo tensión.

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y los elementos conductores a los que se acceda simultáneamente y estará asociada a la utilización de dispositivos de protección con corte automático de la alimentación de acuerdo con lo especificado en el apartado 4.1.1 de la ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Si se emplean dispositivos de protección diferenciales, la sensibilidad de dichos dispositivos se elegirá en función de la línea que protege, de manera que para receptores de iluminación y de tomas de corriente se emplearán interruptores de alta sensibilidad, mientras que para el resto de los receptores se emplearán de baja sensibilidad.

El mando de los interruptores de acometida y de salida del Cuadro General de Distribución y los de acometida a los cuadros eléctricos secundarios, podrá realizarse a distancia para la desconexión, sin embargo, por motivos de seguridad, la conexión se realizará localmente en cada cuadro.

Los diseños de los esquemas unifilares se pueden encontrar en el anexo 4 en el apartado planos.

1.12.13.- Receptores

1.12.13.1.- Motores y variadores de velocidad



Fig. 30 Motores y variadores de velocidad

Los motores deben cumplir con el *Reglamento (UE) 2019/1781* de la Comisión, de 1 de octubre de 2019. por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos y los variadores de velocidad de conformidad con la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Un motor eléctrico es un dispositivo que transforma la potencia eléctrica de entrada en potencia mecánica de salida en forma de una rotación cuya velocidad de rotación y cuyo par dependen de factores como la frecuencia de la tensión de alimentación y el número de polos del motor.

Un variador de velocidad convertidor electrónico que adapta continuamente la electricidad suministrada a un único motor con el fin de controlar su potencia mecánica de salida de acuerdo con la característica par-velocidad de la carga

accionada por el motor, ajustando la entrada de corriente eléctrica a una frecuencia y una tensión variables que se suministran al motor; comprende todos los componentes electrónicos conectados entre la red de alimentación y el motor, incluidas las extensiones, tales como los dispositivos de protección, los transformadores y los accesorios.

La eficiencia energética de un motor es la ratio entre su potencia mecánica de salida y su potencia eléctrica activa de entrada.

Los motores eléctricos se utilizan en muchos tipos diferentes de productos, como bombas, ventiladores o máquinas herramienta, y en muchas condiciones de funcionamiento diferentes.

El consumo de energía de los sistemas accionados por motor puede reducirse si los motores que se utilizan en aplicaciones de velocidad y de carga variables se equipan con variadores de velocidad, y también si dichos variadores se rigen por sus propios requisitos mínimos de eficiencia energética. En las aplicaciones de velocidad constante (carga constante), los variadores de velocidad suponen costes adicionales y pérdidas de energía.

El Reglamento (UE) 2019/1781 se aplica a los siguientes productos:

a) Motores de inducción eléctricos

Sin escobillas, conmutadores, anillos colectores ni conexiones eléctricas al rotor, preparados para funcionar a 50 Hz, 60 Hz o 50/60 Hz de tensión sinusoidal:

- i) de dos, cuatro, seis u ocho polos;
- ii) de una tensión nominal (UN) superior a 50 V y hasta 1 000 V;
- iii) de una potencia nominal de salida (PN) de entre 0,12 kW y 1 000 kW;
- iv) de concebidos para un servicio en funcionamiento continuo; y
- v) de concebidos para funcionar con un arrancador directo;

b) Variadores de velocidad trifásicos:

- i) concebidos para funcionar con un motor de los mencionados en la letra a) cuya potencia nominal se encuentre comprendida entre los 0,12 y los 1 000 kW;
- ii) de una tensión nominal superior a 100 V y hasta 1 000 V CA;
- iii) de una única tensión de salida CA.

Requisitos de eficiencia energética aplicables a los motores

a) desde el 1 de julio de 2021:

i) la eficiencia energética de los motores trifásicos con una potencia nominal igual o superior a 0,75 kW e igual o inferior a 1 000 kW, con 2, 4, 6 u 8 polos, que no sean motores de seguridad aumentada «Ex eb», corresponderá al menos al nivel de eficiencia IE3.

ii) la eficiencia energética de los motores trifásicos con una potencia nominal igual o superior a 0,12 kW e inferior a 0,75 kW, con 2, 4, 6 u 8 polos, que no sean motores de seguridad aumentada «Ex eb», corresponderá al menos al nivel de eficiencia IE2.

b) desde el 1 de julio de 2023:

i) la eficiencia energética de los motores de seguridad aumentada «Ex eb» con una potencia nominal igual o superior a 0,12 kW e igual o inferior a 1 000 kW, con 2, 4, 6 u 8 polos, y los motores monofásicos con una potencia nominal igual o superior a 0,12 kW, corresponderá al menos al nivel de eficiencia IE2.

ii) la eficiencia energética de los motores trifásicos que no sean motores-freno, motores de seguridad aumentada «Ex eb» u otros motores protegidos contra la explosión, con una potencia nominal igual o superior a 75 kW e igual o inferior a 200 kW, con 2, 4 o 6 polos, corresponderá al menos al nivel de eficiencia IE4.

1.12.13.2.- Iluminación



Fig. 31 Luminarias

La sección HE-3 del Código Técnico de la Edificación establece como exigencia básica que los edificios dispongan de instalaciones de iluminación, adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente. Para ello la eficiencia energética del sistema de iluminación no deberá superar un valor límite y deberá contar también con un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural mediante la instalación y utilización de sistemas de control y regulación, en aquellas zonas en las que la aportación de luz natural así lo permita.

VEEI: Valor de la eficiencia energética de la instalación

El VEEI es un valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad referenciada. La unidad de medida es W/m²
 $VEEI = (P \times 100) / (S \times E_m)$

P = potencia de iluminación en vatios

S = superficie del local en m²

E_m = Iluminancia media del local en Lux

Potencia máxima de la instalación

La potencia máxima de la instalación será de 10 W/m² para todo tipo de usos (con iluminancia media inferior a 600 lux), excepto aparcamientos, y 25 W/m² con iluminancia media superior 600 lux.

Sistemas de regulación y control de alumbrado obligatorios

Para obtener óptimos resultados, es necesario disponer de elementos que controlen y regulen la iluminación de la que disponemos en nuestro edificio. Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Cada zona dispondrá de un sistema de control y regulación que incluya:

- ✓ Un sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico y,

- ✓ Un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico

Las zonas de uso esporádico, (aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc.) dispondrán de un sistema de encendido y apagado de las dos siguientes opciones:

- ✓ Un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia, o
- ✓ Un sistema de pulsador temporizado

Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación proporcionalmente y de manera automática por sensor de luminosidad el nivel en función del aporte de luz natural de las luminarias de las habitaciones de 6 metros de profundidad y en las dos primeras líneas paralelas de luminarias situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario. Estos sistemas no son obligatorios en todos los casos.

Tipos de alumbrados

- ✓ Ambiente: alumbrado normal del edificio
- ✓ Proceso: alumbrado específico de los procesos
- ✓ Emergencia:
 - Antipánico: alumbrado de seguridad anti-pánico
 - Evacuación: alumbrado de seguridad evacuación
- ✓ Exterior: alumbrado de viales

Alumbrado normal del edificio

El edificio se concebirá favoreciendo la utilización máxima de la iluminación natural.

Cuando haya iluminación natural, la iluminación artificial se mandará gradualmente, con arreglo al nivel de alumbrado natural, con 3 niveles (1/3, 2/3 y 3/3 del nominal).

Las zonas situadas a lo largo de los ventanales se tratarán específicamente.

El edificio se dividirá en zonas, acorde con las zonas de división del proceso.

Principio de distribución de una zona de alumbrado:

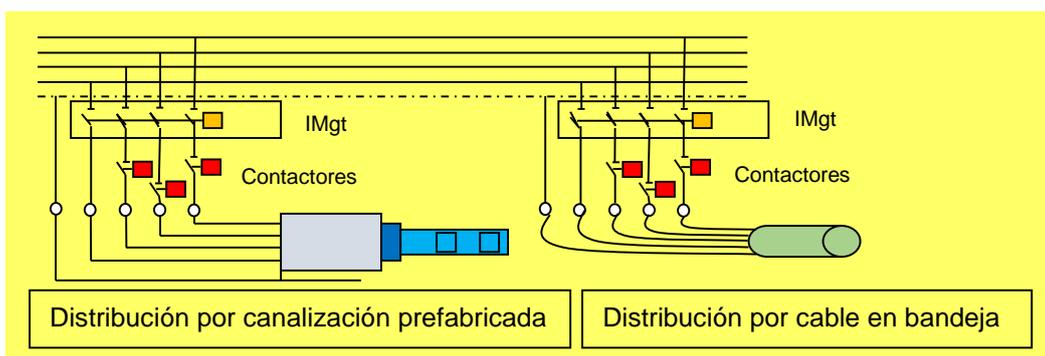


Fig. 32 Principio de distribución de alumbrado

Alumbrado de procesos

El alumbrado de los procesos asegura, para los operarios, el nivel de iluminación óptimo sobre el plano de trabajo el mejor confort visual posible. Es esencial determinar el emplazamiento del plano de trabajo.

Para procesos que requieren alumbrado de procesos, se ha de tener en cuenta:

- En caso presencia humana permanente en fase de producción, esta iluminación se apagará automáticamente, y de manera segura, fuera de producción.
- En caso de acceso ocasional se preverá un interruptor "marcha" "parada" de mando manual, asociado con un procedimiento de apagado.
- El apagado general y la autorización de encendido se debe condicionar a la marcha del proceso productivo con temporización a fin de evitar los encendidos intempestivos y los apagados debidos a las paradas de urgencia.

El alumbrado de ambiente por encima del proceso no será necesario o en su caso se apagará.

Alumbrado de emergencia

Debe garantizar la correcta instalación y funcionamiento de los servicios de seguridad, en especial las dedicadas al alumbrado que faciliten la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos viales de los edificios.

Previsto para entrar en funcionamiento cuando se produce un fallo en la alimentación del alumbrado normal. Hay dos tipos de alumbrado de emergencia:

<i>Alumbrado de emergencia</i>	
<i>Alumbrado de seguridad</i>	<i>Alumbrado de reemplazamiento</i>
Garantiza la evacuación durante la evacuación de una zona	Su duración no está determinada. Hasta finalizar los trabajos con seguridad si la iluminación es inferior a la normal
Entra en funcionamiento a tensión inferior al 70% de la nominal	Permite la continuación de actividades normales

Tabla 26: Alumbrado de emergencia.

A su vez el alumbrado de seguridad se divide en:

<i>Alumbrado de seguridad</i>		
<i>Evacuación</i>	<i>Antipánico</i>	<i>Zonas de alto riesgo</i>
Permite reconocer y utilizar las rutas de evacuación	Permite la identificación y accesos a las rutas de emergencia	Duración mínima: la necesaria para interrumpir las actividades
Proporciona 1 lux en el suelo, en el eje de los pasos principales	Proporciona 0,5 lux en todo el espacio hasta 1 m de altura	Permite la interrupción de los trabajos peligrosos con seguridad
Permite identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución (5 lux)	Tiempo mínimo funcionamiento 1 h	Iluminación mínima: 15 lux o 10% de la iluminación normal

Tabla 27: Alumbrado de seguridad.

Cualquiera que sea el estado de actividad de un edificio, los alumbrados antipánico y evacuación deben quedar encendidos, salvo en caso de mantenimiento, fuera presencia del personal. Además, contribuirá en la obtención del nivel de iluminación ambiente requerida.

Alumbrado exterior

Para viales: Sobre báculos o sobre brazos murales adosados a las fachadas.

El diseño de la iluminación exterior puede observarse en el plano 7 del anexo 4.

1.12.14.- Compensación de energía eléctrica reactiva

Muchos receptores consumen energía eléctrica reactiva.

Esta necesidad de energía reactiva provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión, y un consumo de energía suplementario, que no es aprovechable directamente por los receptores como trabajo mecánico y/o calor.

El factor de potencia representa del ángulo entre la potencia activa y la aparente.

El factor de potencia general de la instalación se compensará mediante la instalación de baterías de condensadores fijas o automáticas de baja tensión. En nuestro caso utilizaremos baterías de condensadores automáticas de una potencia variable que asegure, en todo momento, que el factor de potencia esté por encima del 0,95.

El cuadro de estas baterías se conectará al embarrado del Cuadro General de Distribución de baja tensión, a través de un dispositivo de protección adecuado a la intensidad nominal de los condensadores.

Los condensadores generan energía reactiva en las redes, provocando:

- ✓ Aumento la potencia disponible en las instalaciones.
- ✓ Mejora del aprovechamiento de los transformadores y de las líneas.
- ✓ Mejora de los niveles de caída de tensión.
- ✓ Disminución de las pérdidas.
- ✓ Supresión de la facturación eventual de energía reactiva.

Los condensadores serán de tipo reforzado y podrán ser instalados en las redes contaminadas que tengan hasta el 25% de generadores de armónicos con relación a la potencia nominal del transformador AT/BT.

El condensador se debe cambiar si la pérdida de intensidad es superior al 15% de su valor nominal. Si el valor de la intensidad máxima es superior al 15% del valor de la intensidad nominal, el condensador se debe desconectar y realizarse un análisis.

Contactores específicos para condensador:

- ✓ Contactos de preinserción
- ✓ Resistencias de amortiguamiento
- ✓ Limitación de la intensidad de conexión a 80 In

Cada condensador debe tener un dispositivo que permita la descarga de cada condensador al menos a 75 V en 3 min.

Siempre que se vaya a instalar una batería se deben medir armónicos en el punto de conexión. Si la tasa de armónicos en tensión THDV > 2,5 - 3% y en intensidad THDI > 15 - 20%, hay que instalar baterías reforzadas en tensión y montar filtros. Hay que analizar a la vez las THDV y THDI.

Pueden darse los tres casos siguientes:

- Tasa de distorsión armónica baja: Instalar baterías convencionales.
- Tasa de distorsión armónica próxima al límite: Instalar baterías reforzadas en tensión, preparada para filtros, pero sin filtros.

- Tasa de distorsión armónica alta: Instalar baterías reforzadas en tensión con filtros de armónicos.

1.12.15.- Alimentación de cargas críticas

Si existen cargas críticas que deben mantenerse siempre en tensión, deben adaptarse las medidas necesarias para asegurar el suministrando energía eléctrica, en caso de que la alimentación eléctrica normal falle.

Sistemas para mantener la alimentación en las cargas críticas:

- Grupo generador
- Fuente de alimentación ininterrumpida (SAI o UPS)

Grupo generador

Conectado a través de un inversor de redes, a un cuadro auxiliar de alimentación de emergencia, desde el que se alimentan los servicios prioritarios.

SAI ó UPS

Son equipos que mejor contrarrestan las perturbaciones de la red. Su característica específica es su capacidad para mantener la alimentación de la carga en ausencia de la red durante un cierto tiempo, Existen dos tipos fundamentales de SAI:

- SAI en línea
- SAI fuera de línea (“off-line”) o en espera

✓ *SAI en línea*

La carga es alimentada por una línea rectificador-inversor y la carga de la batería se mantiene por la acción de este. Posee un by-pass o conmutador a red que, en caso de fallo del inversor, conecta la carga a dicha red.

✓ *SAI fuera de línea (“off-line”) o en espera*

La red alimenta normalmente la carga y, cuando esta falla, pasa a ser alimentada por el inversor. La diferencia con el anterior es que la carga se encuentra alimentada por la red en condiciones normales y recibe la misma calidad que tiene ésta.

✓ *Combinación SAI – Grupo generador*

La combinación SAI y grupo es la mejor solución para garantizar un suministro de calidad con gran autonomía para la alimentación de cargas prioritarias. En el cambio de fuente, la autonomía del SAI debe permitir el arranque y la conexión del grupo.

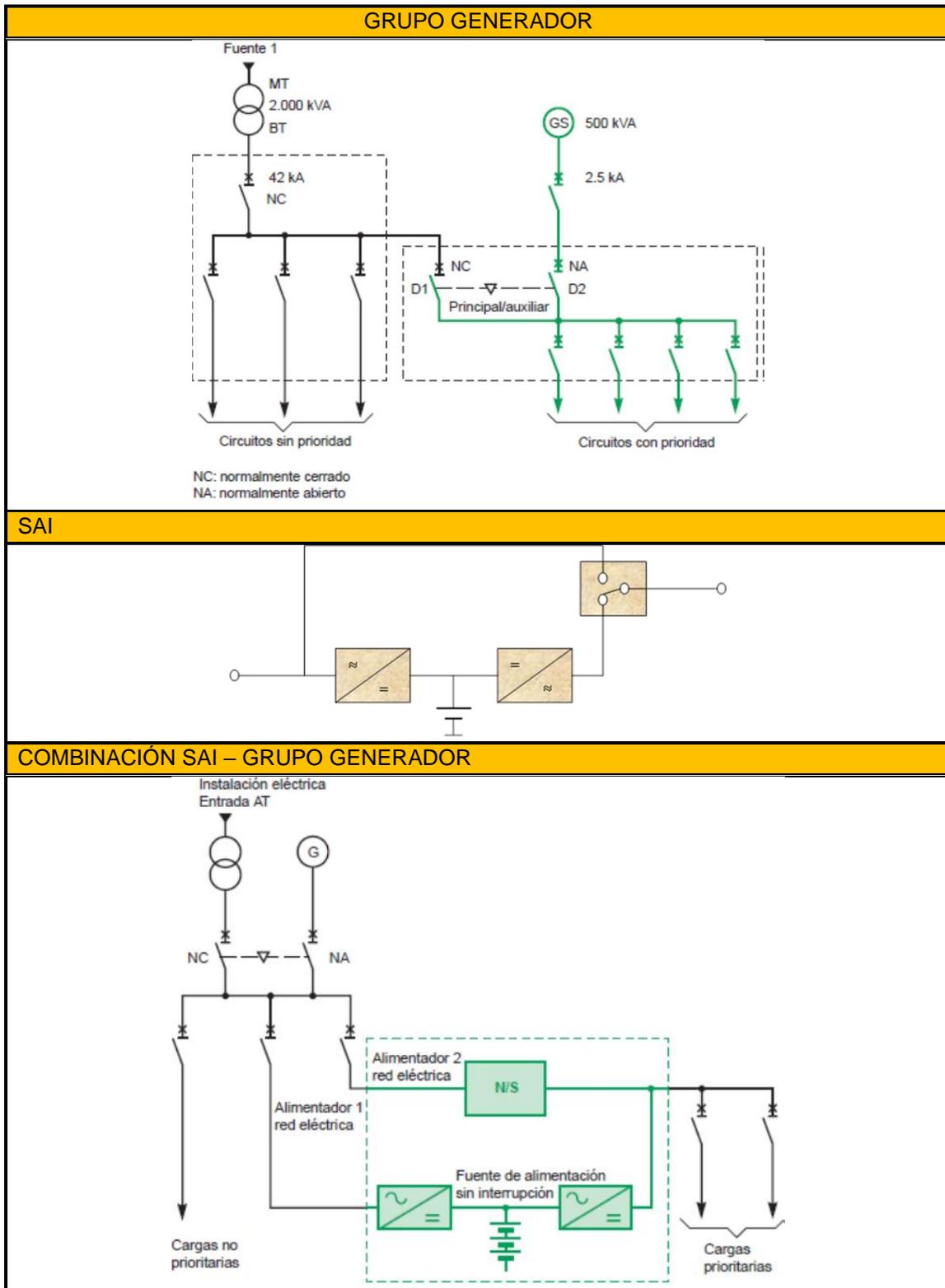


Fig. 33 Sistemas de alimentación de cargas críticas

1.12.16.- Supervisión de instalaciones mediante gestión técnica centralizada

La Gestión Técnica Centralizada es un sistema informatizado encaminado a facilitar la explotación de la instalación y a la obtención de datos de la misma.

La Gestión Técnica Centralizada tiene los siguientes cometidos:

- Centraliza informaciones de las instalaciones a fin de optimizar la explotación y el mantenimiento.

- Governa a distancia, manualmente o automáticamente, las instalaciones.
- Favorece la gestión de datos de los fluidos producidos y distribuidos.

Ayuda a la explotación

Mediante este sistema informatizado se conoce el estado de la instalación de forma fiable y en tiempo real, permitiendo actuar de modo rápido y preciso sobre el mismo, facilitando la explotación y la actuación ante acontecimientos no deseados.

El sistema permite la recogida de parámetros encaminada a conocer la calidad de servicio prestado y el valor del producto obtenido, con la finalidad de optimizar el funcionamiento de las instalaciones.

El conocimiento instantáneo del funcionamiento de las instalaciones permite actuar a los operadores del sistema, al objeto de optimizar los consumos energéticos sin que con ello se incida sobre el sistema productivo.

Gestión de datos

La creación de archivos históricos permite fijar estimaciones a corto y medio plazo de las tendencias de los parámetros controlados y estimar con mayor precisión las evoluciones futuras de las instalaciones.

Las curvas de carga de los productos energéticos adquiridos permiten realizar simulaciones a la hora de buscar un precio más ajustado de estos productos.

1.12.17.- Control y supervisión de las instalaciones de la planta

Vamos a enumerar aquí las posibles instalaciones y parámetros a controlar y supervisar que tienen como fin la ayuda a la explotación y el mantenimiento y la gestión de los datos recogidos de la planta.

En este trabajo no se va a abordar el estudio de la implantación del sistema de control y adquisición de datos, pero en la medida de lo posible se procurará que las nuevas instalaciones queden predispuestas para que se puedan recoger datos y puedan ser gobernadas a distancia.

Instalaciones y equipos a controlar y supervisar:

- *Centro de Transformación y energía eléctrica:*
 - ✓ Supervisión y mando del Centro de Transformación.
 - ✓ Control de parámetros de energía eléctrica.
 - ✓ Control de consumos de energía eléctrica por líneas de fabricación.
- *Ventilación/extracción y alumbrado de nave:*
 - ✓ Supervisión y mando de la ventilación y extracción de la nave.
 - ✓ Control de temperatura ambiente de la nave.
 - ✓ Supervisión y mando de los alumbrados.
- *Centrales de fluidos:*
 - ✓ Supervisión y mando de la Central Compresores
 - ✓ Supervisión y mando de la Central bombeo de agua
 - ✓ Supervisión y mando de la Estación de Regulación y Medida de gas natural
 - ✓ Control de consumos de aire comprimido por línea de fabricación
 - ✓ Control de consumos de agua por línea de fabricación
 - ✓ Control de consumos de gas natural por línea de fabricación

Tipo de parámetros y señales a controlar

Tenemos dos tipos de señales y parámetros a controlar:

- ✓ Señales todo/nada
- ✓ Señales analógicas

Señales todo/nada

Las proporciona la posición de abierto o cerrado de un contacto libre de tensión (señales de entrada) o el cierre o la apertura de contactos accionados por relés (señales de salida).

- ✓ **Señales de entrada:** Por contactos libres de tensión.
 - **Alarma:** La actuación de algún elemento proporciona una señal acústica y luminosa roja parpadeante hasta que la alarma haya sido reconocida y permaneciendo en rojo mientras persista.
 - **Señalización:** Estado de conexión o desconexión de un elemento.
- ✓ **Señales de salida:** Por contactos accionados por relés
 - **Mando:** Actuación sobre la conexión o desconexión de un elemento.

Señales analógicas

- ✓ **Señales de entrada:** Son señales de entrada en las que un sensor recoge señales analógicas de campo que pueden ser en tensión o en corriente (normalmente en corriente de 4 a 20 mA). Las señales analógicas de salida no se gestionan ya que las instalaciones funcionan mediante controladores locales.

Relación de señales a tratar

➤ Centro de transformación y energía eléctrica

- ✓ *Supervisión y mando del Centro de Transformación.*

Señales todo/nada

Entradas

- 1.- Alarma actuación protecciones del Transformador.
- 2.- Señalización Seccionador de línea de entrada.
- 3.- Señalización Interruptor M.T.
- 4.- Falta de corriente continua para maniobra y protección.
- 5.- Señalización Interruptor B.T. de acometida al cuadro general de distribución.
- 6.- Señalización Interruptor B.T. de salida del cuadro general de distribución.

Salidas

- 1.- Mando disparo interruptor M.T.
- 2.- Mando disparo interruptor B.T. de acometida al cuadro general de distribución.

- ✓ *Control de parámetros de energía eléctrica.*

Entradas analógicas

- 1.- Analizador de redes. Cabina de media tensión de medida.
- 2.- Analizador de redes. Interruptor B.T. de acometida al CGD.

- ✓ *Control de consumos de energía eléctrica por líneas de fabricación.*

Entradas analógicas

- 1.- Contador o analizador de redes. Interruptor B.T. de salida del CGD.

➤ Ventilación/extracción y alumbrado de nave

- ✓ *Supervisión y mando de la ventilación y extracción de la nave.*

Señales todo/nada

Entradas

- 1.- Señalización Marcha ventilador
- 2.- Señalización Marcha extractor
- 3.- Alarma defecto ventilador
- 4.- Alarma defecto extractor

Salidas

- 1.- Mando Marcha-Paro ventilador
- 2.- Mando Marcha-Paro extractor

- ✓ *Control de temperatura ambiente de la nave.*

Entradas analógicas

- 1.- Temperatura ambiente de la nave (sonda PT100).

- ✓ *Supervisión y mando de los alumbrados.*

Señales todo/nada

Entradas

- 1.- Señalización encendido circuito de alumbrado
- 2.- Alarma funcionamiento emergencia (grupo electrógeno)

Salidas

- 1.- Mando Encendido-Apagado circuito de alumbrado

➤ Centrales de fluidos

- ✓ *Supervisión y mando de la Central de Compresores*

Señales todo/nada

Entradas

- 1.- Señalización estado funcionamiento del compresor
- 2.- Alarma actuación de protecciones del compresor
- 3.- Señalización estado funcionamiento del secador
- 4.- Alarma actuación de protecciones del secador
- 5.- Señalización estado funcionamiento del refrigerador
- 6.- Alarma actuación de protecciones del refrigerador
- 7.- Señalización abierta-cerrada válvulas de circuitos de aire comprimido

Salidas

- 1.- Mando abierta-cerrada válvulas de circuitos de aire comprimido

- ✓ *Control de consumos de aire comprimido por línea de fabricación*

Entradas analógicas

- 1.- Contador de caudal y volumen de aire comprimido por línea de fabricación

- ✓ *Supervisión y mando de la Central bombeo de agua*

Señales todo/nada

Entradas

- 1.- Señalización estado funcionamiento de las motobombas de agua
- 2.- Alarma actuación de protecciones de las motobombas de agua

Salidas

- 1.- Mando abierta-cerrada válvulas de circuitos de agua

- ✓ *Control de consumos de agua por línea de fabricación*

Entradas analógicas

- 1.- Contador de caudal y volumen de agua por línea de fabricación

- ✓ *Supervisión y mando de la Estación de Regulación y Medida de gas natural*

Señales todo/nada

Entradas

- 1.- Alarma baja presión de gas natural

- ✓ *Control de consumos de gas natural por línea de fabricación*

Entradas analógicas

- 1.- Contador de caudal y volumen de gas natural por línea de fabricación

1.13.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica a proyectar parte del punto de enganche, en media tensión, definido por la Compañía suministradora de energía eléctrica, y llega al centro de transformación donde reduce su tensión de media a baja tensión. Desde el centro de transformación saldrán las líneas eléctricas hasta los cuadros de los equipos consumidores de baja tensión de las instalaciones del proceso productivo y de las generales y auxiliares necesarias para el correcto funcionamiento de la planta.

Realizaremos tres tipos de proyectos:

- ✓ *Proyecto de la Red eléctrica de distribución en baja tensión*
- ✓ *Proyecto del Centro de transformación*
- ✓ *Proyecto de la Red de media tensión*

Se comenzará por el proyecto de baja tensión, para conocer las cargas o potencias totales a distribuir. Después se realizará el proyecto del centro de transformación y por último el de la línea de media tensión que alimenta al centro de transformación.

Todo lo comentado en el Apartado 1.12.- Prescripciones para el diseño de la instalación eléctrica, se deberá tener en cuenta.

Alimentaciones generales en baja tensión:

➤ **Alimentación suministro normal**

La alimentación general tiene su origen en las bornas de baja tensión de los transformadores del Centro de Transformación MT/BT del abonado, que mediante

las canalizaciones adecuadas a la potencia nominal del transformador suministran energía eléctrica al embarrado del Cuadro General de Distribución 1 (CGD1) y al Cuadro General de Distribución 2 (CGD2).

CGD1 = Cuadro General Distribución del Proceso y de Servicios Generales (690 V).

CGD2 = Cuadro General de Distribución de los Servicios Auxiliares (400/230 V).

Las características de la alimentación del suministro normal son:

A. GENERAL	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. Simult.	F. Pot.
Bornas BT Trafo 1	TRAFO 1	Cuadro General de Distribución 1			
		690	3	0,7	0,95
Bornas BT Trafo 2	TRAFO 2	Cuadro General de Distribución 1			
		690	3	0,7	0,95
Bornas BT Trafo 3	TRAFO 3	Cuadro General de Distribución 2			
		400/230	6	0,7	0,95

Tabla 28: Características líneas trafo.

➤ Alimentación suministro complementario

Dispone además de un grupo electrógeno con un cuadro eléctrico desde el que parte una salida para alimentar a los Servicios de Seguridad, una vez que el grupo electrógeno ha arrancado por falta o caída de tensión por debajo del 70%.

La alimentación de energía eléctrica la recibe el doble embarrado del Cuadro General de Distribución 2 (Alimentación Emergencia) que suministrará la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de determinadas instalaciones que así lo requieran.

Las características de la alimentación del grupo electrógeno son:

A. GENERAL	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. Simul.	F. Pot.
Grupo electrógeno	Alimentación Emergencia	Doble embarrado Cuadro General de Distribución 2			
		400/230	20	1	0,9

Tabla 28: Características línea grupo electrógeno

1.13.1.- Red eléctrica de distribución en baja tensión

Partiendo de un plano en planta con las instalaciones de proceso productivo y de las instalaciones generales y auxiliares, se realizará la implantación de los armarios eléctricos teniendo en cuenta las necesidades de agrupamiento de cargas, de cada instalación y de sus prioridades.

Desde los cuadros generales de distribución del centro de transformación partirán las líneas de salida para alimentar directamente a las instalaciones o a través de cuadros secundarios, con el objetivo de conseguir la mayor disponibilidad o

continuidad de la energía eléctrica y de una buena gestión de los consumos de energía. Cada salida dispondrá de un dispositivo de mando y protección.

En el caso de cargas centralizadas en armarios eléctricos las redes se realizarán utilizando con cables aislados, cuando la potencia sea relativamente moderada para poderse hacer con un cable por fase o a lo sumo con dos en paralelo, o con canalizaciones eléctricas prefabricadas cuando la potencia a suministrar sea elevada. Para las cargas donde su emplazamiento no esté perfectamente definido, y se encuentren distribuidas por la nave se utilizarán canalizaciones eléctricas prefabricadas. Las redes dispondrán de medios de fijación y protección mecánica.

Con objeto de no penalizar la factura de energía eléctrica por el factor de potencia, la instalación compensará la energía reactiva demandada mediante la instalación de baterías de condensadores automáticas de baja tensión, de una potencia variable que asegure, en todo momento, que el factor de potencia esté por encima del 0,95. El cuadro de estas baterías se conectará al embarrado del Cuadro General de Distribución de baja tensión, a través de un dispositivo de protección adecuado a la intensidad nominal de los condensadores.

La red eléctrica de baja tensión deberá diseñarse atendiendo especialmente a todo lo dicho en el Apartado "1.12.6 Distribución de energía eléctrica en baja tensión".

El proyecto de baja tensión se realizará con el **Software DMELECT Módulo CIEBT**.

1.13.1.1.- Cuadro General de Distribución 1

Recibe tensión de las bornas de baja tensión de dos transformadores, que trabajarán en paralelo, a través de dos interruptores automáticos de baja tensión. A partir de aquí y desde el tren de barras general del cuadro se realizará la siguiente división:

- Un panel dedicado a la alimentación de la Línea 1 "Línea de materiales de conformado simple" con el interruptor general automático de baja tensión de protección del transformador 1 y con las siguientes salidas: 1.- Preparación de la materia prima, 2.- Conformado, 3.- Secadero, 4.- Horno de cocción, 5.- Control, acabado y almacenaje, 6.- Instalaciones de Servicios Generales, 7.- Batería de condensadores trafo 1.
- Un panel destinado a alimentar a la Línea 2 "Línea de materiales de conformado doble" con el interruptor general automático de baja tensión de protección del transformador 2 y las siguientes salidas: 1.- Preparación de la materia prima, 2.- Conformado, 3.- Secadero, 4.- Horno de cocción, 5.- Control, acabado y almacenaje, 6.- Prensas. 7.- Batería de condensadores trafo 2.

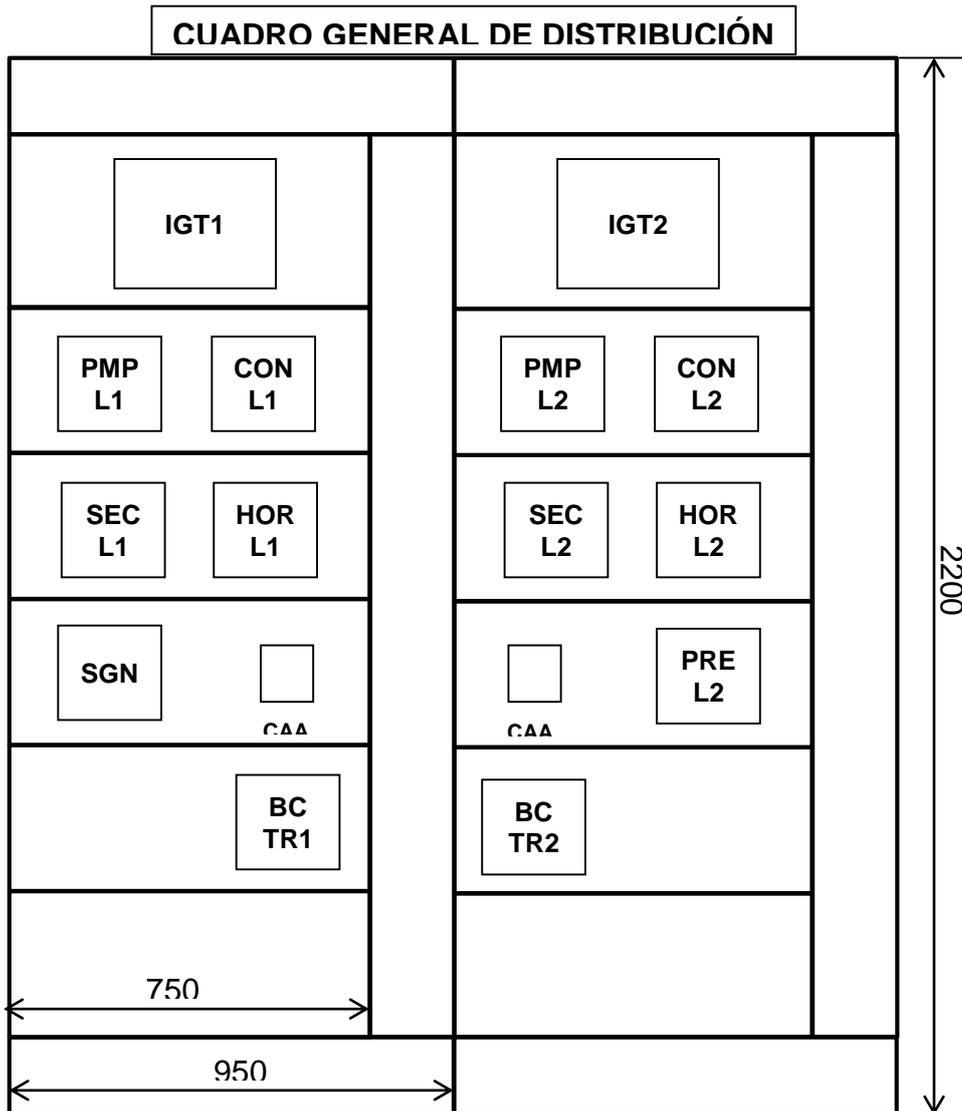


Figura 34: Cuadro general de distribución

INTERRUPTORES CGD 1			
IGT1	Interruptor Acometida Trafo 1	IGT2	Interruptor Acometida Trafo 2
PMP L1	Preparación materia prima Línea 1	PMP L2	Preparación materia prima Línea 2
CON L1	Conformado Línea 1	CON L2	Conformado Línea 2
SEC L1	Secadero Línea 1	SEC L2	Secadero Línea 2
HOR L1	Horno de cocción Línea 1	HOR L2	Horno de cocción Línea 2
CAA L1	Control, acabado y almacenaje Línea 1	CAA L2	Control, acabado y almacenaje Línea 2
SGN	Instalac. Servicios Generales	PRE L2	Prensas Línea 2
BCTR1	Bater. condensadores trafo 1	BCTR2	Bater. condensadores trafo 2

Tabla 29: Salidas CGD1

1.13.1.1.1.- Datos de líneas del Cuadro General de Distribución 1

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN 1					
SALIDA	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
Línea de materiales de conformado simple Línea 1					
Salida 1	S1 PRMP L1	Alim. subcuadro nivel 1 Preparación materia prima Línea 1			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	330	0,8	0,8
Salida 2	S2 CONF L1	Alimentación subcuadro nivel 1 Conformado Línea 1			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	170	0,8	0,8
Salida 3	S3 SECA L1	Alimentación subcuadro nivel 1 Secadero Línea 1			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	170	0,8	0,8
Salida 4	S4 HCOC L1	Alimentación subcuadro nivel 1 Horno de cocción Línea 1			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	70	0,8	0,8
Salida 5	S5 CAAL L1	Al. Subcuad. nivel 1 Control, acabado y almacenaje Línea 1			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	80	0,7	0,8
Instalaciones de Servicios Generales					
Salida 6	S6 SGRAL	Aire comprimido, agua, ventilación y extracción			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	12	0,7	0,8
Salida 7	S7 Batería Condensadores T1	Alimentación Cuadro Condensadores Trafo 1			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	10	1	0,95
Línea de materiales de conformado doble Línea 2					
Salida 8	S8 PRMP L2	Alim. subcuadro nivel 1 Preparación materia prima Línea 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	270	0,8	0,8
Salida 9	S9 CONF L2	Alimentación subcuadro nivel 1 Conformado Línea 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	92	0,8	0,8
Salida 10	S10 PRES L2	Alimentación subcuadro nivel 1 Prensas Línea 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	164	0,6	0,8
Salida 11	S11 SECA L2	Alimentación subcuadro nivel 1 Secadero Línea 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	260	0,8	0,8
Salida 12	S12 HCOC L2	Alimentación subcuadro nivel 1 Horno de cocción Línea 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	160	0,8	0,8
Salida 13	S13 CAAL L2	Al. Subcuad. nivel 1 Control, acabado y almacenaje Línea 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	170	0,7	0,8
Salida 14	S14 Batería Condensadores T2	Alimentación Cuadro Condensadores Trafo 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	10	1	0,95

Tabla 30: Datos de líneas CGD1.

1.13.1.1.2.- Datos de líneas de subcuadros de nivel 1

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

SUBCUADROS NIVEL 1			
CUADRO	REF.Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 1.1	S1 PRMP L1	Preparación materia prima Línea 1	
		S1.1 ALIM L1	Alimentador
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	60 8,5 0,8
		S1.2 CTR1 L1	Cinta transportadora 1
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW.</i> <i>F. Potencia</i>
		690	40 5 0,8
		S1.3 TRPR L1	Trituradora primaria
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	20 110 0,8
		S1.4 MOMU L1	Molino de muelas
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	30 160 0,8
		S1.5 MDHE L1	Mezcladora de doble hélice
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	40 55 0,8
Cuadro 1.2	S2 CONF L1	Conformado Línea 1	
		S2.1 CAVA L1	Cámara de vacío
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	80 20 0,8
		S2.2 EXTR L1	Extrusora
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	70 355 0,8
		S2.3 CORT L1	Cortadora
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	10 10 0,8
		S2.4 CTR2 L1	Cinta transportadora 2
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i> <i>Potencia kW</i> <i>F. Potencia</i>
		690	70 5 0,8

SUBCUADROS NIVEL 1				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 1.3	S3 SECA L1	Secadero Línea 1		
		S3.1 IMES L1	Impulsor carretilla entrada secadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.2 DVES L1	Desplazam. vagonetas entrada secadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		690	60	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.3 DVES L1	Agitadores secaderos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	50	100
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.4 DVES L1	Extractores de humedad	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	50
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.5 DVES L1	Ventilador impulsión secadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	20	150
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.6 DVES L1	Pulverizador 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	2,5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.7 DVES L1	Pulverizador 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	2,5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.4	S4 HCOC L1	Horno de cocción Línea 1		
		S4.1 DVEH L1	Desplazamiento vagonetas entrada horno	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	50	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S4.2 GECA L1	Generadores de calor	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	12
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S4.3 CHCP L1	Control horno zona precalentamiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	75
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S4.4 CHZC L1	Control horno zona cocción	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	10	75
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S4.5 CHZE L1	Control horno zona enfriamiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	75
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S4.6 DVSH L1	Desplazamiento vagonetas salida horno	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	90	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.5	S5 CAAL L1	Control, acabado y almacenaje Línea 1		
		S5.1 CPZ1 L1	Cepilladora zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	60	3
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S5.2 CPZ2 L1	Cepilladora zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	50	3
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S5.3 SLZ1 L1	Selector laser zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	1
				<i>F. Potencia</i>
				0,8

SUBCUADROS NIVEL 1				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S5.4 SLZ2 L1	Selector laser zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	1
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S5.5 PAZ1 L1	Paletizador automático zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	20	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S5.6 PAZ2 L1	Paletizador automático zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	10	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S5.7 ALMAUT	Almacén automático	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S5.8 ALMEXT	Almacén exterior	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	180	4
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.6	S6 SGRAL	Instalaciones de Servicios Generales		
		S6.1 ACAC	Alimentac. cuadro nivel 2 Aire comprimido	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		690	45	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S6.2 ACAG	Alimentación cuadro nivel 2 Agua	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		690	50	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S6.3 ACVE	Alim. cuadro nivel 2 Ventilación y extracción	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		690	5	0,8
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.8	S8 PRMP L2	Preparación materia prima Línea 2		
		S8.1 ALIM L2	Alimentador	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	60	8,5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S8.2 CTR1 L2	Cinta transportadora 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S8.3 TRPR L2	Trituradora primaria	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	20	110
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S8.4 MOMU L2	Molino de muelas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	160
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S8.5 MDHE L2	Mezcladora de doble hélice	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	55
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.9	S9 CONF L2	Conformado Línea 2		
		S9.1 CAVA L2	Cámara de vacío	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	80	20
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S9.2 EXTR L2	Extrusora	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	355
				<i>F. Potencia</i>
				0,8

SUBCUADROS NIVEL 1				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S9.3 CORT L2	Cortadora	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	10	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S9.4 CTR2 L2	Cinta transportadora 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.10	S10 PRES L2	Prensas Línea 2		
		S10.1 APR1 L2	Alimentador prensa 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S10.2 PRE1 L2	Prensa 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	60	100
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S10.3 DSP1 L2	Desplazamiento salida prensa 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S10.4 APR2 L2	Alimentador prensa 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S10.5 PRE2 L2	Prensa 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	100
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S10.6 DSP2 L2	Desplazamiento salida prensa 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.11	S11 SECA L2	Secadero Línea 2		
		S11.1 IMES L2	Impulsor carretilla entrada secadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S11.2 DVES L2	Desplazam. vagonetas entrada secadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	60	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S11.3 DVES L2	Agitadores secadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	50	100
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S11.4 DVES L2	Extractores de humedad	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	50
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S11.5 DVES L2	Ventilador impulsión secadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	20	150
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S11.6 DVES L2	Pulverizador 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	2,5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S11.7 DVES L2	Pulverizador 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	2,5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8

SUBCUADROS NIVEL 1				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 1.12	S12 HCOC L2	Horno de cocción Línea 2		
		S12.1 DVEH L2	Desplazamiento vagonetas entrada horno	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	50	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S12.2 GECA L2	Generadores de calor	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	12
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S12.3 CHCP L2	Control horno zona precalentamiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	75
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S12.4 CHZC L2	Control horno zona cocción	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	10	75
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S12.5 CHZE L2	Control horno zona enfriamiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	75
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S12.6 DVSH L2	Desplazamiento vagonetas salida horno	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	90	10
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.13	S13 CAAL L2	Control, acabado y almacenaje Línea 2		
		S13.1 DBZ1 L2	Desbastadora zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	80	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.2 DBZ2 L2	Desbastadora zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	75	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.3 CPZ1 L2	Cepilladora zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	70	3
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.4 CPZ2 L2	Cepilladora zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	65	3
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.5 PLZ1 L2	Pulidora zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	60	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.6 PLZ2 L2	Pulidora zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	50	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.7 SLZ1 L2	Selector laser zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	40	1
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.8 SLZ2 L2	Selector laser zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	1
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.9 PAZ1 L2	Paletizador automático zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	20	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S13.10 PAZ2 L2	Paletizador automático zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	10	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8

SUBCUADROS NIVEL 1				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S13.11 EPZ1 L2	Empaquetador zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	20	1,5
		S13.12 EPZ2 L2	Empaquetador zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	30	1,5
			<i>F. Potencia</i>	0,8

Tabla 31: Datos subcuadros nivel 1 CGD1.

1.13.1.1.3.- Datos de líneas de subcuadros de nivel 2

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

SUBCUADROS NIVEL 2				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 2.1	S6.1 ACAC	Aire comprimido		
		S6.1.1 CAN1	Compresor de aire comprimido nº 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	6	110
			<i>F. Potencia</i>	0,8
		S6.1.2 SAN1	Secador de aire comprimido nº 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	6	6
			<i>F. Potencia</i>	0,8
		S6.1.3 RCN1	Refrigeración compresor aire compr. nº 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	8	4
			<i>F. Potencia</i>	0,8
			<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>
		690	8	110
			<i>F. Potencia</i>	0,8
		S6.1.4 CAN2	Compresor de aire comprimido nº 2	
		S6.1.5 SAN2	Secador de aire comprimido nº 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	8	6
			<i>F. Potencia</i>	0,8
		S6.1.6 RCN2	Refrigeración compresor aire compr. nº 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	10	4
			<i>F. Potencia</i>	0,8
Cuadro 2.2	S6.2 ACAG	Agua		
		S6.2.1 MBN1	Motobomba nº 1 bombeo de agua	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	5	5
			<i>F. Potencia</i>	0,8
		S6.2.2 MBN1	Motobomba nº 2 bombeo de agua	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	6	5
			<i>F. Potencia</i>	0,8
		S6.2.3 MBN1	Motobomba nº 3 bombeo de agua	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	7	5
			<i>F. Potencia</i>	0,8
		S6.2.4 MBN1	Motobomba nº 4 bombeo de agua	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	8	5
			<i>F. Potencia</i>	0,8
Cuadro 2.3	S6.3 ACVE	Ventilación y extracción		
		S6.3.1 CVZ1	Cámaras ventilación zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		690	Consumos en ruta	
			<i>F. Potencia</i>	0,8

SUBCUADROS NIVEL 2				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S6.3.2 CVZ2	Cámaras ventilación zona 2	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		690	Consumos en ruta	
				F. Potencia
				0,8
		S6.3.3 EXZ1	Extractores zona 1	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		690	Consumos en ruta	
				F. Potencia
				0,8
		S6.3.4 EXZ2	Extractores zona 2	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		690	Consumos en ruta	
				F. Potencia
				0,8

Tabla 32: Datos subcuadros nivel 2 CGD1.

CONSUMOS EN RUTA								
REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA						
S6.3 ACVE	S6.3.1 CVZ1	Cámaras ventilación zona 1						
Tramo	1º	2º			3º			
Potencia (kW)	16	16			16			
Longitud (m)	280	170			170			
S6.3 ACVE	S6.3.2 CVZ2	Cámaras ventilación zona 2						
Tramo	1º	2º			3º			
Potencia (kW)	16	16			16			
Longitud (m)	210	170			170			
S6.3 ACVE	S6.3.3 EXZ1	Extractores zona 1						
Tramo	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Potencia (kW)	6	6	6	6	6	6	6	6
Longitud (m)	340	64	64	64	64	64	64	64
S6.3 ACVE	S6.3.4 EXZ2	Extractores zona 2						
Tramo	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
Potencia (kW)	6	6	6	6	6	6	6	6
Longitud (m)	260	64	64	64	64	64	64	64

Tabla 33: Datos consumo en ruta subcuadros nivel 1 CGD1.

1.13.1.2.- Cuadro General de Distribución 2

Recibe tensión de las bornas de baja tensión del transformador 3 para alimentar a las instalaciones auxiliares y al alumbrado de emergencia. El Cuadro de alumbrado de emergencia recibirá también alimentación desde el grupo electrógeno.

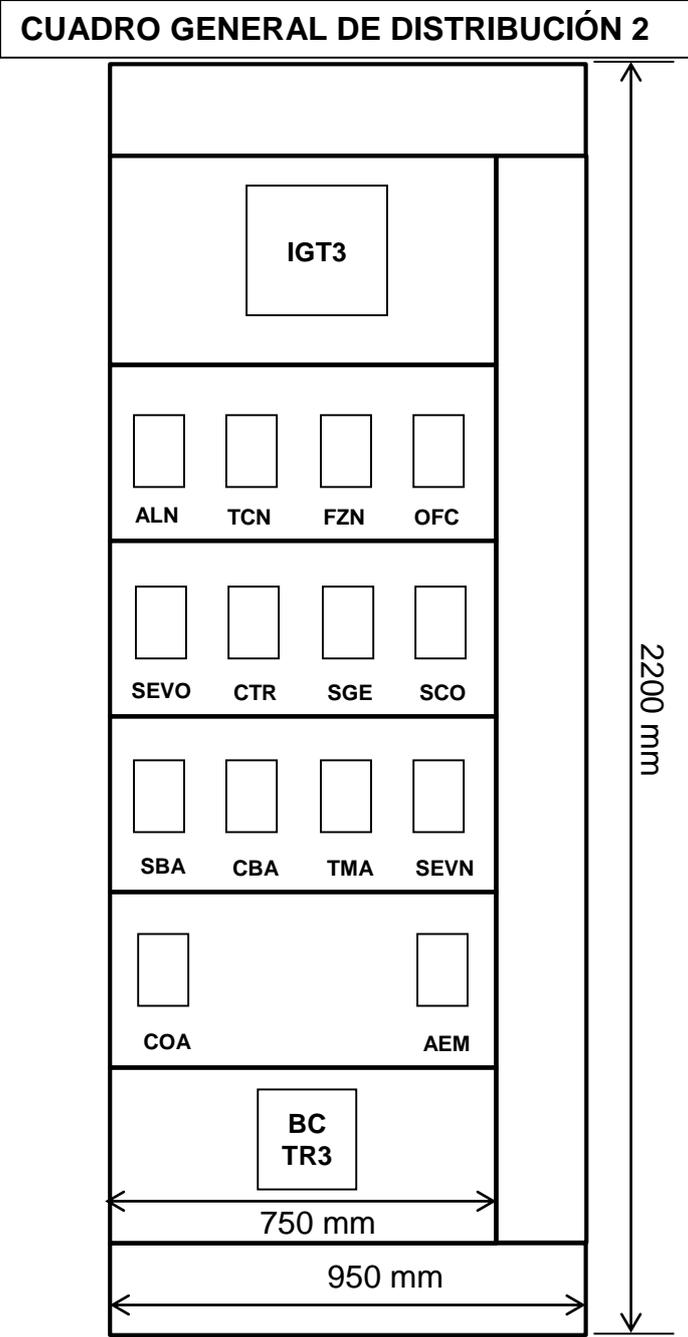


Figura 35: Cuadro general de distribución 2.

La distribución de los cuadros y subcuadros de la planta se encuentra en el plano 8 del anexo 4.

INTERRUPTORES CGD 2			
IGT3	Interruptor Acometida Trafo 3		
ALN	Cuadro alumbrado nave	TCN	Cuadro tomas corriente nave
FZN	Cuadro fuerza nave	OFC	Cuadro oficinas
SEVO	Cuadro servicios oficinas	CTR	Cuadro centro transformación
SGE	Cuadro grupo electrógeno	SCO	Cuadro sala compresores
SBA	Cuadro sala bombeo	CBA	Cuadro sala carga baterías
TMA	Cuadro taller mantenimiento	SEVN	Cuadro servicios nave
COA	Cuadro control accesos	AEM	Cuadro alumbr. emergencia
BC TR3	Batería condensadores trafo 3		

Tabla 34: Interruptores CGD2.

1.13.1.2.1.- Datos de líneas del cuadro general de distribución

CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN 2					
CUADRO	RF. Cuadro	INSTALACIÓN RECEPTORA			
Salida 1SA	S1 SA ALN	Alimentación cuadro nivel 1 Alumbrado nave			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	2	1	1
Salida 2SA	S2 SA TCN	Alimentación cuadro nivel 1 Tomas corriente nave			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	2	0,2	0,9
Salida 3SA	S3 SA FZN	Alimentación cuadro nivel 1 Fuerza nave			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	2	0,2	0,8
Salida 4SA	S4 SA OFC	Alimentación cuadro nivel 1 Oficinas			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	200	0,9	0,9
Salida 5SA	S5 SA SEVO	Alimentación cuadro nivel 1 Servicios y vestuarios Oficinas			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	250	0,7	0,9
Salida 6SA	S6 SA CTR	Alimentación cuadro nivel 1 Centro Transformación			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	12	0,5	0,9
Salida 7SA	S7 SA SGE	Alimentación cuadro nivel 1 Sala grupo electrógeno			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,6	0,9
Salida 8SA	S8 SA SCO	Alimentación cuadro nivel 1 Sala compresores			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	44	0,7	0,9
Salida 9SA	S9 SA SBA	Alimentación cuadro nivel 1 Sala bombeo de agua			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		690	48	0,6	0,9
Salida 10SA	S10 SA CBA	Alimentación cuadro nivel 1 Carga de baterías			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	24	0,8	0,9
Salida 11SA	S11 SA TMA	Alimentación cuadro nivel 1 Taller mantenimiento			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	36	0,8	0,9

CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN 2					
CUADRO	RF. Cuadro	INSTALACIÓN RECEPTORA			
Salida 12SA	S12 SA SEVN	Alimentación cuadro nivel 1 Servicios y vestuarios nave			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	54	0,7	0,9
Salida 13SA	S13 SA COA	Alimentación cuadro nivel 1 Control accesos			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	260	0,7	0,9
Salida 14SA	S14 SA AEM	Alimentación cuadro nivel 1 Alumbrado emergencia			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	6	1	1
Salida 15SA	S15 SA Bater. Condensa. T3	Alimentación Cuadro Condensadores Trafo 3			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	1	0,95

Tabla 35: Salidas CGD2.

Además de los Cuadros Generales de Distribución dispondremos de tantos subcuadros y a distintos niveles como requiera la instalación.

1.13.1.2.2.- Datos de líneas de subcuadros nivel 1 instalaciones servicios auxiliares

Desde el Cuadro General de Distribución 2 del Centro de Transformación se alimentan a los subcuadros de nivel 1 siguientes, con sus líneas de reparto:

SUBCUADROS NIVEL 1 SERVICIOS AUXILIARES					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.1	S1 SA ALN	Alumbrado nave			
		S1.1 SA ANZ1C1	Alumbrado zona 1 circuito 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	310	0,6	1
		S1.2 SA ANZ1C2	Alumbrado zona 1 circuito 2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	290	0,6	1
		S1.3 SA ANZ1C3	Alumbrado zona 1 circuito 3		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	270	0,6	1

SUBCUADROS NIVEL 1 SERVICIOS AUXILIARES				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S1.4 SA ANZ2C1	Alumbrado zona 2 circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	140	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.5 SA ANZ2C2	Alumbrado zona 2 circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	120	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.6 SA ANZ2C3	Alumbrado zona 2 circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	100	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.7 SA ANZ3C1	Alumbrado zona 3 circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	310	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.8 SA ANZ3C2	Alumbrado zona 3 circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.9 SA ANZ3C3	Alumbrado zona 3 circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	270	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.10 SA ANZ4C1	Alumbrado zona 4 circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	250	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.11 SA ANZ4C2	Alumbrado zona 4 circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.12 SA ANZ4C3	Alumbrado zona 4 circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	190	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.13 SA ANZ5C1	Alumbrado zona 5 circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	80	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.14 SA ANZ5C2	Alumbrado zona 5 circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	50	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.15 SA ANZ5C3	Alumbrado zona 5 circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.16 SA AALAC1	Alum. almacén automático circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	250	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.17 SA AALAC2	Alum. almacén automático circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.17 SA AALAC2	Alum. almacén automático circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	190	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.19 SA AALEC1	Alum. almacén exterior circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	320	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1

SUBCUADROS NIVEL 1 SERVICIOS AUXILIARES				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S1.20 SA AALEC2	Alum. almacén exterior circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.21 SA AALEC3	Alum. almacén exterior circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	270	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.22 SA APZ1L1	Alumbrado proceso zona 1 línea 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.23 SA APZ2L1	Alumbrado proceso zona 2 línea 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	120	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.24 SA APZ1L2	Alumbrado proceso zona 1 línea 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.25 SA APZ2L2	Alumbrado proceso zona 2 línea 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	50	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.26 SA AEZ1C1	Alumbrado exterior zona 1 circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	650	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.27 SA AEZ1C2	Alumbrado exterior zona 1 circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	650	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.28 SA AEZ1C3	Alumbrado exterior zona 1 circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	650	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.29 SA AEZ2C1	Alumbrado exterior zona 2 circuito 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	400	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.30 SA AEZ2C2	Alumbrado exterior zona 2 circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	470	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.31 SA AEZ2C3	Alumbrado exterior zona 2 circuito 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	520	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S1.32 SA AEZ2C4	Alumbrado exterior zona 2 circuito 4	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	400	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
Cuadro 1.2	S2 SA TCN	Tomas de corriente nave		
		S2.1 SA TCZ1	Tomas de corriente zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S2.2 SA TCZ2	Tomas de corriente zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	120	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S2.3 SA TCZ3	Tomas de corriente zona 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,9

SUBCUADROS NIVEL 1 SERVICIOS AUXILIARES				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S2.4 SA TCZ4	Tomas de corriente zona 4	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S2.5 SA TCZ5	Tomas de corriente zona 5	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	50	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S2.6 SA TCALA	Tomas corriente almacén automático	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S2.7 SA TCALE	Tomas corriente almacén exterior	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 1.3	S3 SA FZN	Fuerza nave		
		S3.1 SA CPL1Z1	C. electr. prefabricada línea 1 zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.2 SA CPL1Z2	C. electr. prefabricada línea 1 zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.3 SA CPL2Z1	C. electr. prefabricada línea 2 zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.4 SA CPL2Z2	C. electr. prefabricada línea 2 zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 1.4	S4 SA OFC	Oficinas		
		S4.1 SA AOZ1	Alumbrado zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	40	3
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S4.2 SA AOZ2	Alumbrado zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	40	3
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S4.3 SA AOZ3	Alumbrado zona 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	40	3
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S4.4 SA FOZ1	Fuerza zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	40	20
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S4.5 SA FOZ2	Fuerza zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	40	20
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S4.6 SA FOZ3	Fuerza zona 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	40	20
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 1.5	S5 SA SEVO	Servicios y vestuarios Oficinas		
		S5.1 SA ALSEO	Alumbrado servicios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	8	0,1
				<i>F. Potencia</i>
				1

SUBCUADROS NIVEL 1 SERVICIOS AUXILIARES				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S5.2 SA TCSEO	Tomas de corriente servicios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	8	6
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S5.3 SA ALVEO	Alumbrado vestuarios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	0,1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S5.4 SA ALVEO	Tomas de corriente vestuarios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	6
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 1.6	S6 SA CTR	Centro de Transformación		
		S6.1 SA ALCT	Alumbrado Centro Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S6.2 SA TCCT	Tomas corriente C. Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	6
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S6.3 SA VECT	Ventilación Centro Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	3
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S6.4 SA BECT	Batería c.c. Centro Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 1.7	S7 SA SGE	Sala grupo electrógeno		
		S7.1 SA ALGE	Alumbrado sala grupo electrógeno	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	8	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S7.2 SA TCGE	T. corriente sala grupo electrógeno	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	8	9
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 1.8	S8 SA SCO	Sala compresores		
		S8.1 SA ALSC	Alumbrado sala compresores	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	0,4
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S8.2 SA TCSC	Tomas corriente sala compresores	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	12
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 1.9	S9 SA SBA	Sala bombeo de agua		
		S9.1 SA ALBA	Alumbrado sala bombeo de agua	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	8	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S9.2 SA TCBA	T. corriente sala bombeo de agua	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	8	9
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 1.10	S1.10 SA CBA	Carga de baterías de carretillas		
		S10.1 SA ALCB	Alumbrado sala carga de baterías	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	0,5
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S10.2 SA TCCB	T. corriente sala carga de baterías	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	30
				<i>F. Potencia</i>
				0,9

SUBCUADROS NIVEL 1 SERVICIOS AUXILIARES				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 1.11	S11 SA TMA	Taller de mantenimiento		
		S11.1 SA ALTM	Alumbrado taller de mantenimiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	0,6
		S11.2 SA TCTM	T. corriente taller de mantenimiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	20
Cuadro 1.12	S12SASEVN	Servicios y vestuarios Nave		
		S12.1 SA ALSEN	Alumbrado servicios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	0,1
		S12.2 SA TCSEN	Tomas de corriente servicios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	6
		S12.3 SA ALVEN	Alumbrado vestuarios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	12	0,1
		S12.4 SA ALVEN	Tomas de corriente vestuarios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	12	6
Cuadro 1.13	S13 SA COA	Control de accesos		
		S13.1 SA ALCA	Alumbrado garita control de accesos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	6	0,2
		S13.2 SA TCCA	T. corriente garita control accesos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	6	6
Cuadro 1.14	S14 SA AEM	Alumbrado de emergencia		
		S14.1 SA ALVIZ1	Alumbrado vigilancia zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,4
		S14.2 SA ALVIZ2	Alumbrado vigilancia zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	120	0,4
		S14.3 SA ALVIZ3	Alumbrado vigilancia zona 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,4
		S14.4 SA ALVIZ4	Alumbrado vigilancia zona 4	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,4
		S14.5 SA ALVIZ5	Alumbrado vigilancia zona 5	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	50	0,4
		S14.6 SA ALVIALA	Alumbrado vigilancia almacén auto.	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,4
		S14.7 SA ALVIALE	Alumbrado vigilancia almacén exter.	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,4

SUBCUADROS NIVEL 1 SERVICIOS AUXILIARES				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S14.8 SA ALEVZ1	Alumbrado evacuación zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.9 SA ALEVZ2	Alumbrado evacuación zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	120	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.10 SA ALEVZ3	Alumbrado evacuación zona 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.11 SA ALEVZ4	Alumbrado evacuación zona 4	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.12 SA ALEVZ5	Alumbrado evacuación zona 5	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	50	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.13 SA ALEVALA	Alumbr. evacuación almacén auto.	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.14 SA ALAPZ1	Alumbrado antipánico zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,25
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.15 SA ALAPZ2	Alumbrado antipánico zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	120	0,25
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.16 SA ALAPZ3	Alumbrado antipánico zona 3	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	290	0,25
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.17 SA ALAPZ4	Alumbrado antipánico zona 4	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,25
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.18 SA ALAPZ5	Alumbrado antipánico zona 5	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	50	0,25
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S14.19 SA ALAPALA	Alumbr. antipánico almacén auto.	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	220	0,25
				<i>F. Potencia</i>
				1

Tabla 36: Subcuadros nivel 1 del CGD2.

CONSUMOS EN RUTA												
REF. Cuadro	REF. Circuito			INSTALACIÓN RECEPTORA								
S3 SA FZN	S3.1 SA CPL1Z1			Canalización eléctrica prefabricada línea 1 zona 1								
Tramo	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	140	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
S3 SA FZN	S3.2 SA CPL1Z2			Canalización eléctrica línea 1 zona 2								
Tramo	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	140	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
S3 SA FZN	S3.3 SA CPL2Z1			Canalización eléctrica línea 2 zona 1								
Tramo	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	60	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
S3 SA FZN	S3.4 SA CPL2Z2			Canalización eléctrica línea 2 zona 2								
Tramo	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	60	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabla 37: Consumos en ruta subcuadros del CGD2.

1.13.1.3.- Potencia total instalada

Conocidos todos los consumidores del proceso productivo más los de los servicios generales y auxiliares, se obtienen la siguiente potencia instalada:

CUADRO	POTENCIA INSTALADA (kW)
Línea de materiales de conformado simple Línea 1	
Preparación de la materia prima Línea 1	338,5
Conformado Línea 1	390
Secadero Línea 1	320
Horno de cocción Línea 1	257
Control, acabado y almacenaje Línea 1	26
Línea de materiales de conformado doble Línea 2	
Preparación de la materia prima Línea 2	338,5
Conformado Línea 2	390
Prensas Línea 2	220
Secadero Línea 2	320
Horno de cocción Línea 2	257
Control, acabado y almacenaje Línea 2	23

Instalaciones de Servicios Generales	
Aire comprimido, agua, ventilación y extracción	452
Instalaciones de Servicios Auxiliares	
Instalaciones servicios auxiliares trafo 3	476,8
TOTAL	3.808,8

Tabla 38: Potencia total instalada.

1.13.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para el diseño del Centro de Transformación del abonado deberemos tener en cuenta todo lo expuesto en el Apartado “1.12.4 Centro de Transformación del abonado”.

Estará situado en el perímetro de la nave del proceso, centrado en su cabecera, con puertas de los cubículos de los transformadores que den al exterior y con dos puertas de paso de hombre, una que comunique con la nave y otra con el exterior.

El Centro de transformación tendrá unas dimensiones de 10 x 6 m, con pasillos suficientes para poder realizar las maniobras propias de la explotación en condiciones óptimas de seguridad y con rejillas de ventilación que comunicarán el local con el exterior

Formarán parte del Centro de Transformación el siguiente equipamiento principal:

- 4 cabinas de media tensión: 1 entrada, 1 medida y 3 de protección de los transformadores.
- 2 transformadores secos encapsulados en resina epoxi, de una tensión 20 kV/690 V, con tomas de regulación de la tensión sin carga: $\pm 2.5\%$, para las instalaciones del proceso productivo y las de los servicios generales.
- 1 transformador seco encapsulado en resina epoxi, de una tensión 20 kV/230-400 V, con tomas de regulación de la tensión sin carga: $\pm 2.5\%$, para las instalaciones de los servicios auxiliares.
- 1 cuadro general de distribución de baja tensión compuesto por dos paneles para las instalaciones del proceso productivo y las de servicios generales.
- 1 cuadro general de distribución de baja tensión para las instalaciones de los servicios auxiliares.

Además, en el Centro de Transformación se instalarán una serie de cuadros secundarios como:

- 3 cuadros de baterías de condensadores.
- 1 batería de corriente continua para la alimentación de las protecciones y de la maniobra.
- 1 cuadro para las instalaciones de servicios generales.
- 1 cuadro para las necesidades del propio centro de transformación.
- 1 cuadro de emergencia que recibe una doble alimentación, por un lado del cuadro general de distribución y por otro del grupo electrógeno mediante un inversor.

Dentro del Centro de Transformación existirá un panel con todos los elementos necesarios para seguridad y protección de las personas para la realización de las maniobras y un botiquín de primeros auxilios.

Tanto las cabinas de media tensión, como el cuadro general de distribución de baja tensión, serán modulares y extensibles para poder realizar ampliaciones si ello fuese necesario en un futuro. Además, el cuadro general de distribución de baja tensión dispondrá de inicio de un espacio libre entorno al 30%. También los transformadores dispondrán de un 30% de potencia con relación a la nominal de cada transformador.

El proyecto del centro de transformación se realizará con el **Software DMELECT Módulo CT.**

1.13.3.- RED DE ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

El diseño de la red de media tensión de 20 kV, se realizará atendiendo lo expresado en el Apartado “1.12.3 Red eléctrica de alimentación en media tensión”.

La línea de media tensión partirá del punto de enganche de la compañía suministradora de energía y alimentará al Centro de Transformación del abonado a través de una celda de línea equipada con un seccionador de corte en carga.

La longitud de la línea es de 900 m y estará enterrada bajo tubo.

En el cálculo de la sección de los conductores se calculará en función de la potencia total instalada, pero se considerará la posibilidad de un aumento de la potencia, en un futuro, de al menos un 30%.

El diseño de la red de Media Tensión estará de acuerdo con la Reglamentación vigente y en las normas particulares fijadas por la empresa suministradora. La propiedad cederá a la compañía suministradora la línea, quien se hará cargo de su habituada al mantenimiento y conservación.

El proyecto de la línea de MT se realizará con el **Software DMELECT Módulo REDAT.**

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1.- CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN

Para los cálculos de la red de distribución de Baja Tensión se ha empleado el programa de cálculo DMELECT versión 2017, en concreto el módulo CIEBT para el cálculo de instalaciones eléctricas en Baja Tensión.

2.1.1.- Fórmulas empleadas

Intensidad y caída de tensión

Para sistemas monofásicos se utilizarán las 2 primeras fórmulas, mientras que para los sistemas trifásicos se utilizarán las 2 últimas fórmulas.

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi \cdot R}$$

$$e = \frac{2L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{2L \cdot P_c \cdot X_U \cdot \operatorname{sen} \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi}$$

$$I = \frac{P_c}{1.732U \cdot \cos \varphi \cdot R}$$

$$e = \frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{L \cdot P_c \cdot X_U \cdot \operatorname{sen} \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- $P_c \equiv$ Potencia de Cálculo en vatios
- $L \equiv$ Longitud de Cálculo en metros
- $e \equiv$ Caída de tensión en voltios
- $K \equiv$ Conductividad
- $I \equiv$ Intensidad en amperios
- $U \equiv$ Tensión de Servicio en voltios
- $S \equiv$ Sección del conductor en mm^2
- $\cos \varphi \equiv$ Factor de potencia.
- $R \equiv$ Rendimiento (Para líneas motor)
- $n \equiv$ Numero de conductores por fase
- $X_U \equiv$ Reactancia por unidad de longitud en $\frac{m\Omega}{m}$

Conductividad eléctrica

Se tienen las siguientes formulas.

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

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

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

Donde:

- $K \equiv$ Conductividad del conductor a la temperatura T
- $\rho \equiv$ Resistividad del conductor a la temperatura T
- $\rho_{20} \equiv$ Resistividad del conductor a 20°C

- $\alpha \equiv$ Coeficiente de temperatura del conductor
- $T \equiv$ Temperatura de conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- $T_0 \equiv$ Temperatura ambiente
- $T_{max} \equiv$ Temperatura máxima admisible de conductor en función del aislante
- $I \equiv$ Intensidad prevista por el conductor (A)
- $I_{max} \equiv$ Intensidad máxima admisible del conductor (A)

Sobrecargas

Para el cálculo de las protecciones contra sobrecargas se tienen las siguientes formulas.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

Donde:

- $I_b \equiv$ Intensidad que circula por el conductor
- $I_n \equiv$ Intensidad nominal del dispositivo de protección.
- $I_z \equiv$ Intensidad admisible del conductor
- $I_2 \equiv$ Intensidad que asegura el correcto funcionamiento del dispositivo de protección (para interruptores automáticos se suele tomar como $1.45 \cdot I_n$)

Compensación de la energía reactiva

Se tienen las siguientes formulas.

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

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

$$Q_c = P[\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2]$$

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

$$C = Q_c \frac{1000}{3U^2 \cdot \omega} ; \text{ (Trifásico conexión triángulo)}$$

Donde:

- $P \equiv$ Potencia activa instalación (kW)
- $Q \equiv$ Potencia reactiva instalación (kVAr)
- $Q_c \equiv$ Potencia reactiva a compensar (kVAr)
- $\varphi_1 \equiv$ Angulo de desfase de la instalación sin compensar
- $\varphi_2 \equiv$ Angulo de desfase que se quiere conseguir
- $U \equiv$ Tensión compuesta (V)
- $\omega \equiv 2\pi \cdot f ; f = 50\text{Hz}$
- $C \equiv$ Capacidad condensadores (F)

Cortocircuito

Se tienen las siguientes formulas.

$$I_{PCCI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_T}$$

$$I_{PCCF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_T}$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2}$$

$$R = \frac{L1000C_R}{k \cdot S \cdot n}$$

$$X = \frac{X_u \cdot L}{n}$$

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

$$t_{ficc} = \frac{C_F}{I_{PCCF}^2}$$

$$L_{max} = \frac{0.8U_F}{2I_{F5}\sqrt{\left(\frac{1.5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_u}{1000n}\right)^2}}$$

Donde:

- $I_{PCCI} \equiv$ Intensidad permanente de c.c. (cortocircuito) en el inicio de línea (kA)
- $I_{PCCF} \equiv$ Intensidad permanente de c.c. en el final de línea (kA)
- $C_t \equiv$ Coeficiente de tensión
- $U \equiv$ Tensión trifásica (V)
- $Z_T \equiv$ Impedancia total aguas arriba del punto de c.c. (mΩ)
- $U_F \equiv$ Tensión monofásica (tensión de fase) (V)
- $R_T \equiv$ Suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto c.c.
- $X_T \equiv$ Suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto c.c.
- $R \equiv$ Resistencia de la línea (mΩ)
- $X \equiv$ Reactancia de la línea (mΩ)
- $L \equiv$ Longitud de la línea (m)
- $C_R \equiv$ Coeficiente de resistividad
- $k \equiv$ Conductividad del metal
- $t_{mcicc} \equiv$ Tiempo máximo que un conductor soporta la intensidad I_{PCCF} (s)
- $C_c \equiv$ Constante que depende de la naturaleza del conductor y el aislamiento
- $t_{ficc} \equiv$ Tiempo de fusión de un fusible para una intensidad I_{PCCF} (s)
- $C_F \equiv$ Constante que depende de la naturaleza del fusible
- $L_{max} \equiv$ Longitud máxima del conductor protegido a c.c. (m)
- $I_{F5} \equiv$ Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos (A)

Embarrado

Se tienen las siguientes formulas.

$$\sigma_{max} = \frac{I_{PCC}^2 \cdot L^2}{60d \cdot W_Y \cdot n}$$

$$I_{CCCS} = \frac{K_C \cdot S}{1000\sqrt{t_{CC}}}$$

Donde:

- $\sigma_{max} \equiv$ Tensión máxima en las pletinas ($\frac{kg}{cm^2}$)
- $I_{PCC} \equiv$ Intensidad permanente de c.c. (kA)
- $L \equiv$ Separación entre apoyos (cm)
- $d \equiv$ Separación entre pletinas (cm)
- $n \equiv$ Numero de pletinas por fase
- $W_Y \equiv$ Módulo resistente por pletina en el eje y-y (cm^3)
- $I_{CCCS} \equiv$ Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el c.c. (kA)
- $K_C \equiv$ Constante del conductor
- $S \equiv$ Sección total de las pletinas (mm^3)
- $t_{CC} \equiv$ Tiempo de duración del c.c. (s)

Resistencia de tierra

La resistencia a tierra depende del tipo de electrodo empleado, para placas enterradas se tiene la primera expresión, para picas verticales se tiene la segunda expresión y para conductor desnudo enterrado en el terreno se tiene la tercera expresión. Por último, para conocer la resistencia total del conjunto de los electrodos se tiene la última expresión.

$$R_T = 0.8 \frac{\rho}{P}$$

$$R_T = \frac{\rho}{L_P}$$

$$R_T = 2 \frac{\rho}{L_C}$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{L_C}{2\rho} + \frac{L_P}{\rho} + \frac{P}{0.8\rho}}$$

Donde:

- $R_T \equiv$ Resistencia de tierra (Ω)
- $\rho \equiv$ Resistividad de terreno ($m\Omega$)
- $P \equiv$ Perímetro de la placa (m)
- $L_P \equiv$ Longitud pica (m)
- $L_C \equiv$ Longitud del conductor (m)

2.1.2.- Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos se irán mostrando en tablas, perteneciendo cada tabla a un subcuadro diferente, en los que se especifica para cada uno la potencia de cálculo, distancia de cálculo, sección del conductor, intensidad de cálculo, intensidad admisible, caída de tensión parcial y total y las dimensiones de la canalización necesarias. Los esquemas unifilares de los cuadros y subcuadros se encuentran en los planos del anexo 4.

2.1.2.1.- Cuadro General de distribución 1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
Trafo 1	2375000	3	3x1920+TTx1080Al	2091.91	2500	0.08	0.08	
Trafo 2	2375000	3	3x1920+TTx1080Al	2091.91	2500	0.08	0.08	
S1 PRMP L1	310800	330	3x120+TTx70Cu	325.08	350	3.86	3.94	300x100
S2 CONF L1	478750	170	3x240+TTx120Cu	500.75	545	1.53	1.6	100x60
S3 SECA L1	293500	170	3x120+TTx70Cu	306.99	350	1.85	1.93	300x100
S4 HCOC L1	342500	70	3x150+TTx95Cu	358.24	401	0.72	0.79	300x100
S5 CAAL L1	23300	70	3x25+TTx16Cu	24.37	122	0.26	0.33	300x100
S6 SGRAL	1082499.2	50	3(3x185+TTx95)Cu	1132.25	1380	0.43	0.5	300x100
Batería Cond.	4487056	10	5(3x240+TTx120)Cu	2372.81	2725	0.07	0.15	400x60
S8 PRMP L2	316400	270	3x120+TTx70Cu	330.94	350	3.23	3.31	300x100
S9 CONF L2	478750	92	3x240+TTx120Cu	500.75	545	0.83	0.9	100x60
S10 PRES L2	201000	164	3x70+TTx35Cu	210.24	243	2.09	2.17	300x100
S11 SECA L2	293500	260	3x120/70+TTx70Cu	306.99	350	2.83	2.91	300x100
S12 HCOC L2	208100	160	3x70/35+TTx35Cu	217.66	243	2.13	2.21	300x100
S13 CAAL L2	19150	170	3x25+TTx16Cu	20.03	122	0.51	0.59	300x100

Tabla 39: Resultados Cuadro general de distribución 1

Subcuadro S1 PRMP L1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.1 ALIM L1	10625	60	3x2.5+TTx2.5Cu	11.11	22	1.04	4.98	20
S1.2 CTR1 L1	6250	40	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.4	4.33	20
S1.3 TRPR L1	137500	20	3x50+TTx25Cu	143.82	151	0.25	4.19	50
S1.4 MOMU L1	200000	30	3x95/50+TTx50Cu	209.19	234	0.28	4.22	75
S1.5 MDHE L1	68750	40	3x16+TTx16Cu	71.91	77	0.78	4.72	32

Tabla 40: Resultados Subcuadro S1 PRMP L1

Subcuadro S2 CONF L1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S2.1 CAVA L1	25000	80	3x4+TTx4Cu	26.15	32	2.19	3.79	20
S2.2 EXTR L1	443750	70	3x240+TTx120Cu	464.14	545	0.57	2.18	100x60
S2.3 CORT L1	12500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	0.21	1.81	20
S2.4 CTR2 L1	6250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.69	2.3	20

Tabla 41: Resultados Subcuadro S2 CONF L1

Subcuadro S3 SECA L1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S3.1 IMES L1	6250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.69	2.62	20
S3.2 DVES L1	12500	60	3x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	1.24	3.16	20
S3.3 DVES L1	125000	50	3x50+TTx25Cu	130.74	151	0.55	2.48	50
S3.4 DVES L1	62500	40	3x16+TTx16Cu	65.37	77	0.69	2.62	32
S3.5 DVES L1	187500	20	3x95+TTx50Cu	196.12	234	0.17	2.1	75
S3.6 DVES L1	3125	30	3x2.5+TTx2.5Cu	3.27	24	0.15	2.07	20
S3.7 DVES L1	3125	40	3x2.5+TTx2.5Cu	3.27	24	0.2	2.12	20

Tabla 42: Resultados Subcuadro S3 SECA L1

Subcuadro S4 HCOC L1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S4.1 DVEH L1	12500	50	3x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	1.03	1.82	20
S4.2 GECA L1	75000	30	3x25+TTx16Cu	78.45	100	0.39	1.18	40
S4.3 CHCP L1	75000	30	3x25+TTx16Cu	78.45	100	0.39	1.18	40
S4.4 CHZC L1	75000	10	3x25+TTx16Cu	78.45	100	0.13	0.92	40
S4.5 CHZE L1	75000	70	3x25+TTx16Cu	78.45	100	0.91	1.7	40
S4.6 DVSH L1	112500	90	3x35+TTx16Cu	117.67	124	1.32	2.11	50

Tabla 43: Resultados Subcuadro S4 HCOC L1

Subcuadro S5 CAAL L1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S5.1 CPZ1 L1	3750	60	3x2.5+TTx2.5Cu	3.92	24	0.35	0.69	20
S5.2 CPZ2 L1	3750	60	3x2.5+TTx2.5Cu	3.92	24	0.35	0.69	20
S5.3 SLZ1 L1	1250	40	3x2.5+TTx2.5Cu	1.31	24	0.08	0.41	20
S5.4 SLZ2 L1	1250	30	4x2.5+TTx2.5Cu	1.31	24	0.06	0.39	20
S5.5 PAZ1 L1	2500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.04	0.37	20
S5.6 PAZ2 L1	2500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.04	0.37	20
S5.7 ALMAUT	12500	30	3x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	0.62	0.95	20
S5.8 ALMEXT	5000	180	3x2.5+TTx2.5Cu	5.23	24	1.42	1.75	20

Tabla 44: Resultados Subcuadro S5 CAAL L1

Subcuadro S6 SGRAL

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S6.1 ACAC	171500	45	3x50+TTx25Cu	179.38	188	0.7	1.21	75x60
S6.2 ACAG	13250	50	3x25+TTx16Cu	13.86	122	0.1	0.61	75x60
S6.3 ACVE	1020204.8	5	2(3x240+TTx120)Cu	1067.09	1090	0.05	0.55	150x60

Tabla 45: Resultados Subcuadro S6 SGRAL

Subcuadro S6.1 ACAC

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S6.1.1 CAN1	137500	6	3x50+TTx25Cu	143.82	151	0.08	1.28	50
S6.1.2 SAN1	7500	6	3x2.5+TTx2.5Cu	7.84	24	0.07	1.28	20
S6.1.3 RCN1	5000	8	3x2.5+TTx2.5Cu	5.23	24	0.06	1.27	20
S6.1.4 CAN2	137500	8	3x50+TTx25Cu	143.82	151	0.1	1.31	50
S6.1.5 SAN2	7500	8	3x2.5+TTx2.5Cu	7.84	24	0.1	1.3	20
S6.1.6 RCN2	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	5.23	24	0.08	1.29	20

Tabla 46: Resultados Subcuadro S6.1 ACAC

Subcuadro S6.2 ACAG

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S6.2.1 MBN1	6250	5	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.05	0.66	20
S6.2.2 MBN1	6250	6	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.06	0.67	20
S6.2.3 MBN1	6250	7	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.07	0.68	20
S6.2.4 MBN1	6250	8	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.08	0.69	20

Tabla 47: Resultados Subcuadro S6.2 ACAG

Subcuadro S6.3 ACVE

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S6.3.1 CVZ1	52000	620	3x25+TTx16Cu	54.39	100	3.96	4.52	40
S6.3.2 CVZ2	52000	550	3x16+TTx16Cu	54.39	77	5.44	6	32
S6.3.3 EXZ1	642528	48	2(3x120+TTx70)Cu	672.06	700	0.23	0.79	100x60
S6.3.4 EXZ2	568928	48	2(3x95+TTx50)Cu	595.07	596	0.29	0.84	100x60

Tabla 48: Resultados Subcuadro S6.3 ACVE

Subcuadro S8 PRMP L2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.1 ALIM L2	10625	60	3x2.5+TTx2.5Cu	11.11	24	1.03	4.34	20
S8.2 CTR1 L2	137500	20	3x50+TTx25Cu	143.82	151	0.25	3.56	50
S8.3 TRPR L2	15000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	15.69	24	0.51	3.81	20
S8.4 MOMU L2	200000	30	3x95+TTx50Cu	209.19	234	0.28	3.59	75
S8.5 MDHE L2	68750	40	3x16+TTx16Cu	71.91	77	0.78	4.09	32

Tabla 49: Resultados Subcuadro S8 PRMP L2

Subcuadro S9 CONF L2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S9.1 CAVA L2	25000	80	4x10+TTx10Cu	26.15	43	0.81	1.72	32
S9.2 EXTR L2	443750	70	3x240+TTx120Cu	464.14	545	0.57	1.48	100x60
S9.3 CORT L2	12500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	0.21	1.11	20
S9.4 CTR2 L2	6250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.69	1.6	20

Tabla 50: Resultados Subcuadro S9 CONF L2

Subcuadro S10 PRES L2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.1 APR1 L2	6250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.69	2.86	20
S10.2 PRE1 L2	125000	60	3x50/25+TTx25Cu	130.74	151	0.67	2.83	63
S10.3 DSP1 L2	6250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.69	2.86	20
S10.4 APR2 L2	6250	40	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.4	2.56	20
S10.5 PRE2 L2	125000	30	3x50+TTx25Cu	130.74	151	0.33	2.5	50
S10.6 DSP2 L2	6250	40	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.4	2.56	20

Tabla 51: Resultados Subcuadro S10 PRES L2

Subcuadro S11 SECA L2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.p (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.1 IMES L2	6250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	6.54	24	0.69	3.6	20
S11.2 DVES L2	12500	60	3x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	1.24	4.14	20
S11.3 DVES L2	125000	50	3x50+TTx25Cu	130.74	151	0.55	3.46	50
S11.4 DVES L2	62500	40	4x16+TTx16Cu	65.37	77	0.69	3.6	40
S11.5 DVES L2	187500	20	3x95+TTx50Cu	196.12	234	0.17	3.08	75
S11.6 DVES L2	3125	30	3x2.5+TTx2.5Cu	3.27	24	0.15	3.05	20
S11.7 DVES L2	3125	40	4x2.5+TTx2.5Cu	3.27	24	0.2	3.1	20

Tabla 52: Resultados Subcuadro S11 SECA L2

Subcuadro S12 HCOC L2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.p (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S12.1 DVEH L2	12500	50	3x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	1.03	3.23	20
S12.2 GECA L2	12000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	12.55	24	0.79	2.99	20
S12.3 CHCP L2	75000	30	3x25+TTx16Cu	78.45	100	0.39	2.6	40
S12.4 CHZC L2	75000	10	4x25+TTx16Cu	78.45	100	0.13	2.34	50
S12.5 CHZE L2	75000	70	3x25+TTx16Cu	78.45	100	0.91	3.12	40
S12.6 DVSH L2	12500	90	4x2.5+TTx2.5Cu	13.07	24	1.85	4.06	20

Tabla 53: Resultados Subcuadro S12 HCOCF L2

Subcuadro S13 CAAL L2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm (A)	C.T.p (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S13.1 DBZ1 L2	2500	80	3x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.31	0.9	20
S13.2 DBZ2 L2	2500	75	3x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.29	0.88	20
S13.3 CPZ1 L2	3750	65	3x2.5+TTx2.5Cu	3.92	24	0.38	0.97	20
S13.4 CPZ2 L2	3750	65	3x2.5+TTx2.5Cu	3.92	24	0.38	0.97	20
S13.5 PLZ1 L2	2500	60	3x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.23	0.82	20
S13.6 PLZ2 L2	2500	50	4x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.2	0.78	20
S13.7 SLZ1 L2	1250	40	3x2.5+TTx2.5Cu	1.31	24	0.08	0.67	20
S13.8 SLZ2 L2	1250	30	3x2.5+TTx2.5Cu	1.31	24	0.06	0.65	20
S13.9 PAZ1 L2	2500	20	3x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.08	0.67	20
S13.10 PAZ2 L2	2500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	2.61	24	0.04	0.63	20
S13.11 EPZ1 L2	1875	20	3x2.5+TTx2.5Cu	1.96	24	0.06	0.65	20
S13.12 EPZ2 L2	1875	30	3x2.5+TTx2.5Cu	1.96	24	0.09	0.68	20

Tabla 54: Resultados Subcuadro S13 CAAL L2

2.1.2.2.- Cuadro General de Mando y Protección 2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
Trafo 3	598500	6	3x660+TTx660Al	909.35	1000	0.19	0.19	
S1 SA ALN	40680	2	3x25+TTx16Cu	58.72	122	0.04	0.23	75x60
S2 SA TCN	21000	2	3x25+TTx16Cu	33.68	122	0.02	0.21	100x60
S3 SA FZN	28200	2	3x25+TTx16Cu	50.88	122	0.03	0.22	75x60
S4 SA OFC	68580	200	3x50+TTx25Cu	109.99	188	3.39	3.58	75x60
S5 SA SEVO	8652	250	3x25+TTx16Cu	13.88	122	1.01	1.2	75x60
S6 SA CTR	6250.18	12	3x25+TTx16Cu	10.02	122	0.03	0.23	75x60
S7 SA SGE	5616	20	3x25+TTx16Cu	9.01	122	0.05	0.25	75x60
S8 SA SCO	8904	44	3x25+TTx16Cu	14.28	122	0.18	0.38	75x60
S9 SA SBA	5616	48	3x25+TTx16Cu	9.01	122	0.13	0.32	75x60
S10 SA CBA	24720	24	3x25+TTx16Cu	39.65	122	0.28	0.47	75x60
S11 SA TMA	16864	36	3x25+TTx16Cu	27.05	122	0.28	0.48	75x60
S12 SA SEVN	8652	54	3x25+TTx16Cu	13.88	122	0.22	0.41	75x60
S13 SA COA	4452	260	3x25+TTx16Cu	7.14	122	0.54	0.73	75x60
S14 SA AEM	9990	6	4x25+TTx16Cu	14.42	122	0.03	0.22	75x60
B. Condensadores	466650.19	10	3x185+TTx95Cu	425.68	460	0.14	0.34	100x60

Tabla 55: Resultados Cuadro general de mando y protección 2

Subcuadro S1 SA ALN

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.1 SA ANZ1C1	1080	310	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.93	4.16	25
S1.2 SA ANZ1C2	1080	290	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.68	3.91	25
S1.3 SA ANZ1C3	1080	270	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.42	3.66	25
S1.4 SA ANZ2C1	1080	140	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	28	4.27	4.51	20
S1.5 SA ANZ2C2	1080	120	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	28	3.66	3.9	20
S1.6 SA ANZ2C3	1080	100	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	28	3.05	3.29	20
S1.7 SA ANZ3C1	1080	310	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.93	4.16	25
S1.8 SA ANZ3C2	1080	290	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.68	3.91	25
S1.9 SA ANZ3C3	1080	270	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.42	3.66	25
S1.10 SA ANZ4C1	1080	250	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.17	3.4	25
S1.11 SA ANZ4C2	1080	220	2x4+TTx4Cu	4.7	38	4.19	4.42	20
S1.12 SA ANZ4C3	1080	190	2x4+TTx4Cu	4.7	38	3.62	3.85	20
S1.13 SA ANZ5C1	1080	80	2x1.5+TTx1.5Cu	4.7	20	4.09	4.32	16
S1.14 SA ANZ5C2	1080	50	2x1.5+TTx1.5Cu	4.7	20	2.56	2.79	16
S1.15 SA ANZ5C3	1080	20	2x1.5+TTx1.5Cu	4.7	20	1.02	1.26	16
S1.16 SA AALAC1	1080	250	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.17	3.4	25
S1.17 SA AALAC2	1080	220	2x4+TTx4Cu	4.7	38	4.19	4.42	20
S1.17 SA AALAC2	1080	190	2x4+TTx4Cu	4.7	38	3.62	3.85	20
S1.19 SA AALEC1	1080	320	2x6+TTx6Cu	4.7	49	4.06	4.29	25
S1.20 SA AALEC2	1080	290	2x6+TTx6Cu	4.7	41	3.68	3.91	25
S1.21 SA AALEC3	1080	270	2x6+TTx6Cu	4.7	49	3.42	3.66	25
S1.22 SA APZ1L1	1800	290	2x10+TTx10Cu	7.83	68	3.68	3.91	25
S1.24 SA APZ1L2	1800	220	2x10+TTx10Cu	7.83	68	2.79	3.02	25
S1.25 SA APZ2L2	1800	50	2x2.5+TTx2.5Cu	7.83	28	2.57	2.8	20
S1.26 SA AEZ1C1	1800	650	2x25+TTx16Cu	7.83	115	3.29	3.53	40
S1.27 SA AEZ1C2	1800	650	2x25+TTx16Cu	7.83	115	3.29	3.53	40
S1.28 SA AEZ1C2	1800	650	2x25+TTx16Cu	7.83	115	3.29	3.53	40

S1.29 SA AEZ2C1	1800	400	2x16+TTx16Cu	7.83	91	3.17	3.4	32
S1.30 SA AEZ2C2	1800	470	2x16+TTx16Cu	7.83	91	3.72	3.96	32
S1.31 SA AEZ2C3	1800	520	2x16+TTx16Cu	7.83	91	4.12	4.35	32
S1.32 SA AEZ2C4	1800	400	2x16+TTx16Cu	7.83	91	3.17	3.4	32

Tabla 56: Resultados Subcuadro S1 SA ALN

Subcuadro S2 SA TCN

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S2.1 SA TCZ1	15000	290	4x10+TTx10Cu	24.06	57	5.22	5.43	32
S2.2 SA TCZ2	15000	120	4x4+TTx4Cu	24.06	32	5.77	5.98	25
S2.3 SA TCZ3	15000	290	4x10+TTx10Cu	24.06	57	5.22	5.43	32
S2.4 SA TCZ4	15000	220	4x10+TTx10Cu	24.06	57	3.96	4.17	32
S2.5 SA TCZ5	15000	50	4x4+TTx4Cu	24.06	32	2.4	2.62	25
S2.6 SA TCALA	15000	220	4x10+TTx10Cu	24.06	57	3.96	4.17	32
S2.7 SA TCALE	15000	290	4x10+TTx10Cu	24.06	57	5.22	5.43	32

Tabla 57: Resultados Subcuadro S2 SA TCN

Subcuadro S3 SA FZN

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S3.1 SA CPL1Z1	33000	360	4x16+TTx16Cu	52.93	77	6.25	6.47	40
S3.2 SA CPL1Z2	36000	360	4x25+TTx16Cu	64.95	100	4.51	4.73	50
S3.3 SA CPL2Z1	36000	280	4x16+TTx16Cu	64.95	77	5.02	5.24	40
S3.4 SA CPL2Z1	36000	280	4x16+TTx16Cu	64.95	77	5.02	5.24	40

Tabla 58: Resultados Subcuadro S3 SA FZN

Subcuadro S4 SA OFC

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.p (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S4.1 SA AOZ2	5400	40	2x25+TTx16Cu	23.48	115	0.61	4.19	40
S4.2 SA AOZ2	5400	40	2x25+TTx16Cu	23.48	115	0.61	4.19	40
S4.3 SA AOZ3	5400	40	2x25+TTx16Cu	23.48	115	0.61	4.19	75
S4.4 SA FOZ1	20000	40	2x25+TTx16Cu	96.62	115	2.54	6.12	40
S4.5 SA FOZ2	20000	40	2x25+TTx16Cu	96.62	115	2.54	6.12	40
S4.6 SA FOZ3	20000	40	2x25+TTx16Cu	96.62	115	2.54	6.12	75

Tabla 59: Resultados Subcuadro S4 SA OFC

Subcuadro S5 SA SEVO

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S5.1 SA ALSEO	180	8	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.07	1.27	75
S5.2 SA TCSEO	6000	8	2x4+TTx4Cu	28.99	38	0.93	2.13	20
S5.3 SA ALVEO	180	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.08	1.29	75
S5.4 SA ALVEO	6000	10	2x4+TTx4Cu	28.99	38	1.17	2.37	20

Tabla 60: Resultados Subcuadro S5 SA SEVO

Subcuadro S6 SA CTR

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S6.1 SA ALCT	0.36	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0	20	0	0.23	75
S6.2 SA TCCT	6000	20	2x4+TTx4Cu	28.99	38	2.33	2.56	20
S6.3 SA VECT	3750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	24	0.18	0.41	20
S6.4 SA BECT	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.09	0.32	20

Tabla 61: Resultados Subcuadro S6 SA CTR

Subcuadro S7 SA SGE

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S7.1 SA ALGE	360	8	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	20	0.14	0.38	16
S7.2 SA TCGE	9000	8	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.36	0.6	20

Tabla 62: Resultados Subcuadro S7 SA SGE

Subcuadro S8 SA SCO

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.1 SA ALSC	720	10	2x1.5+TTx1.5Cu	3.13	20	0.34	0.72	16
S8.2 SA TCSC	12000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	19.25	24	0.62	1	20

Tabla 63: Resultados Subcuadro S8 SA SCO

Subcuadro S9 SA SBA

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S9.1 SA ALBA	360	8	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	20	0.14	0.45	16
S9.2 SA TCBA	9000	8	4x2.5+TTx2.5Cu	16.24	24	0.36	0.68	20

Tabla 64: Resultados Subcuadro S9 SA SBA

Subcuadro S10 SA CBA

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.1 SA ALCB	900	20	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	20	0.85	1.32	16
S10.2 SA TCCB	30000	20	4x10+TTx10Cu	48.11	57	0.79	1.26	32

Tabla 65: Resultados Subcuadro S10 SA CBA

Subcuadro S11 SA TMA

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.1 SA ALTM	1080	15	2x1.5+TTx1.5Cu	4.7	20	0.77	1.25	16
S11.2 SA TCTM	20000	15	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.65	1.12	25

Tabla 66: Resultados Subcuadro S11 SA TMA

Subcuadro S12 SA SEVN

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S12.1 SA ALSEN	180	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.08	0.5	16
S12.2 SA TCSEN	6000	10	2x4+TTx4Cu	28.99	38	1.17	1.58	20
S12.3 SA ALVEN	180	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.1	0.51	16
S12.4 SA ALVEN	6000	10	2x6+TTx6Cu	32.61	49	0.76	1.17	25

Tabla 67: Resultados Subcuadro S12 SA SEVN

Subcuadro S13 SA COA

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
S13.1 SA ALCA	360	6	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	20	0.1	0.83	16
S13.2 SA TCCA	6000	6	2x4+TTx4Cu	28.99	38	0.7	1.43	20

Tabla 68: Resultados Subcuadro S13 SA COA

Subcuadro S14 SA AEM

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I. Cál. (A)	I. Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim.(mm) Tubo, Canal, Bandeja
GELECT	15750	20	3x25+TTx16Cu	25.26	122	0.12	0.12	75x60
S14.1 SA ALVIZ1	720	290	2x4+TTx4Cu	3.13	38	3.67	3.9	20
S14.2 SA ALVIZ2	720	120	2x1.5+TTx1.5Cu	3.13	20	4.07	4.29	16
S14.3 SA ALVIZ3	720	290	2x4+TTx4Cu	3.13	38	3.67	3.9	20

S14.4 SA ALVIZ4	720	220	2x4+TTx4Cu	3.13	38	2.79	3.01	20
S14.5 SA ALVIZ5	720	50	2x1.5+TTx1.5Cu	3.13	20	1.69	1.92	16
S14.6 SA ALVIALA	720	220	2x4+TTx4Cu	3.13	38	2.79	3.01	20
S14.7 SA ALVIALE	720	290	2x4+TTx4Cu	3.13	38	3.67	3.9	20
S14.8 SA ALEVZ1	360	290	2x2.5+TTx2.5Cu	1.57	28	2.94	3.16	20
S14.9 SA ALEVZ2	360	290	2x2.5+TTx2.5Cu	1.57	28	2.94	3.16	20
S14.10 SA ALEVZ3	360	290	2x2.5+TTx2.5Cu	1.57	28	2.94	3.16	20
S14.11 SA ALEVZ4	360	220	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	20	3.72	3.94	16
S14.12 SA ALEVZ5	360	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.57	20	0.84	1.07	16
S14.13 SA ALEVALA	450	290	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	28	3.67	3.89	20
S14.14 SA ALAPZ1	450	290	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	28	3.67	3.89	20
S14.15 SA ALAPZ2	450	120	2x1.5+TTx1.5Cu	1.96	20	2.54	2.76	16
S14.16 SA ALAPZ3	450	290	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	28	3.67	3.89	20
S14.17 SA ALAPZ4	450	220	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	28	2.79	3.01	20
S14.18 SA ALAPZ5	450	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.96	20	1.06	1.28	16
S14.19 SA ALAPALA	450	220	2x2.5+TTx2.5Cu	1.96	28	2.79	3.01	20

Tabla 69: Resultados Subcuadro S14 SA AEM

2.2.- CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.2.1.- Resultados obtenidos

Para los cálculos del centro de transformación se ha empleado el programa de cálculo DMELECT versión 2017, en concreto el módulo CT para el cálculo de centros de transformación de interior y de tipo intemperie.

Intensidad en alta tensión

La intensidad del circuito primario está dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}U_p}$$

Donde:

- $I_p \equiv$ Intensidad del primario (A)
- $S \equiv$ Potencia del transformador (kVA)
- $U_p \equiv$ Tensión compuesta del primario (kV)

Obteniéndose en este caso los siguientes resultados

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
Trafo 1	2500	13.2	109.35
Trafo 2	2500	13.2	109.35
Trafo 3	630	13.2	27.56

Tabla 70. Intensidad del circuito primario de los transformadores.

Intensidad en baja tensión

La intensidad del circuito secundario está dada por la expresión:

$$I_s = \frac{1000S}{\sqrt{3}U_s}$$

Donde:

- $I_s \equiv$ Intensidad del secundario (A)
- $S \equiv$ Potencia del transformador (KVA)
- $U_s \equiv$ Tensión compuesta del secundario (kV)

Obteniéndose en este caso los siguientes resultados

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	I_s (A)
Trafo 1	2500	690	2091.91
Trafo 2	2500	690	2091.91
Trafo 3	630	400	909.35

Tabla 71. Intensidad del circuito secundario de los transformadores.

Cortocircuito

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora.

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito en el primario y secundario se tienen las siguientes expresiones.

$$I_{CCP} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}U_P}$$

$$I_{CCS} = \frac{100S}{\sqrt{3}U_{CC} \cdot U_s}$$

Donde:

- $I_{CCP} \equiv$ Intensidad de cortocircuito del primario (kA)
- $I_{CCS} \equiv$ Intensidad de cortocircuito del secundario (kA)
- $S_{cc} \equiv$ Potencia de cortocircuito de la red (MVA)
- $U_{CC} \equiv$ Tensión de cortocircuito en %

Obteniéndose en este caso los siguientes resultados

S_{cc} (MVA)	U_P (kV)	I_{ccp} (A)
350	13.2	15.31

Tabla 72. Intensidad primaria de cortocircuito.

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	U_{cc} (%)	I_{ccs} (kA)
Trafo 1	2500	690	6	34.87
Trafo 2	2500	690	6	34.87
Trafo 3	630	400	4	22.73

Tabla 73. Intensidad secundaria de cortocircuito.

Embarrado

Las características del embarrado son las siguientes:

- Intensidad asignada: 400 A
- Límite térmico, 1s: 16 kA eficaces
- Límite electrodinámico: 40 kA

El embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

Se debe garantizar el cumplimiento de la expresión:

$$\sigma_{max} \geq \frac{I_{CCP}^2 \cdot L^2}{60d \cdot W}$$

Donde:

- σ_{max} \equiv Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores
- I_{CCP} \equiv Intensidad permanente de c.c. trifásico (kA)
- L \equiv Separación entre apoyos (cm)
- d \equiv Separación entre fases (cm)
- W \equiv Módulo resistente de los conductores (cm³)

Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina mediante la siguiente expresión.

$$I_{th} = \alpha \cdot S \sqrt{\frac{\Delta T}{t}}$$

Donde:

- $I_{th} \equiv$ Intensidad eficaz (A)
- $\alpha \equiv$ Constante del material del conductor
- $S \equiv$ Sección del embarrado (mm^2)
- $\Delta T \equiv$ Incremento máximo de la temperatura
- $t \equiv$ Tiempo de c.c. (s)

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza la expresión anterior.

$$I_{th} \geq 16kA \text{ durante } 1s$$

Protecciones

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

Protección general en Alta Tensión

La protección general en Alta Tensión de este Centro de Transformación se realiza mediante una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y efectuando así la protección a sobrecargas y cortocircuitos.

Protección general en Baja Tensión

En el circuito de Baja Tensión de cada transformador se instalará un Cuadro de Distribución de 3 paneles cada uno para albergar las distintas salidas en Baja Tensión, así como para disponer de varias salidas de reserva. Se instalarán interruptores automáticos en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

La descarga de cada transformador al cuadro de Baja Tensión se realizará con barras blindadas de Aluminio de sección 3x1920+TTx1080Al con aislamiento 450/750V, cuya intensidad admisible es de 2500A para los trafos 1 y 2. Para el trafo 3 se utilizan barras blindadas de Aluminio de sección 3x660+TTx660Al con aislamiento 450/750V, cuya intensidad admisible es de 1000A. La protección de dichas líneas se realizará mediante un interruptor automático tripolar de intensidad nominal de 2500A para los trafos 1 y 2 y de 1000^a para el trafo 3.

Ventilación del Centro de Transformación

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación se utiliza la siguiente expresión.

$$S = \frac{P}{0.24C_r\sqrt{h} \cdot \Delta T^3}$$

$$P = P_{Fe} + P_{Cu} + P_{BT}$$

Donde:

- $S \equiv$ Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador (m^2)
- $P \equiv$ Perdidas del transformador (kW)
- $C_r \equiv$ Coeficiente del factor de forma de las rejillas de entrada de aire
- $h \equiv$ Distancia vertical entre los centros de las rejillas den entrada y salida
- $\Delta T \equiv$ Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada
- $P_{fe} \equiv$ Pérdidas en el hierro del transformador (kW)
- $P_{cu} \equiv$ Pérdidas en el cobre del transformador (kW)
- $P_{BT} \equiv$ Perdidas de los cuadros de Baja Tensión (kW)

Obteniéndose en este caso los siguientes resultados

Transformador	P (kVa)	Perdidas $W_{Cu}+W_{Fe}$ (kW)	S_r (m^2)
Trafo 1	2500	37.5	4.72
Trafo 2	2500	37.5	4.72
Trafo 3	630	9.45	1.19

Tabla 74. Características de las rejillas de ventilación del Centro de Transformación.

Por tanto, se necesita un mínimo de $10.63 m^2$ de superficie total de rejillas de ventilación.

Pozo apagafuegos

No es necesario dimensionar pozo apagafuegos por tratarse de transformadores con aislamiento seco.

Instalación de puesta a tierra

➤ Características del suelo:

Según los estudios geotécnicos del terreno donde se instalará el Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de $150 \Omega m$

➤ Corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo de eliminación del defecto

Los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son el tipo de neutro y el tipo de protecciones en el origen de la línea.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Si se produce un defecto, será eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente) o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra de 300 A
- Tiempo máximo de eliminación del defecto 0.7 s

➤ **Diseño de la instalación de tierra**

En cuanto a la tierra de protección, se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

En cuanto a la tierra de servicio, se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

En cuanto a las características de la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de longitud 2m y diámetro 14mm unidas mediante conductor desnudo de cobre de 50mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω. La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de cobre de 50mm², con un aislamiento de 0,6/1kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

➤ **Resistencia del sistema de tierra**

Para el cálculo de la resistencia del sistema de tierra se conocen las siguientes características:

- Tensión de servicio: $U = 13200V$
- Puesta a tierra del neutro
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión: $U_{BT} = 10000V$
- Características del terreno: $\rho_{terreno} = 150 \Omega m$; $\rho_{hormigon} = 3000\Omega m$

Para el cálculo de la tierra de protección se emplean las siguientes expresiones:

$$R_t = K_r \cdot \rho_{terreno}$$

Donde:

- $R_t \equiv$ Resistencia de la puesta a tierra de las masas (Ω)

- $K_r \equiv$ Parámetro característico del electrodo ($\Omega/\Omega m$)

Una vez conocidas las características del terreno y las restricciones del diseño de la instalación de tierra elegido, se opta por una configuración rectangular de dimensiones 8x4m y 8 picas de 2m situadas cuatro de ellas en las esquinas del rectángulo y las otras cuatro en los puntos medios de los lados del rectángulo. Para esta configuración se obtienen los siguientes parámetros del electrodo:

$$K_r = 0.065 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

$$K_p = 0.0134 \frac{V}{\Omega \cdot m \cdot A}$$

$$K_c = 0.0284 \frac{V}{\Omega \cdot A \cdot m}$$

Sustituyendo en la expresión anterior obtenemos:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.065 \cdot 150 = 9.75\Omega$$

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

$$U_e = 2925V$$

Tierra de servicio:

El electrodo adecuado para este caso tiene una geometría de 3 picas en hilera de 2m de longitud enterradas a una profundidad de 0.5m y con una separación entre las mismas de 3m. Los parámetros característicos del electrodo son:

$$k_r = 0.135 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$R_{Tneutro} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25\Omega$$

Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = k_p \cdot r \cdot Ld = 0.0134 \cdot 150 \cdot 300 = 603V$$

Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con

redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'_p(acc) = k_c \cdot r \cdot Ld = 0.0284 \cdot 150 \cdot 300 = 1278V$$

Cálculo de las tensiones aplicadas:

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \left(\frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot r_s \cdot C_s}{1000}\right)\right)$$

$$U_{p(acc)} = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot r_s \cdot c_s + 3 \cdot r_h}{1000}\right)$$

$$c_s = 1 - 0.106 \cdot \left(\frac{\frac{1-r}{r_s}}{2 \cdot h_s + 0.106}\right)$$

$$t = t' + t''$$

Siendo:

U_p = Tensión de paso admisible en el exterior (V).

$U_{p(acc)}$ = Tensión en el acceso admisible (V).

U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (V)

R_{ac} = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre (W).

C_s = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

H_s = Espesor de la capa superficial del terreno (m).

r = Resistividad natural del terreno (W·m).

R_s = Resistividad superficial del suelo (W·m).

R_H = Resistividad del hormigón. (3000 W·m).

t = Tiempo de duración de la falta (s).

t' = Tiempo de desconexión inicial, (s).

t'' = Tiempo de la segunda desconexión (s).

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 9746.8V$$

$$U_{p(acc)} = 23871.4V$$

$$C_s = 1$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 603 \text{ V.}$	<	$U_p = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_{p(acc)} = 1278 \text{ V.}$	<	$U_p (acc) = 23871.4 \text{ V.}$

Tabla 75: Tensiones de paso en el exterior y en el acceso

Tensión de defecto:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 2925 \text{ V.}$	<	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$

Tabla 76: Tensión de defecto

Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

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

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (D_{n-p}), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p} \geq (r \cdot Id) / (2000 \cdot p) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot p) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

r = Resistividad del terreno (W·m).

I_d = Intensidad de defecto (A).

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

2.3.- CÁLCULO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

2.3.1.- Fórmulas empleadas

$$I = \frac{1000 \cdot S}{1.732 \cdot U}$$

$$e = 1.732 \cdot I [(L \cdot \text{Cos}\phi / k \cdot s \cdot n) + (X_u \cdot L \cdot \text{Sen}\phi / 1000 \cdot n)]$$

Donde:

I = Intensidad (A).

e = Caída de tensión (V)

S = Potencia de cálculo (kVA).

U = Tensión de servicio (V)

s = Sección del conductor (mm²).

L = Longitud de cálculo (m).

K = Conductividad a 20°:

- Cobre: 56.
- Aluminio 35.
- Aluminio-Acero 28.
- Aleación Aluminio 31.

$\text{Cos } \phi$ = Factor de potencia.

X_u = Reactancia por unidad de longitud (mΩ/Ω)

n = N.º de conductores por fase.

2.3.2.- Resultados Obtenidos:

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 13200

C.d.t. máx.(%): 5

Cos Ω : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20
- Conductores desnudos: 50

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m Ω /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Ad. (A)/Fci
1	1	2	900	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	-320.18	3x400	250	415/1

Tabla 77: Características de la línea MT

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	-73,48	13.126.562	0,556*	-320,176 A(-7.320 KVA)
2	0	13200	0	320,176 A(7.320 kVA)

* Nudo de mayor c.d.t.

Tabla 78: Tensiones y CDT en los nudos

Pérdidas de potencia activa en kW:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI ² (kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario. 3RI ² (kW)
1	1	2	19,77	19,77

Tabla 79: Perdidas de potencia activa

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

$$2-1 = 0.56 \%$$

3.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO

3.1.- Mediciones y presupuestos de la red de baja tensión

3.1.1.- Producción y servicios generales

Cables:

Sección (mm ²)	Material	Diseño	Polaridad	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
2.5	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	6669	0.85	5.668,65
2.5	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	60	1.31	78,60
2.5	Cu	TT	Unipolar	2213	0.85	1.881,05
4	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	240	0.97	232,80
4	Cu	TT	Unipolar	80	0.97	77,60
10	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	320	2.31	739,20
10	Cu	TT	Unipolar	80	2.31	184,80
16	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	2170	3.11	6748,70
16	Cu	TT	Unipolar	1960	3.11	6095,60
25	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	3550	3.83	13.596,50
25	Cu	TT	Unipolar	289	3.83	1.106,87
35	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	430	5.17	2.223,1
35	Cu	TT	Unipolar	224	5.17	1.158,08
50	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	897	6.56	5.884,32
50	Cu	TT	Unipolar	196	6.56	1.285,76
70	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	1232	8.89	10.952,48
70	Cu	TT	Unipolar	1126	8.89	10.010,14
95	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	588	10.84	6.373,92
95	Cu	TT	Unipolar	220	10.84	2.384,8
120	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	3378	13.58	45.873,24
120	Cu	TT	Unipolar	462	13.58	6.273,96
150	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	210	17.20	3612,00
185	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	450	19.37	8.716,5
1920	Al	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	18	103.24	1858,32
1080	Al	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	6	51.84	311,04

Tabla 80: Presupuesto cables BT producción y SSGG

Tubos:

Diámetro (mm)	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
20	2293	2.19	5.021,67
32	750	3.36	2.520
40	900	3.86	3.474
50	284	4.46	1.266,64
63	60	5.82	349,2
75	100	5.88	588,00

Tabla 81: Presupuesto tubos BT producción y SSGG

Bandejas:

Dimensiones (mm)	Tipo	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
75x60	Perforada	95	8.32	790.40
100x60	Perforada	498	19.03	9476.94
150x60	Perforada	5	16.80	84.00
300x100	Perforada	330	39.00	12870.00
400x60	Perforada	10	40.16	401.60

Tabla 82: Presupuesto bandejas BT producción y SSGG

Magnetotérmicos, interruptores automáticos y fusibles:

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Mag/Trip.	16	52	43.98	2.286,96
Mag/Tetr.	16	1	61.73	61.73
Mag/Trip.	25	2	43.98	87.96
Interr. c.c.	25	2	108.45	216.90
Mag/Trip.	32	1	72.62	72.62
Mag/Tetr.	32	1	97.89	97.89
Mag/Trip.	63	2	211.95	423,90
I.Aut/Trip.	80	1	406.12	406.12
I.Aut/Tetr.	125	1	382.40	382.40
I.Aut/Trip.	160	8	409.12	3272.96
I.Aut/Trip.	250	5	744.35	3.721,75
I.Aut/Tetr.	250	2	823.12	1626.44

Interr. c.c.	250	2	325.54	651.08
Interr. c.c.	320	2	331.06	662.12
I.Aut/Trip.	400	4	1362.24	5.448,96
I.Aut/Tetr.	400	1	1784.01	1784.01
Interr. c.c.	400	3	405.95	1217.85
I.Aut/Trip.	630	5	1528.78	7643.90
Interr. c.c.	630	2	529.22	1058.44
I.Aut/Trip.	800	1	1803.13	1803.13
I.Aut/Trip.	1250	2	2059.75	4119.5
Interr. c.c.	1250	1	1302.57	1302.57
I.Aut/Trip.	2500	3	7359.54	14719.08

Tabla 83: Presupuesto magnetotérmicos, I. Automáticos y fusibles BT producción y SSGG

3.1.2.- Servicios auxiliares

Cables:

Sección (mm ²)	Material	Diseño	Polaridad	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
1.5	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	1774	0.79	1.401,46
1.5	Cu	TT	Unipolar	887	0.79	700,73
2.5	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	5344	0.85	4.542,4
2.5	Cu	TT	Unipolar	2636	0.85	2240,6
4	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	5048	0.97	4.896,56
4	Cu	TT	Unipolar	2354	0.97	2.283,38
6	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	5740	1.94	11193,00
6	Cu	TT	Unipolar	3345	1.94	310,40
6	Cu	RZ1-K(AS)	Bipolar	290	3.89	1128,10
10	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	6340	2.31	14.645,40
10	Cu	TT	Unipolar	1840	2.31	4.250,40
16	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	7260	3.11	22.578,6
16	Cu	TT	Unipolar	6040	3.11	18.784,4
25	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	8058	3.83	30.862,14
25	Cu	TT	Unipolar	200	3.83	766
25	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	36	15.88	571,78
50	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	600	6.56	3.936,00

95	Cu	TT	Unipolar	10	10.84	108.40
185	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	30	19.37	581,10
600	Al	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	24	32.58	781.92

Tabla 84: Presupuesto cables BT Servicios Auxiliares

Tubos:

Diámetro (mm)	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
16	849	2.09	1744.41
20	4820	2.19	10555.80
25	3825	2.61	9983.25
32	3120	3.36	10483.20
40	3030	3.86	11604.9
50	360	4.46	1605.60
75	40	5.88	235.20

Tabla 85: Presupuesto tubos BT Servicios Auxiliares

Bandejas:

Dimensiones (mm)	Tipo	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
75x60	Perforada	978	8.32	8136.96
100x60	Perforada	10	19.03	190.30

Tabla 86: Presupuesto bandejas BT Servicios Auxiliares

Magnetotérmicos, interruptores automáticos y fusibles:

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Mag/Bip	10	61	31.49	1920.89
Mag/Trip.	16	4	43.98	175.92
Mag/Tetr.	16	1	61.73	61.73
Inter. c.c.	16	2	63.98	127.96
Mag/Trip.	20	2	43.98	87.96
Mag/Tetr.	20	2	61.73	123.46
Inter. c.c.	20	2	108.45	216.90

Mag/Bip	25	3	31.49	94.47
Mag/Tetr.	25	7	61.73	432.11
Mag/Bip	32	5	40.29	201.45
Mag/Trip.	32	4	72.62	290.48
Inter. c.c.	32	3	74.33	222.99
Mag/Bip	40	1	52.53	52.53
Mag/Trip.	40	3	58.73	176.19
Mag/Tetr.	40	1	87.96	87.96
Inter. c.c.	40	3	78.41	225.33
Mag/Trip.	50	1	208.50	208.50
Mag/Tetr.	50	1	245.53	245.53
Inter. c.c.	50	1	91.14	9.14
Mag/Trip.	63	1	211.95	211.95
Mag/Tetr.	63	1	260.37	260.37
Inter. c.c.	63	1	91.14	91.14
I.Aut/Trip.	80	2	406.12	812.24
I.Aut/Tetr.	80	2	297.58	595.16
Inter. c.c.	80	1	102.08	102.08
I.Aut/Bip	100	3	290.32	870.96
I.Aut/Trip,	125	1	460.87	460.87
Inter. c.c.	125	1	130.52	130.52
I.Aut/Trip,	630	1	1528.78	1528.78
I.Aut/Trip,	1000	1	1920.78	1920.78

Tabla 87: Presupuesto magnetotérmicos, I. Automáticos y fusibles BT Servicios Auxiliares

Medición de diferenciales:

Descripción	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Diferen./Bip.	25	30	4	63.12	252.48
Diferen./Tetr.	25	300	8	232.35	1858.80
Diferen./Bip.	25	300	60	142.83	8569.80
Diferen./Tetr..	25	30	2	267.35	534.70
Diferen./Bip.	40	300	6	144.17	865.02

Diferen./Tetr.	40	300	1	163.33	163.33
Diferen./Tetr.	63	300	2	210.64	421.28

Tabla 88: Presupuesto diferenciales BT Servicios Auxiliares

Relés diferenciales:

Descripción	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Relé y Transf.	80	30	1	420.35	420.35
Relé y Transf.	80	300	2	1220.45	2440.90
Relé y Transf.	100	30	1	489.65	489.65
Relé y Transf.	100	300	2	1458.74	2917.48

Tabla 89: Presupuesto relés diferenciales BT Servicios Auxiliares

Elementos de control-maniobra:

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Contac/Tetr..	16	1	63.47	63.47
Contac/Trip.	32	1	123.64	123.64

Tabla 90: Presupuesto elementos de control-maniobra Servicios Auxiliares

El coste total de la instalación de Baja Tensión es de **180951,17€**

3.2.- Mediciones y presupuesto del centro de transformación

Celdas de alta tensión:

Denominación	Intensidad (A)	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
De línea	400	1	7065.65	7065.65
De medida	400	1	1860.33	1860.33
De interruptor automático	400	1	15506.57	15506.57
Protección con fusibles	400	1	3589.25	3589.25
Seccionamiento	400	1	521.45	521.48

Tabla 91: Presupuesto celdas AT

Interconexión celdas A.T. y trafo:

Denominación	Cantidad (m)	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Cables A.T Aislamiento seco	3	187.80	563.40

Tabla 92: Presupuesto interconexión celdas AT y trafo

Transformadores:

Denominación	Potencia (kVA)	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Transformador seco	630	1	9298.49	9298.49
Transformador seco	2500	2	42879.25	85758.5

Tabla 93: Presupuesto trafos.

Interconexión trafo y cuadros B.T.:

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Cables B.T 0.6/1kV	3	89.54	268.62

Tabla 94: Presupuesto interconexión trafos y cuadros BT

Equipo de Baja Tensión:

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Cuadro de baja tensión	11	1463.37	16097.07

Tabla 95: Presupuesto cuadros BT

Red de tierras:

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Picas 14mm ² CU	11	109.78	1207.58
Cond. Desnudo CU 50mm ²	30m	5.23	156.90

Tabla 96: Presupuesto red de tierras

Varios:

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Extintor Portatil de eficacia 21A/113B	2	44,47	88,94
Rejillas de proteccion	3	33.78	1010.84

Tabla 97: Presupuesto Varios.

El presupuesto total del centro de transformación asciende a **142904.68€**

3.3.- Mediciones y presupuesto de la línea de media tensión

Medición de cables:

Sección (mm ²)	Metal	Designación	Cantidad (m)	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
400	AL	RHZ1 12/20 H16	2700	13.18	35586.18

Tabla 98: Presupuesto cables MT

Medición de tubos:

Denominación	Cantidad (m)	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Tubo Diámetro 250mm	900	19.57	17613.00

Tabla 91: Presupuesto tubos MT

El presupuesto de la línea de MT asciende a: **53199,18€**

Con lo cual el presupuesto total de la instalación eléctrica de la planta de fabricación de materiales cerámicos se sitúa en: **377055.03€**

4.- CONCLUSIONES

En este Trabajo de Fin de Master se ha planteado, en primer lugar, la realización de la implantación, en un polígono industrial, del proceso de fabricación de materiales cerámicos destinados a la cerámica estructural. Una vez definida la ubicación de la planta, se realiza su diseño siguiendo el proceso de fabricación, la maquinaria necesaria y su implantación, a fin de definir las superficies a ocupar. En segundo lugar, con las potencias eléctricas instaladas de la maquinaria y equipos, además de la necesaria para el acondicionamiento de los edificios, se realiza la instalación eléctrica que suministrará energía para el correcto funcionamiento de la planta.

Los productos a fabricar son los destinados a la cerámica estructural: cerámicos no vistos (ladrillos, bloques, tableros y bovedillas), y cerámicos vistos (ladrillos cara vista, adoquines y tejas). El proceso productivo se divide en dos líneas paralelas:

Línea 1.- Línea de materiales de conformado simple (cerámicos no vistos)

Línea 2.- Línea de materiales de conformado doble (cerámicos vistos)

La preparación de la materia prima es similar para todos los productos. La mayor diferencia está en el cambio de la matriz de la extrusora que debe ajustarse para cada tipo. Además, la línea 2 incorpora una prensa para conformar la materia a la forma específica del producto.

Existe una flexibilización de las líneas del proceso incorporando una prensa más, que además serviría para cubrir una posible avería de la prensa. En principio, las dos líneas trabajarán de forma paralela fabricando sus propios productos, pero ante eventuales cambios de producción, bien motivados por cambios en la demanda o por paradas por revisión o por averías, las líneas podrán producir así:

Las dos líneas trabajando para cerámicos no vistos (solo trabajaría una prensa)

Las dos líneas trabajando para cerámicos vistos (trabajarían las dos prensas)

Trabajo parcial de cada línea (caso de revisiones o reparaciones).

El proceso cerámico es una actividad intensiva en energía en forma de energía eléctrica y de calor en el que los ahorros energéticos pueden ser muy elevados. Deberemos hacer un uso eficiente de los recursos reduciendo las necesidades energéticas ya desde la propia concepción de los edificios y las instalaciones industriales, la distribución en planta de las diferentes secciones de proceso y dependencias de fábrica y la recuperación de focos de calor y con equipos industriales diseñados y desarrollados atendiendo a la eficiencia y ahorro energético. El ahorro y la eficiencia energética deben llevarnos a obtener un producto con menos consumo específico de energía por unidad de producto acabado.

La cogeneración es un aliado imprescindible y esencial para el sector cerámico, en el que los costes energéticos son determinantes para poder producir y competir. También la aplicación de fuentes renovables como paneles fotovoltaicos montados sobre la cubierta de las naves industriales o aerogeneradores eólicos ubicados en el solar de la planta y/o aerogeneradores horizontales sobre la cubierta, contribuirán de forma positiva a la reducción de los consumos energéticos. No forman parte de este trabajo el estudio y desarrollo de la cogeneración ni la aplicación de fuentes de energía renovables ya que su propio estudio específico sobrepasa la extensión de este trabajo y puede ser tratado aparte.

Además de las instalaciones del proceso productivo disponemos de las instalaciones de servicios generales (aire comprimido, agua y ventilación y extracción de la nave) como apoyo a las del proceso y de instalaciones de servicios auxiliares distribuidas a lo largo de la planta.

La instalación eléctrica parte del punto de enganche en media tensión y llega, a través de una línea, al centro de transformación donde reduce su tensión de media a baja tensión. Desde el centro de transformación salen las líneas eléctricas hasta los cuadros de los equipos consumidores de baja tensión del proceso productivo y de las generales y auxiliares. El diseño de la instalación eléctrica debe poderse adaptar a la evolución que vaya sufriendo la planta, sin que ello suponga grandes cambios e importantes costes económicos.

Para el diseño de la instalación eléctrica se han tenido en cuenta una serie de criterios o premisas que tienen como fin el realizar una instalación eficiente desde el punto de vista del uso de los recursos energéticos.

Mediante un analizador de redes se controlará la calidad de la energía eléctrica que nos proporcionará datos que nos permitan analizar las causas de un problema en el funcionamiento de una instalación o máquina.

La calidad de la luz debe garantizar un rendimiento visual adecuado a la tarea a realizar influyendo además en el estado de ánimo y en la prevención de accidentes. La iluminación se realizará atendiendo a la sección HE-3 del Código Técnico de la Edificación que establece como exigencia básica que los edificios dispongan de instalaciones de iluminación. Se utilizarán lámparas LED.

Los motores deben cumplir con el Reglamento (UE) 2019/1781 de la Comisión, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos y los variadores de velocidad de conformidad con la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

El factor de potencia general de la instalación se compensará, para mantenerle por encima del 0,95, mediante la instalación de baterías de condensadores automáticas de baja tensión.

Se comienza con la red de distribución de baja tensión una vez conocidas todas las cargas y la ubicación de los consumidores. Desde el cuadro general de distribución parten las líneas de salida, mediante cables aislados o canalizaciones prefabricadas, para alimentar directamente a las instalaciones o a través de cuadros secundarios, con el objetivo de conseguir la mayor disponibilidad o continuidad de la energía eléctrica y de una buena gestión de los consumos de energía.

Cada salida dispondrá de un dispositivo de mando y protección. El mando de los interruptores de acometida y de salida del Cuadro General de Distribución y los de acometida a los cuadros eléctricos secundarios, podrá realizarse a distancia para la desconexión, sin embargo, por motivos de seguridad, la conexión se realizará localmente en cada cuadro.

El proyecto de BT se realiza con el *Software DMELECT Módulo CIEBT*.

Ubicando el Centro de Transformación en el centro de gravedad del conjunto de equipos y la distribución de baja tensión interna a 690 V se conseguirá un ahorro por la propia distribución de los equipos y por la reducción de las pérdidas en los conductores. En el Centro de Transformación se instalan dos transformadores, 20 kV/690 V, de la misma potencia trabajando en paralelo, para las líneas del proceso productivo y para los servicios generales y otro transformador 690 V/400-230 V para las instalaciones auxiliares.

El proyecto del Centro de Transformación se realiza con el *Software DMELECT Módulo CT*.

La línea de media tensión, enterrada bajo tubo, parte del punto de enganche de la compañía suministradora de energía. Se calculará en función de la potencia total instalada, pero se considerará la posibilidad de un aumento de la potencia del 30%. También existe otro suministro complementario en BT desde un grupo electrógeno.

El proyecto de la línea de MT se realiza con el *Software DMELECT Módulo REDAT*.

Por último, en este trabajo no se ha abordado el estudio de la implantación de un sistema de control y adquisición de datos (Gestión Técnica Centralizada), pero se han definido las instalaciones y los parámetros a controlar y supervisar que tienen como fin la ayuda a la explotación y el mantenimiento y la gestión de los datos recogidos de la planta.

5.- BIBLIOGRAFÍA

➤ Páginas WEB:

<https://www.hispalyt.es> HISPALYT - Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida

www.qualicer.org La eficiencia energética empieza con el diseño de la planta cerámica.

➤ Documentación:

MTD-Mejores técnicas disponibles de referencia europea-Sector de la fabricación cerámica-Documento BREF. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, según Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto e Instrucciones Técnicas Complementarias. Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

Normas particulares de la Compañía distribuidora.

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, según Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo.

Ley de prevención de riesgos laborales, según Real Decreto 31/1995 de 8 de noviembre.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, según Real Decreto 486/1997 de 14 de abril.

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, según Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, según Real Decreto 614/2001, de 8 de junio.

Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, según Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias ITC-BT 01 a 52. (Actualización 9 de enero de 2020).

Reglamento de iluminación en los lugares de trabajo, según Real Decreto 486/1997, de 14 de abril.

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

➤ Programas Informáticos:

DMELECT versión 2017: para realizar los cálculos eléctricos del proyecto de la Red de Baja Tensión, CT y línea de Media tensión.

AutoCAD versión 2014: para realizar los planos y esquemas necesarios.