



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

**MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE  
FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS**

Autor: D. Rubén Jaime Lorenzo López  
Tutor: D. Manuel Vicente Riesco Sanz

Valladolid, Septiembre, 2020





Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES

Máster en Ingeniería Industrial

**MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**  
**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA INDUSTRIA DE  
FABRICACIÓN DE ENVASES METÁLICOS**

Autor: D. Rubén Jaime Lorenzo López  
Tutor: D. Manuel Vicente Riesco Sanz

Valladolid, Septiembre, 2020



## **RESUMEN**

El objetivo principal de este proyecto es el diseño y cálculo de la instalación eléctrica completa de un complejo industrial dedicado a la fabricación de envases metálicos.

Para ello, previamente se ha definido el proceso productivo y la implantación de maquinaria y equipos, partiendo de la materia prima, pasando por las distintas líneas de producción, hasta el almacén de productos terminados.

La instalación eléctrica se ha dividido en dos partes

- Centro de Transformación para el cambio de media a baja tensión para alimentar la Red de Baja Tensión.
- Red de Baja Tensión para la alimentación de todos los consumos existente en el complejo industrial.

Para el diseño de estas instalaciones se han tenido en cuenta una serie de consideraciones técnicas que tienen como fin el realizar una instalación que permita adaptarse a la evolución que vaya sufriendo la planta, sin que ello suponga grandes cambios e importantes costes económicos, favoreciendo la explotación y el mantenimiento y la gestión de datos.

## **ABSTRACT**

The main objective of this project is the design of the complete electrical installation of an industrial complex dedicated to the manufacture of metal containers.

For this, it's has been previously define the production process and the introduction of machinery and equipment, starting from the raw material, going through the different production lines, to the finished products warehouse.

The electrical installation can be divided into two parts:

- Transformation Center, change from medium to low voltage.
- Low-Voltage Network for the supply of all consumptions in the industrial complex.

For the design of these facility, it's has been taken into account a series of technical considerations have been with the aim of carrying out an installation that allows it to adapt to the possible evolution of the plant, without this involve major changes or significant economic cost, favoring maintenance and data management.



## INDICE

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA .....	1
1.1.- Objeto del proyecto.....	1
1.2.- Alcance .....	1
1.3.- Antecedentes .....	1
1.4.- Normativa .....	1
1.5.- Emplazamiento .....	2
1.6.- Complejo industrial.....	2
1.6.1.- Nave principal.....	3
1.6.2.- Edificio administrativo.....	3
1.6.3.- Edificio de servicios generales.....	4
1.7.- Productos implicados en la fabricación .....	4
1.7.1.- Materia prima.....	4
1.7.1.1.- Hojalata .....	4
1.7.1.2.- Aluminio .....	5
1.7.1.3.- Otros.....	5
1.7.2.- Producto terminado .....	5
1.8.- Proceso productivo.....	6
1.8.1.- Almacén y corte de las bobinas .....	7
1.8.2.- Envases de tres piezas .....	7
1.8.2.1.- Barnizado envases de tres piezas .....	8
1.8.2.2.- Formación de envases de tres piezas .....	8
1.8.3.- Envases de dos piezas .....	10
1.8.3.1.- Envases por embutición simple .....	10
1.8.3.1.1.- Litografiado de los envases de dos piezas por embutición simple .....	10
1.8.3.1.2.- Formación de los envases por embutición simple .....	10
1.8.3.2.- Envases embutidos-reembutidos (DRD).....	11
1.8.3.3.- Encases embutidos-estirados (DWI).....	13
1.8.4.- Tapas de los envases .....	14
1.8.4.1.- Tapas normales .....	14
1.8.4.2.- Tapas especiales.....	15
1.8.5.- Diferencias entre los distintos procesos.....	16
1.8.6.- Líneas de producción .....	16
1.8.6.1.- Almacén y corte de las bobinas .....	16
1.8.6.2.- Líneas de fabricación .....	17
1.9.- Maquinaria y equipos.....	17
1.9.1.- Almacén y corte de las bobinas .....	17
1.9.2.- Líneas de fabricación .....	18

1.9.2.1.- Envases de bebidas .....	18
1.9.2.2.- Envases alimentarios.....	19
1.9.2.3.- Envases industriales .....	20
1.9.2.4.- Tapas de los envases .....	20
1.9.3.- Resto de maquinaria y equipos .....	21
1.10.- Consideraciones técnicas previas.....	21
1.10.1.- Calidad de la energía eléctrica .....	21
1.10.2.- Red eléctrica de alimentación .....	22
1.10.3.- Centro de transformación.....	22
1.10.4.- Distribución de energía eléctrica en baja tensión .....	22
1.10.4.1.- Distribución con conductores aislados.....	23
1.10.4.2.- Distribución con canalizaciones prefabricadas .....	23
1.10.4.3.- Criterio de elección .....	23
1.10.5.- Compensación de energía eléctrica reactiva .....	24
1.10.6.- Iluminación .....	25
1.10.6.1.- Alumbrado normal del edificio .....	25
1.10.6.2.- Principio de distribución de una zona del alumbrado .....	25
1.10.6.3.- Alumbrado de procesos.....	26
1.10.6.4.- Alumbrado de emergencia .....	26
1.10.6.4.1.- Implantación del alumbrado de evacuación.....	27
1.10.6.4.2.- Implantación del alumbrado ambiente o anti-pánico .....	27
1.10.6.5.- Alumbrado exterior .....	28
1.10.7.- Alimentación de cargas críticas .....	28
1.10.7.1.- SAI en línea.....	29
1.10.7.2.- SAI fuera de línea (“off-line”) o en espera .....	29
1.10.8.- Supervisión de instalaciones mediante gestión técnica centralizada .....	30
1.10.8.1.- Ayuda a la explotación.....	30
1.10.8.2.- Gestión de datos .....	30
1.11.- Suministro de la energía eléctrica .....	30
1.11.1.- Suministro normal.....	30
1.11.2.- Suministro complementario .....	30
1.12.- Criterios técnicos de diseño .....	31
1.12.1.- Calidad de la energía eléctrica .....	31
1.12.2.- Red de distribución de Baja Tensión .....	31
1.12.2.1.- Dispositivos de mando y protección .....	31
1.12.2.2.- Puestas a tierra .....	31
1.12.2.3.- Esquema de distribución .....	31
1.12.2.4.- Caídas de tensión .....	32

1.12.2.5.- Conductores eléctricos .....	32
1.12.2.6.- Compensación del factor de potencia .....	32
1.12.2.7.- Iluminación .....	32
1.12.2.7.1.- Alumbrado normal del edificio .....	32
1.12.2.7.2.- Alumbrado de procesos.....	32
1.12.2.7.3.- Alumbrado de emergencia .....	33
1.12.2.7.4.- Alumbrado exterior.....	33
1.12.2.8.- Alimentación de cargas críticas .....	33
1.12.2.9.- Supervisión de instalaciones mediante gestión técnica centralizada .....	33
1.13.- Relación de los consumidores.....	33
1.13.1.- Consumidores del proceso productivo.....	33
1.13.2.- Consumidores de los servicios generales.....	33
1.13.2.1.- Nave principal.....	33
1.13.2.2.- Almacenes.....	34
1.13.2.3.- Servicios auxiliares .....	34
1.13.2.4.- Edificio de servicios generales.....	34
1.13.2.5.- Edificio administrativo.....	34
1.13.2.6.- Garita de control de accesos .....	35
1.13.3.- Iluminación .....	35
1.13.3.1.- Método de calculo.....	35
1.13.3.2.- Resultados obtenidos .....	35
1.13.4.- Climatización .....	36
1.13.4.1.- Método de calculo.....	36
1.13.4.2.- Resultados obtenidos .....	37
1.14.- Diseño de la red de Media Tensión.....	37
1.15.- Diseño del Centro de Transformación del abonado.....	37
1.16.- Diseño de la red general de distribución en Baja Tensión.....	38
1.17.- Red de distribución en Baja Tensión .....	38
1.17.1.- Cuadro General de Distribución .....	39
1.17.2.- Subcuadros de nivel 1 .....	40
1.17.3.- Subcuadros de nivel 2 .....	43
1.17.4.- Subcuadros de nivel 3 .....	47
1.18.- Previsión de cargas .....	48
1.18.1.- Subcuadros de nivel 1 .....	48
1.18.2.- Subcuadros de nivel 2 .....	54
1.18.3.- Consumos en ruta.....	62
1.18.4.- Subcuadros de nivel 3 .....	66
1.18.5.- Demanda de potencia.....	68

2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	69
2.1.- Cálculo de la red de distribución de Baja Tensión .....	69
2.1.1.- Fórmulas empleadas.....	69
2.1.1.1.- Intensidad y caída de tensión .....	69
2.1.1.2.- Conductividad eléctrica .....	69
2.1.1.3.- Sobrecargas .....	70
2.1.1.4.- Compensación de la energía reactiva.....	70
2.1.1.5.- Cortocircuito .....	71
2.1.1.6.- Embarrado.....	71
2.1.1.7.- Resistencia de tierra .....	72
2.1.2.- Resultados obtenidos .....	72
2.1.2.1.- Cuadro General de Mando y Protección.....	73
2.1.2.2.- Subcuadro S1 Corte de las bobinas.....	73
2.1.2.3.- Subcuadro S1.1 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas DWI .....	74
2.1.2.4.- Subcuadro S1.2 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas embutición simple .....	74
2.1.2.5.- Subcuadro S1.3 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas DRD.....	75
2.1.2.6.- Subcuadro S1.4 Corte de las bobinas, envases de 3 piezas alimentarios.....	75
2.1.2.7.- Subcuadro S1.5 Corte de las bobinas, envases de 3 piezas industriales .....	75
2.1.2.8.- Subcuadro S1.6 Corte de las bobinas, tapas .....	76
2.1.2.9.- Subcuadro S2 Línea de fabricación de envases de 2 piezas DWI .....	76
2.1.2.10.- Subcuadro S3 Línea de fabricación de envases de 2 piezas embutición simple .....	76
2.1.2.11.- Subcuadro S4 Línea de fabricación de envases de 2 piezas DRD.....	77
2.1.2.12.- Subcuadro S5 Línea de fabricación de envases de 3 piezas alimentarios....	77
2.1.2.13.- Subcuadro S6 Línea de fabricación de envases de 3 piezas industriales .....	78
2.1.2.14.- Subcuadro S7 Línea de fabricación tapas .....	79
2.1.2.15.- Subcuadro S7.1 Línea de fabricación tapas normales .....	79
2.1.2.16.- Subcuadro S7.2 Línea de fabricación tapas especiales.....	79
2.1.2.17.- Subcuadro S8 Nave de servicios generales centrales .....	80
2.1.2.18.- Subcuadro S8.1 Nave de servicios generales, centro de transformadores...	80
2.1.2.19.- Subcuadro S8.2. Nave de servicios generales, grupo electrógeno.....	80
2.1.2.20.- Subcuadro S8.3. Nave de servicios generales, producción de calor.....	81
2.1.2.21.- Subcuadro S8.4. Nave de servicios generales, central de compresores.....	81
2.1.2.22.- Subcuadro S8.5. Nave de servicios generales, central de bombeo de agua.	81
2.1.2.23.- Subcuadro S9. Almacenes materia prima .....	82
2.1.2.24.- Subcuadro S9. Almacenes producto terminado .....	82
2.1.2.25.- Subcuadro S10 Servicios generales nave.....	82
2.1.2.26.- Subcuadro S10.1 Servicios generales nave, alumbrado nave .....	83

2.1.2.27.- Subcuadro S10.1.24 Servicios generales nave, alumbrado localizado corte	84
2.1.2.28.- Subcuadro S10.1.25 Servicios generales nave, alumbrado localizado fabricación.....	84
2.1.2.29.- Subcuadro S10.2 Servicios generales nave, fuerza nave .....	85
2.1.2.30.- Subcuadro S10.3 Servicios generales nave, tomas de corriente nave.....	85
2.1.2.31.- Subcuadro S10.4 Servicios generales nave, calefacción nave .....	85
2.1.2.32.- Subcuadro S10.5 Servicios generales nave, anexos interiores nave.....	86
2.1.2.33.- Subcuadro S11 Edificio administrativo .....	86
2.1.2.34.- Subcuadro S11.1 Edificio administrativo, alumbrado .....	87
2.1.2.35.- Subcuadro S11.1.1 Edificio administrativo, alumbrado planta baja.....	87
2.1.2.36.- Subcuadro S11.1.2 Edificio administrativo, alumbrado planta alta.....	87
2.1.2.37.- Subcuadro S11.2 Edificio administrativo, fuerza .....	87
2.1.2.38.- Subcuadro S11.2.1 Edificio administrativo, fuerza planta baja.....	88
2.1.2.39.- Subcuadro S11.2.2 Edificio administrativo, fuerza planta alta.....	88
2.1.2.40.- Subcuadro S14 Alumbrado de emergencia.....	88
2.2.- Cálculo del Centro de Transformación .....	89
2.2.1.- Intensidad en alta tensión.....	89
2.2.2.- Intensidad en baja tensión .....	90
2.2.3.- Cortocircuito .....	90
2.2.4.- Embarrado.....	91
2.2.4.1.- Comprobación por densidad de corriente .....	91
2.2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	91
2.2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.....	91
2.2.5.- Protecciones .....	92
2.2.5.1.- Protección general en Alta Tensión .....	92
2.2.5.2.- Protección general en Baja Tensión.....	92
2.2.6.- Ventilación del Centro de Transformación.....	92
2.2.7.- Pozo apagafuegos.....	93
2.2.8.- Instalación de puesta a tierra.....	93
2.2.8.1.- Características del suelo.....	93
2.2.8.2.- Corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo de eliminación del defecto .....	93
2.2.8.3.- Diseño de la instalación de tierra .....	93
2.2.8.4.- Resistencia del sistema de tierra .....	94
2.2.8.5.- Corrientes máximas de puesta a tierra .....	94
2.2.8.6.- Tensión de paso.....	94
2.2.8.7.- Tensión de contacto .....	95
2.2.8.8.- Sobretensiones admisibles para las instalaciones de Baja Tensión .....	96

2.2.8.9.- Distancia mínima entre el sistema de puesta a tierra del neutro (servicio) y el de las masas (protección): .....	96
3.- MEDICIONES Y PRESUPUESTOS .....	97
3.1.- Mediciones y presupuesto de la Red de Baja Tensión.....	97
3.1.1.- Cables.....	97
3.1.2.- Tubos.....	98
3.1.3.- Bandejas .....	98
3.1.4.- Magnetotérmicos, interruptores automáticos y fusibles .....	98
3.1.5.- Diferenciales .....	99
3.1.6.- Relés diferenciales .....	99
3.1.7.- Interruptores de corte en carga.....	99
3.1.8.- Elementos de control-maniobra .....	99
3.1.9.- Total del presupuesto de la Red de Baja Tensión .....	99
3.2.- Mediciones y presupuesto del Centro de Transformación.....	99
3.2.1.- Rejillas de ventilación.....	99
3.2.2.- Puertas de acceso .....	99
3.2.3.- Equipo de Baja Tensión .....	100
3.2.4.- Rejillas de protección.....	100
3.2.5.- Puesta a tierra.....	100
3.2.6.- Transformadores .....	100
3.2.7.- Celdas de alta tensión.....	100
3.2.8.- Extintores .....	100
3.2.9.- Total del presupuesto del Centro de Transformación .....	100
3.3.- Presupuesto total de la instalación eléctrica.....	100
4.- CONCLUSIONES .....	101
5.- BIBLIOGRAFÍA .....	103

## **1.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1.- Objeto del proyecto**

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

El proyecto se desarrollará teniendo en cuenta la normativa relativa a media y baja tensión, así como las normas establecidas por la compañía suministradora, con el objetivo de que se pueda obtener por parte de los Organismos Oficiales Competentes la autorización administrativa de aprobación del proyecto y de ejecución de la instalación.

### **1.2.- Alcance**

Partiendo del proceso productivo de fabricación de envases metálicos y la implantación de maquinaria y equipos, el alcance del proyecto abarca todo el conjunto de la instalación eléctrica, desde el punto de enganche fijado por la compañía distribuidora hasta los consumidores finales de la fábrica, pasando por el conjunto de soluciones adoptadas para la explotación y mantenimiento de la industria. Se pueden distinguir tres proyectos diferenciados dentro del mismo:

- Proyecto del Centro de transformación.
- Proyecto de la Red de distribución en Baja Tensión.

### **1.3.- Antecedentes**

La redacción del presente proyecto de “Instalación eléctrica de una industria de fabricación de envases metálicos” ha sido solicitada por una empresa dedicada a la fabricación de todo tipo de envases. La instalación eléctrica suministrará energía a toda la maquinaria del proceso productivo, así como a las del acondicionamiento de los edificios.

### **1.4.- Normativa**

La normativa vigente que se aplica a este proyecto se enumera a continuación:

- 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 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.

### 1.5.- Emplazamiento

El complejo industrial donde se va a llevar a cabo la actividad se encuentra en Zamora, en el polígono industrial de La Hiniesta-Ampliación, C/ La Artiga S/N, parcelas 03, 04, 05 y 06 del sector 03 de dicho polígono, con referencia catastral 9613703TM6091S0001RG. El emplazamiento se puede observar en el plano 01 del anexo 7

### 1.6.- Complejo industrial

La actividad se va a desarrollar en un complejo industrial formado por tres edificios principales y una pequeña garita de control de accesos.

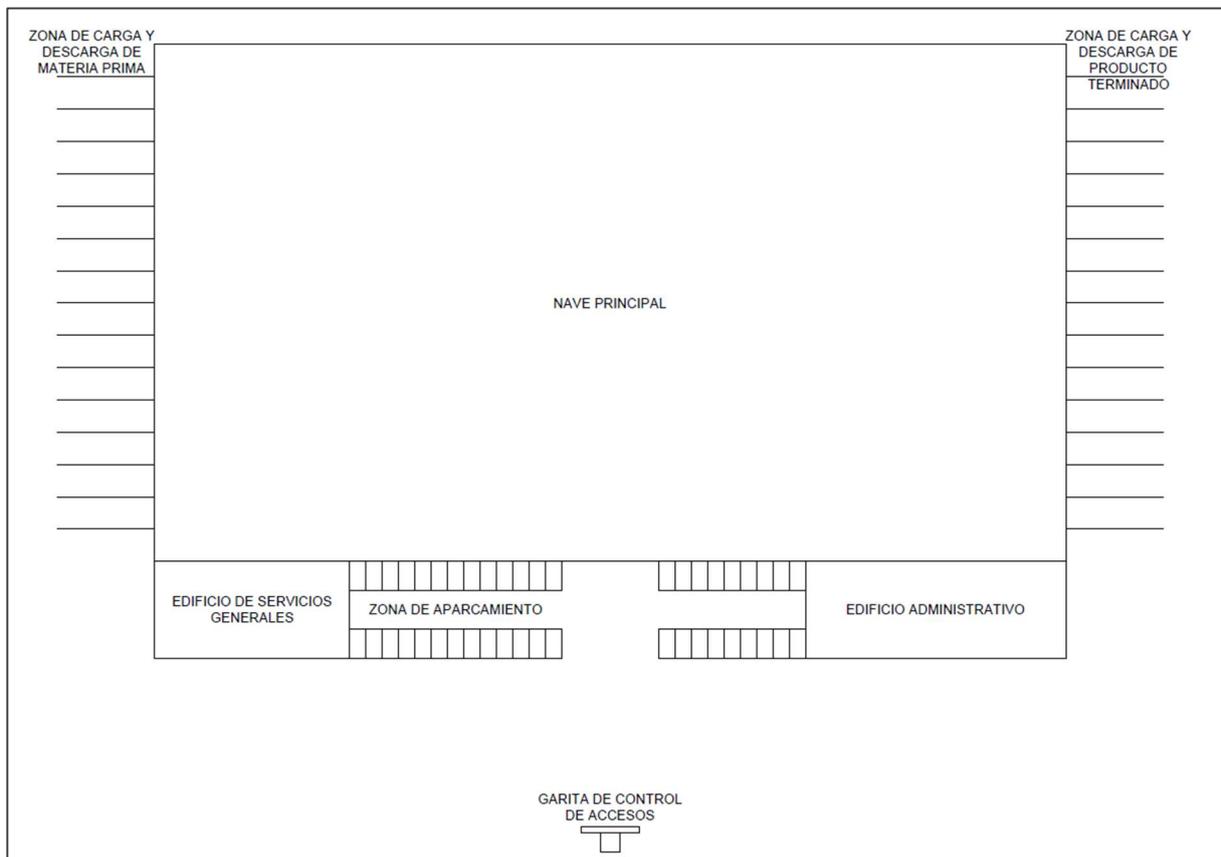


Fig. 1. Esquema del complejo industrial.

En la zona exterior de la nave principal cuenta con zonas destinadas a carga y descarga de materia prima y productos terminados para cada uno de los distintos almacenes. También existe una zona destinada para el estacionamiento de vehículos.

El recinto dispondrá de un cerramiento de dimensiones 160x110 m.

### 1.6.1.- Nave principal

La nave principal será el edificio donde tendrá lugar el proceso productivo, contando con unas dimensiones de 140x80m. Dentro del mismo, se pueden distinguir la zona de almacenes de materia prima y corte de las bobinas, la zona de producción, los almacenes de productor terminado y la zona de servicios auxiliares.

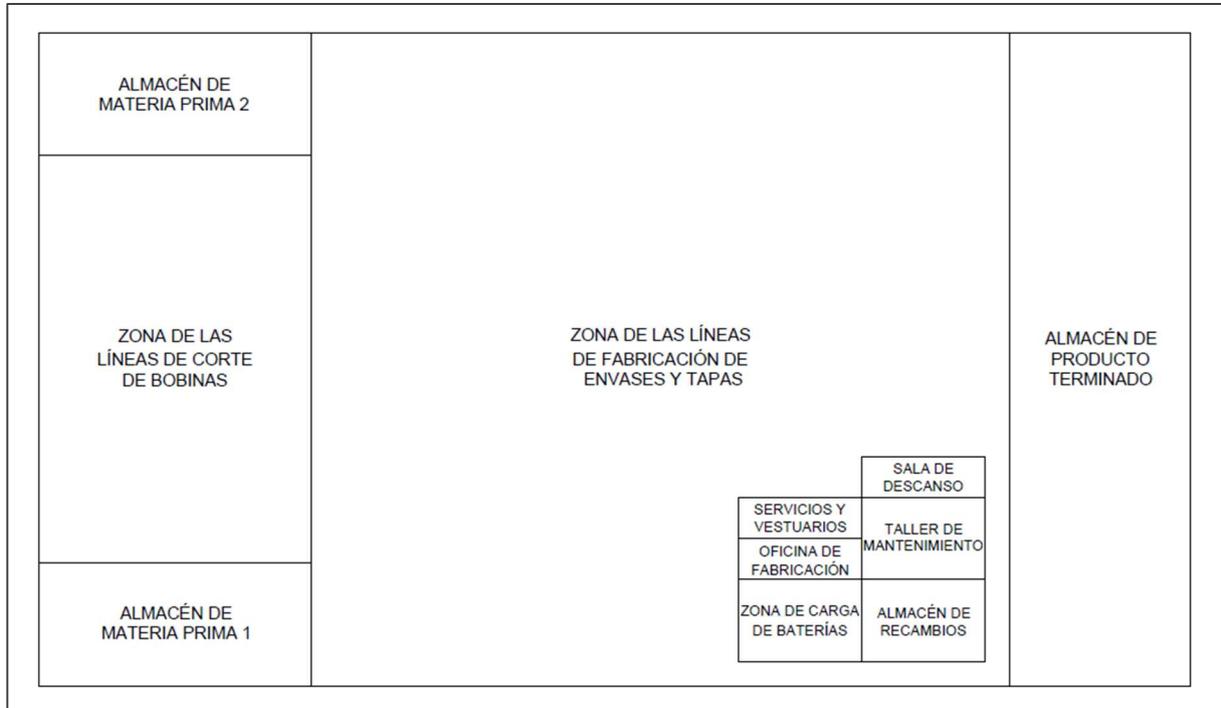


Fig. 2. Esquema de la nave principal.

En la zona de materia prima y corte de bobinas se encuentran los almacenes de materia prima 1 y 2, los materiales se encuentran dispuestos en bobinas y laminas apiladas de aluminio o de hojalata, organizadas a su vez en función del grosor, accesorios y otras especificaciones; además del resto de productos necesarios. Y las líneas de proceso de corte y tratamiento de las bobinas.

La zona de las líneas de fabricación de envases y tapas esta dividida en función de las distintas líneas de fabricación como puede observarse en el plano 02 del anexo 7.

La zona de servicios auxiliares incluye zona de carga de baterías, almacén de recambios, oficina de fabricación, servicios y vestuarios, taller de mantenimiento y sala de descanso.

El almacén de producto terminado está dividido en distintas zonas en función de la línea de producción, tales como el almacén de envases de bebidas, envases industriales, envases alimenticios de dos piezas por embutición simple, etc. Teniendo en cuenta que las tapas se almacén en el mismo lugar del envase al que pertenecen.

### 1.6.2.- Edificio administrativo

El edificio administrativo cuenta con dos plantas con unas dimensiones de 40x15m. La planta baja está destinada como zona de recepción y exposición de los productos fabricados, además de contar con servicios y vestuarios. En la primera planta se encuentran las oficinas del complejo industrial.



Fig. 3 y 4. Esquema de la planta baja (izq.) y primera planta (der.) del edificio administrativo.

### 1.6.3.- Edificio de servicios generales

El edificio de servicios generales alberga el conjunto de instalaciones que son necesarias para satisfacer los requerimientos tanto del proceso productivo como del acondicionamiento del complejo industrial. Estos servicios son:

- Central de producción de calor.
- Central de producción de aire comprimido.
- Central de aguas.
- Grupo electrógeno.
- Centro de transformación.

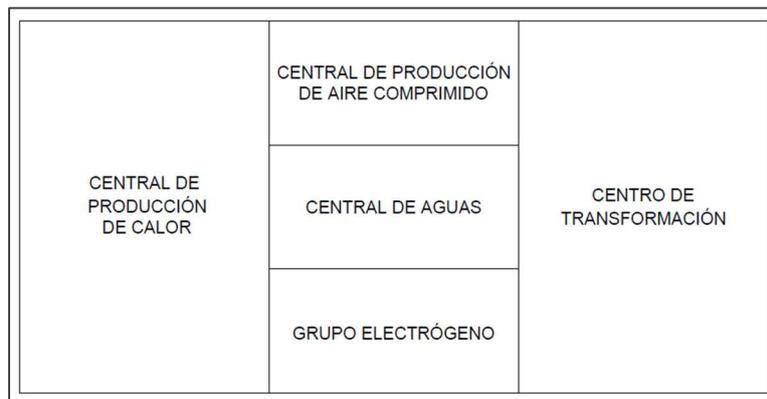


Fig. 5. Esquema del edificio de servicios generales.

## 1.7.- Productos implicados en la fabricación

### 1.7.1.- Materia prima

Las materias primas empleadas en el proceso productivo consisten principalmente en elementos metálicos, además de elementos necesarios para llevar a cabo de forma correcta el proceso productivo.

#### 1.7.1.1.- Hojalata

Para los productos terminados compuestos principalmente de acero se va a emplear este en forma de hojalata. La hojalata es un material compuesto por las capas, pero básicamente consiste en una lámina de acero recubierta de estaño.

El uso de la hojalata para la fabricación de envases está muy extendido, esto es debido a sus propiedades:

- **Resistencia mecánica:** se trata de un material con gran resistencia para soportar golpes, deformaciones y deterioros.
- **Hermeticidad:** los envases de hojalata aseguran la conservación en buen estado de sus productos, al no dejar que ningún agente externo penetre en su interior y pueda dañar su estado.

- **Inocuo:** no modifica las propiedades ni características de su contenido, conservando la calidad original del producto.
- **Durabilidad:** la hojalata se caracteriza por perdurar en el tiempo sin perder sus propiedades.
- **Ligereza:** material de poco peso. Junto con la resistencia mecánica permite un mejor transporte
- **Reciclable:** debido a sus características magnéticas, es muy fácil separarlo del resto de residuos. Además, con su uso no pierde las características, por lo que una vez reciclado, se puede incorporar fácilmente a la cadena de producción.
- **Económico:** este tipo de envase se produce precios asequibles y permite mantener los costes de forma competitiva.

También es necesario comentar los problemas asociados a los envases de hojalata, los cuales hacen necesario tratamientos adicionales durante el proceso productivo:

- **Corrosión:** el material se puede deteriorar como consecuencia de un proceso electroquímico entre el hierro y el estaño. Solo afecta al envase, y no al producto envasado
- **Sulfuración:** se produce por la reacción de los iones sulfuros de alimentos cárnicos, pescados y muchos vegetales, con el hierro y el estaño de la hojalata. No resulta tóxica.

### 1.7.1.2.- Aluminio

El uso del aluminio para la fabricación de envases se debe a sus propiedades, similares a las de la hojalata:

- **Propiedades mecánicas:** se trata de un material con gran resistencia para soportar golpes, deformaciones y deterioros
- **Ligereza:** se trata de un material con altas características resistentes en relación al peso específico.
- **Inocuo:** no modifica las propiedades ni características de su contenido, conservando la calidad original del producto.
- **Reciclable:** el 100% del aluminio es reciclable, el proceso de reciclado supone un gasto energético ínfimo en comparación con su fabricación a partir de la bauxita.

### 1.7.1.3.- Otros

El resto de materiales utilizados en el proceso productivos responden a necesidades del mismo, como puede ser el uso de barnices de protección interior, que dependiendo del tipo de envases pueden ser: epoxis, poliésteres con óxido de titanio, organosol u otros productos similares; para garantizar que no se produzcan fenómenos de corrosión debido al producto envasado, o pinturas para la decoración externa de los envases.

### 1.7.2.- Producto terminado

Los posibles productos resultantes del proceso productivo se pueden clasificar en función de la materia prima principal empleada, el empleo que va a realizar el envase, la forma final del envase o el proceso de fabricación.



Fig. 6. Ejemplos de envases metálicos.

CLASIFICACIÓN DE LOS ENVASES				
<b>Materia prima</b>	<i>Hojalata</i>			
	<i>Aluminio</i>			
<b>Destino</b>	<i>Alimentarios</i>	Consumo humano (latas de conserva)		
	<i>Bebidas</i>	Consumo humano (bebidas carbonatadas)		
	<i>Industriales</i>	Ambientes industriales (Botes, bidones, ...)		
<b>Sección de la forma</b>	<i>Cilíndricos</i>	<i>Rectangulares</i>	<i>Oblongos</i>	<i>Ovalados</i>
				
<b>Proceso fabricación</b>	<i>Dos piezas</i>		<i>Tres piezas</i>	
				

Tabla 1. Clasificación de los envases.

Una vez conocidas las posibles clasificaciones de los envases se va a definir los productos terminados resultantes de las distintas líneas de producción del complejo industrial:

- Envases alimentarios de hojalata de dos y tres piezas
- Envases de bebidas fabricados de dos piezas en aluminio con forma cilíndrica
- Envases industriales fabricados de tres piezas.

### 1.8.- Proceso productivo

El proceso productivo realizado en el complejo industrial esta dividido en un conjunto de subprocesos con el objetivo de facilitar la organización dentro del complejo.

### 1.8.1.- Almacén y corte de las bobinas

Esta parte del proceso constituye el primer eslabón de la cadena de producción de los envases metálicos y es común para todas las líneas de producción de la fábrica.

Se trata del almacenamiento de las bobinas de hojalata y aluminio, para su posterior corte, tratamiento y almacenaje en distintas formas.

Las líneas de almacén y corte constan de las siguiente maquinas:

1. **Volteador de bobinas:** Las bobinas se reciben en palets de madera con la bobina apoyada sobre una de sus caras, las bobinas se cargan sobre la plataforma de la maquina y se voltea.
2. **Carro de carga:** la bobina se extrae del volteador y se lleva a la siguiente maquina sobre el carro.
3. **Devanador de bobinas** (o desbobinadora): El carro de carga sitúa la bobina en el interior del eje de devanado, la devanadora expansiona sus tejas para sujetar la bobina y devanarla.
4. **Zona de inspección:** La banda atraviesa una zona con una serie de zonas para comprobar la calidad de la misma, entre otras, estas zonas son: inspección visual, medidor del espesor y detector de poros.
5. **Zona de pretratamiento:** La banda atraviesa una zona donde se somete a diversos tratamientos para la limpieza y protección de la misma.
6. **Enderezadora:** La enderezadora tiene la misión de traccionar la banda para que los procesos anteriores se den a una velocidad regulada y alimentar el bucle.
7. **Bucle:** es una pequeña zona en forma de foso donde se almacena temporalmente la banda antes de alimentar la prensa, lo que permite que esta pueda trabajar a la velocidad que requiera, mientras la banda no sufre tensiones.
8. **Prensa** (o cizalladora): En este punto la banda se corta en planchas, estas planchas pueden ser producto de un corte recto o pre-scroll. Este tipo de prensa está compuesta por: guías de escuadrado, sistema de alimentación de la banda, sistema de prensa, rodillos expulsores y cintas transportadora hacia la siguiente máquina.
9. **Apilador de hojas:** Constan de dos laterales fijos y tope frontal móvil que permiten el apilado y escuadrado del paquete de planchas para su posterior almacenaje o paso al siguiente proceso de la línea de producción a la que está destinado.
10. **Carretilla elevadora:** Transporta las hojas apiladas hasta la zona del siguiente proceso o hasta la zona de almacenaje oportuna.



Fig. 7. Diagrama del proceso productivo de almacén y corte de bobinas.

### 1.8.2.- Envases de tres piezas

Los envases de tres piezas constan de un tubo soldado por una de sus generatrices, más dos tapas, de una tapa inferior que se une al tubo al final del proceso y de una tapa superior suelta que se une al tubo una vez se ha introducido el material a envasar.



Fig. 8. Ejemplo de envase de tres piezas

### 1.8.2.1.- Barnizado envases de tres piezas

Esta parte del proceso constituye un paso previo de la materia prima que posteriormente se utilizara para la fabricación de los envases de tres piezas. Consta de las siguientes máquinas y procesos:

1. **Litografiadora:** Las hojas apiladas resultantes de la zona de almacén y corte de las bobinas se transportan al sistema desapilador de la litografiadora, que se encarga de empujar cada una de las hojas de forma individual para alimentar el sistema de litografiado encargado de aplicar la decoración externa del envase.
2. **Horno de secado:** tras aplicar la decoración externa es necesario esperar que esta se seque para quedar aplicada correctamente, para que agilizar el secado se emplea un horno de secado lineal.
3. **Barnizadora:** se encarga de dar capas de barniz para proteger el envase, para ello se emplea una mesa de alimentación de barnizado para transportar las hojas y un sistema de aplicación de barniz mediante rodillos que aplica el barniz por ambas caras.
4. **Horno de secado:** tras aplicar cada capa de barniz es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
5. **Apilador de hojas:** Constan de dos laterales fijos y tope frontal móvil que permiten el apilado y escuadrado del paquete de planchas para su posterior almacenaje o paso al siguiente proceso de la línea de producción a la que está destinado.
6. **Carretilla elevadora:** Transporta las hojas apiladas hasta la zona del siguiente proceso o hasta la zona de almacenaje oportuna.



Fig. 9. Diagrama del proceso productivo del barnizado de envases de tres piezas.

### 1.8.2.2.- Formación de envases de tres piezas

Esta es la parte del proceso en la que se le da forma a los envases de tres piezas, para ello se emplean las siguientes maquinas:

1. **Prensa (o cizalladora):** Las hojas apiladas procedentes de la zona de barnizado se transportan a una presan que se encarga de desapilarlas y cortarlas mediante un sistema

- de cizallado con las dimensiones adecuadas necesarias para la formación del envase (respetando las distintas tolerancias y reservas para poder realizar la soldadura.)
2. **Soldadora:** el conjunto de transformaciones que sufren las hojas en esta máquina se puede dividir en los siguientes procesos:
    - a. **Conformado:** la soldadora recibe las hojas de la prensa y realiza la formación de la virola lo que significa dar forma al envase en función de la sección transversal que se quiera, el ejemplo más sencillo de visualizar es la formación de un cilindro enrollando la hoja sobre sí misma.
    - b. **Soldadura:** cuando el tubo está conformado correctamente con la cuantía del solapamiento de los bordes de material uniforme a lo largo de todo el tubo y las dimensiones adecuadas, se procede a la soldadura del solapamiento. Normalmente se realiza una soldadura eléctrica en una atmosfera protectora mediante el uso de roldanas de resistencia eléctrica. Lo que permite conseguir una línea continua de soldadura, conocida como costura
    - c. **Barnizado de la costura:** debido a las características del proceso de soldadura elegido, es necesario barnizar la costura, tanto en la parte interna como en la externa
  3. **Operaciones opcionales:** en este punto la virola está formada y el envase está decorado y correctamente protegido, por lo que es el punto más adecuado para realizar las operaciones necesarias para dar la forma deseada al envase, estas operaciones pueden ser entallados de una o ambos extremos del tubo, acordonados con fin de aumentar la rigidez y de esta forma mejorar la resistencia del envase a los posibles golpes a los que puede estar sometido durante su vida útil, etc.
  4. **Pestañadora:** consiste en darle una forma específica al borde del envase, mediante una mandriladora, para poder realizar el cierre del envase.
  5. **Proceso de cierre:** se realiza mediante una maquina automática llamada cerradora, este proceso consiste en colocar la tapa inferior (proveniente de otra de las líneas de la fábrica) con el método de doble cierre, este cierre se obtiene curvando el ala de la tapa del fondo alrededor de la pestaña del tubo, enganchándolas entre sí, hasta producir una unión completamente hermética, el objetivo de este cierre es el de obtener una junta totalmente estanca.
  6. **Probadora de fugas:** para comprobar que la junta realiza anteriormente es realmente estanca, los envases se introducen en un sistema automático que trabaja a alta presión para poder detectar envases defectuosos para poder eliminarlos de la línea productiva
  7. **Paletizador automático:** consta de un sistema que ordena los envases en filas, columnas y capas apiladas sobre un pale; y un sistema de embalado.
  8. **Carretilla elevadora:** Transporta el pale donde se encuentran embalados los envases desde el paletizador hasta el almacén de producto terminado correspondiente a los envases de tres piezas.



Fig. 10. Diagrama del proceso productivo de la formación de envases de tres piezas.

### 1.8.3.- Envases de dos piezas

Los envases de dos piezas constan de un tubo-fondo constituido en una sola pieza y de una tapa suelta que posteriormente se une al extremo abierto, la operación principal en su fabricación es la embutición, existiendo tres técnicas diferentes en la fabricación.

#### 1.8.3.1.- Envases por embutición simple

Los envases por embutición simple se obtienen por una única embutición, es la técnica más antigua y permite fabricar envases de poca altura.

##### 1.8.3.1.1.- Litografiado de los envases de dos piezas por embutición simple

Esta parte del proceso constituye un paso intermedio entre el corte de las bobinas y el modelado propio de los envases de dos piezas fabricados por embutición simple. Consta de las siguientes máquinas y procesos:

1. **Litografiadora:** Las hojas apiladas resultantes de la zona de almacén y corte de las bobinas se transportan al sistema desapilador de la litografiadora, que se encarga de empujar cada una de las hojas de forma individual para alimentar el sistema de litografiado encargado de aplicar la decoración externa del envase. El diseño de la litografía es complejo, puesto que hay que hacer una compensación de las deformaciones en la embutición
2. **Horno de secado:** tras aplicar la decoración externa es necesario esperar que esta se seque para quedar aplicada correctamente, para que agilizar el secado se emplea un horno de secado lineal.



Fig. 11. Diagrama del proceso productivo del litografiado de los envases de dos piezas por embutición simple.

##### 1.8.3.1.2.- Formación de los envases por embutición simple

La línea de producción de los envases de dos piezas obtenidos por embutición simple consta de los siguientes procesos y máquinas:

1. **Prensa** (o troqueladora): Las hojas apiladas procedentes de la zona de litografiado se transportan a una prensa que se encarga de desapilarlas y cortarlas en discos mediante un sistema de troquel con las dimensiones adecuadas necesarias para la formación del envase (respetando las distintas tolerancias y reservas para poder realizar la embutición de forma correcta).
2. **Embutidora:** Los discos procedentes de la prensa alinean en grupos y se introducen en el sistema de embutición multipunzón de elevado tonelaje, esta única embutición da la forma principal al envase.
3. **Pestañadora:** los envases con forma de copa procedentes de la embutidora se introducen en la pestañadora, que se encarga de recortar el material sobrante del borde superior y de igualar el borde, después de esta operación se le da una forma específica al borde del envase, mediante una mandriladora, para poder realizar el cierre del envase.
4. **Barnizadora:** se encarga de dar capas de barniz para proteger el envase, para ello se emplea un sistema de aplicación de barniz mediante spray que aplica la cantidad de barniz necesario.
5. **Horno de secado:** tras aplicar cada capa de barniz es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
6. **Paletizador automático:** consta de un sistema que ordena los envases en filas, columnas y capas apiladas sobre un pale; y un sistema de embalado.

7. **Carretilla elevadora:** transporta el pale donde se encuentran embalados los envases desde el paletizador hasta el almacén de producto terminado correspondiente a los envases de dos piezas de embutición simple.

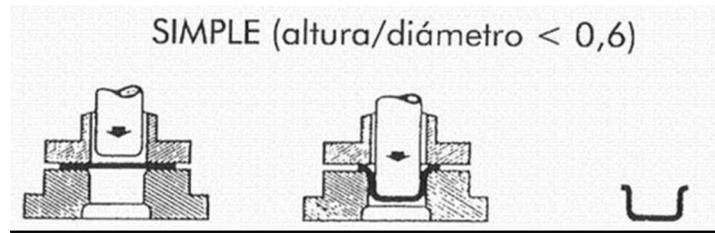


Fig. 12. Proceso de embutición de los envases de dos piezas por embutición simple

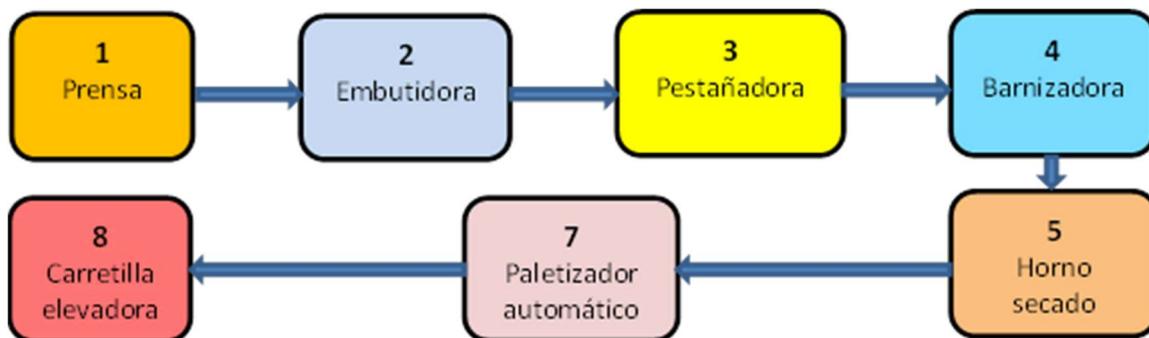


Fig. 13. Diagrama del proceso productivo de la formación de los envases de dos piezas por embutición simple.

### 1.8.3.2.- Envases embutidos-reembutados (DRD)

Los envases embutidos-reembutados o DRD (Drawn and ReDrawn) se obtienen mediante una embutición realizada en varias operaciones y la conformación del envase se realiza mediante embuticiones sucesivas.

El proceso de fabricación de este tipo de envases consta de las siguientes máquinas y procesos:

1. **Prensa** (o troqueladora): las hojas apiladas procedentes de la zona de litografiado se transportan a una presan que se encarga de desapilarlas y cortarlas en discos mediante un sistema de troquel con las dimensiones adecuadas necesarias para la formación del envase (respetando las distintas tolerancias y reservas para poder realizar los procesos posteriores de forma correcta).
2. **Embutidora:** Los discos procedentes de la prensa alinean en grupos y se introducen en el sistema de embutición multipunzón de elevado tonelaje, en este proceso los discos adquieren forma de copa de mayor diámetro y menor altura que los del envase final.
3. **Reembutidora:** las copas recién obtenidas pasan a una segunda embutidora que, en función de la altura final que vaya a tener el envase, realiza varias embuticiones de forma secuencial, En cada una de las embuticiones se reduce el diámetro y se aumenta la altura de la copa.
4. **Moldeadora:** como en la en anterior operación el fondo de las copas permanece inalterado, se realiza un estampado (o moldeado) del fondo, este proceso se realiza para darle una forma más atractiva (motivos comerciales) o para aumentar la rigidez del fondo del envase.
5. **Barnizadora:** se encarga de dar capas de barniz para proteger el envase, para ello se emplea un sistema de rodillos empapados en barniza que aplica la cantidad de barniz necesaria. Previamente a la aplicación del barniz las copas se a un lavado, aclaro y secado, para eliminar cualquier resto de lubricante empleado en los anteriores procesos.

6. **Horno de secado:** tras aplicar cada capa de barniz es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
7. **Pestañadora:** los envases con forma de copa procedentes de la embutidora se introducen en la pestañadora, que se encarga de realizar las operaciones de recorte (recortar el material sobrante del borde superior e igualar el borde), entallado (reducir el cuello del envase este para reducir el diámetro de la tapa) y pestañado (realización de la forma específica al borde del envase, mediante una mandriladora, para poder realizar el cierre del envase.)
8. **Máquina de decoración:** tras la aplicación de las capas del barniz protector, se procede aplicación de la decoración externa, se puede realizar aplicando una capa de pintura o colocar un papel adhesivo mediante un sistema de rodillo que presionan la superficie de las copas.
9. **Horno de secado:** tras aplicar la decoración es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
10. **Barnizadora:** se procede a un segundo paso por una barnizadora para la protección tanto del interior como el exterior del envase.
11. **Horno de secado:** tras aplicar cada capa de barniz es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
12. **Paletizador automático:** consta de un sistema que ordena los envases en filas, columnas y capas apiladas sobre un pale; y un sistema de embalado.
13. **Carretilla elevadora:** transporta el pale donde se encuentran embalados los envases desde el paletizador hasta el almacén de producto terminado correspondiente a los envases de dos piezas de embutición simple.

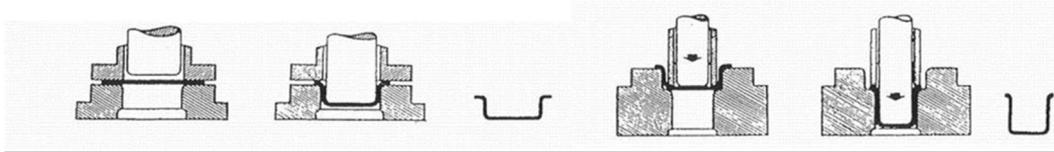


Fig. 14. Proceso de embutición y reembutición de los envases de dos piezas DRD.



Fig. 15. Diagrama del proceso productivo de los envases de dos piezas DRD.

### 1.8.3.3.- Encases embutidos-estirados (DWI)

Los envases embutidos-estirados o DWI (Drawn and Wall-Ironed) se obtienen mediante una embutición seguida de varias operaciones de estirado para aumentar la altura del envase y reducir el espesor de las paredes del envase.

El proceso de fabricación de este tipo de envases consta de las siguientes máquinas y procesos:

1. **Prensa** (o troqueladora): las hojas apiladas procedentes de la zona de litografiado se transportan a una presan que se encarga de desapilarlas y cortarlas en discos mediante un sistema de troquel con las dimensiones adecuadas necesarias para la formación del envase (respetando las distintas tolerancias y reservas para poder realizar los procesos posteriores de forma correcta).
2. **Embutidora**: Los discos procedentes de la prensa alinean en grupos y se introducen en el sistema de embutición multipunzón de elevado tonelaje, en este proceso los discos adquieren forma de copa de menor altura que la del envase final.
3. **Sistema de estirado y planchado**: las copas obtenidas tras la embutición se someten a un proceso de estirado y planchado mediante un mandril en el interior de la copa que la empuja para que pase a través de una serie de anillo de unas dimensiones determinadas, este paso por los anillos provoca una reducción del espesor de las paredes laterales de la copa, pero el fondo de esta permanece inalterado. Debido a la fricción es necesario que la operación se realice en un baño de lubricante
4. **Moldeadora**: como en la en anterior operación el fondo de las copas permanece inalterado, se realiza un estampado (o moldeado) del fondo, este proceso se realiza para darle una forma más atractiva (motivos comerciales) o para aumentar la rigidez del fondo del envase.
5. **Barnizadora**: se encarga de dar capas de barniz para proteger el envase, para ello se emplea un sistema de aplicación de barniz mediante spray que aplica la cantidad de barniz necesario. Previamente a la aplicación del barniz las copas se a un lavado, aclaro y secado, para eliminar cualquier resto de lubricante empleado en los anteriores procesos.
6. **Horno de secado**: tras aplicar cada capa de barniz es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
7. **Pestañadora**: los envases con forma de copa procedentes de la embutidora se introducen en la pestañadora, que se encarga de realizar las operaciones de recorte (recortar el material sobrante del borde superior e igualar el borde), entallado (reducir el cuello del envase este para reducir el diámetro de la tapa) y pestañado (realización de la forma específica al borde del envase, mediante una mandriladora, para poder realizar el cierre del envase.)
8. **Máquina de decoración**: tras la aplicación de las capas del barniz protector, se procede aplicación de la decoración externa, se puede realizar aplicando una capa de pintura o colocar un papel adhesivo mediante un sistema de rodillo que presionan la superficie de las copas.
9. **Horno de secado**: tras aplicar la decoración es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
10. **Barnizadora**: se procede a un segundo paso por una barnizadora para la protección tanto del interior como el exterior del envase.
11. **Horno de secado**: tras aplicar cada capa de barniz es necesario un secado que se agiliza mediante un horno lineal.
12. **Paletizador automático**: consta de un sistema que ordena los envases en filas, columnas y capas apiladas sobre un pale; y un sistema de embalado.
13. **Carretilla elevadora**: transporta el pale donde se encuentran embalados los envases desde el paletizador hasta el almacén de producto terminado correspondiente a los envases de dos piezas de embutición simple.

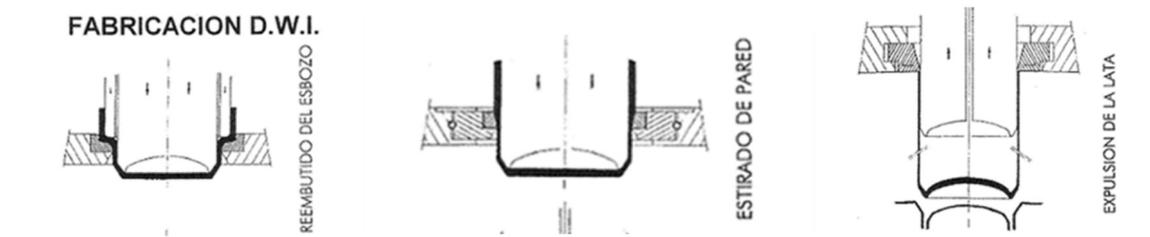


Fig. 16. Proceso de embutición y estirado de los envases de dos piezas DWI.

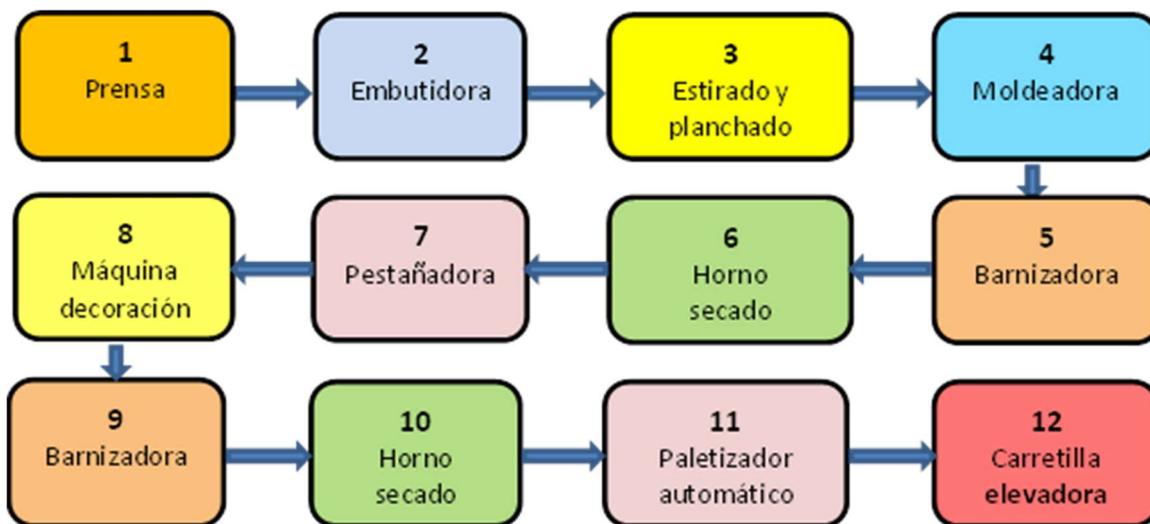


Fig. 17. Diagrama del proceso productivo de los envases de dos piezas DWI.

### 1.8.4.- Tapas de los envases

Las tapas que se fabrican deben tener distintas especificaciones en función de los envases que se fabrican en las distintas líneas de producción del complejo industria



Fig. 18. Ejemplo las tapas que se producen.

#### 1.8.4.1.- Tapas normales

Como se ha dicho las tapas que se fabrican deben tener distintas especificaciones en función de los envases que se fabrican en las distintas líneas de producción del complejo industria, pero las operaciones principales necesarias para obtenerlas son similares, en los cuales se emplearan las siguientes máquinas y procesos:

1. **Prensa scroll:** Las hojas apiladas resultantes de la zona de almacén y corte de las bobinas se transportan al sistema desapilador de la prensa scroll, que se encarga de empujar cada una de las hojas de forma individual para alimentar el sistema de corte de

la prensa, encargado de cortar las hojas en tiras con una anchura de dos veces el diámetro de la tapa que se quiere fabricar.

2. **Prensa** (o troqueladora): las tiras entran en otra prensa que se encargan de troquelarlas en forma de disco con el diámetro requerido para que posteriormente se ajuste correctamente al envase, también es la encargada de realizar el perfil de la tapa y la adición de textos mediante relieve de la misma.
3. **Rebordeadora**: curva el borde de la tapa hacia el interior de la tapa, siendo este el primer paso necesario para realizar posteriormente el cierre con el cuerpo del envase.
4. **Engomado**: una maquina compuesta por una serie de inyectores neumáticos o electroneumáticos aplica una capa de goma a las tapas para protegerla.
5. **Horno de secado**: tras aplicar la goma es necesario secarla un horno.
6. Una vez las tapas ha pasado el horno de secado se pueden dirigir, en función de lo que se requiera, al encartuchado a la línea de producción de tapas especiales.
7. **Encartuchado y paletizado automático**: se recubre la tapa con un film plástico o se introduce en cartuchos de papel, posteriormente se introduce un conjunto de tapas en cajas de cartón para después paletizarlas.
8. **Carretilla elevadora**: Transporta el pale donde se encuentran embalados las tapas hasta el almacén de producto terminado correspondiente al envase al que pertenecen las tapas.

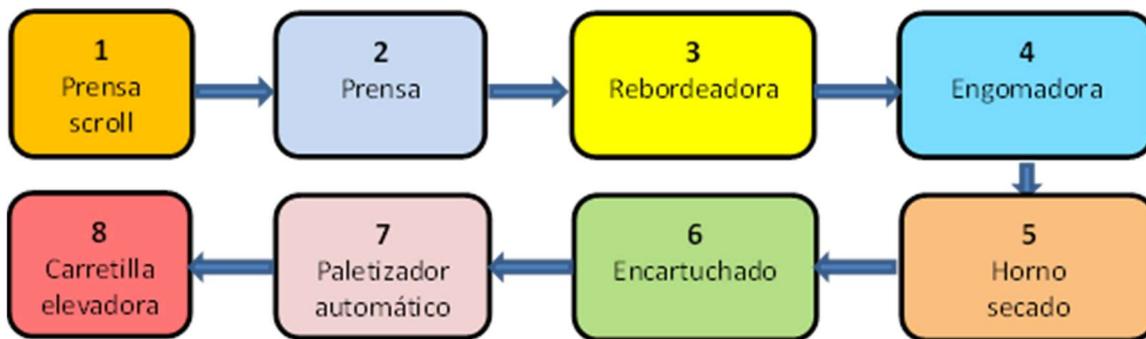


Fig. 19. Diagrama del proceso productivo de tapas normales.

#### 1.8.4.2.- Tapas especiales

Una vez las tapas tienen su forma en el proceso anterior se pueden someter a distintas operaciones opcionales con el objetivo de añadirles distintas características que aumenten su valor y utilidad, como pueden ser tapas de fácil apertura.

En este caso, las tapas especiales que se van a realizar en esta fábrica, se emplearán las siguientes máquinas:

1. **Devanador de fleje**: una bobina de pequeño tamaño, proveniente de los almacenes de materia prima, se introduce en un devanador de fleje que deslía la bobina y proporciona el material adicional que requieran las posteriores operaciones
2. **Prensa** (o troqueladora): a partir de la cinta proveniente de la devanadora de fleje se fabrica la anilla, se crea una incisión en la tapa, en el siguiente paso se incorpora la anilla a la tapa mediante un remache, por último, se realiza un troquelado superficial a todo el contorno de la tapa para facilitar una apertura controlada.
3. **Litografiadora**: Las tapas se introducen en el sistema de litografiado encargado de aplicar la decoración externa de las tapas
4. **Horno de secado**: tras aplicar la decoración externa es necesario esperar que esta se seque para quedar aplicada correctamente, para que agilizar el secado se emplea un horno de secado lineal.

5. **Barnizadora:** para proteger la zona en la que se ha producido la incisión en la tapa, además de los nuevos elementos incorporados a la tapa, es necesario aplicar una capa de barniz protector.
6. **Horno de secado:** tras aplicar el barniz las tapas se introducen en un horno para que el barniz se seque rápidamente.
7. **Encartuchado y paletizado automático:** al igual que para las tapas normales se recubre la tapa con un film plástico o se introduce en cartuchos de papel y posteriormente se introduce un conjunto de tapas en cajas de cartón para después paletizarlas.
8. **Carretilla elevadora:** Transporta el pale donde se encuentran embalados las tapas hasta el almacén de producto terminado correspondiente al envase al que pertenecen las tapas.



Fig. 20. Diagrama del proceso productivo de tapas especiales.

### 1.8.5.- Diferencias entre los distintos procesos

Pese a que todos los procesos comentados son similares existen grandes diferencias que en los envases que se obtienen en cada uno de ellos, lo que provoca que para cada producto a envasar sea necesario elegir el proceso más adecuado. Estas diferencias se pueden resumir en los siguientes puntos principales:

- Los envases de dos piezas por embutición simple son los más sencillos de fabricar y, por tanto, sus líneas de fabricación son sencillas y flexibles.
- Las líneas de proceso para la fabricación de envases de tres piezas son las más flexibles, esto es debido a que cuando se desea cambiar de fabricar un tipo de envase a otro de distinta forma y dimensiones, solo hay que cambiar los parámetros del segundo cizallado y la forma del tubo.
- Las líneas de proceso para la fabricación de envases de dos piezas DRD son poco flexibles debido a que las maquinas encargadas de las reembuticiones se fabrican para un tipo concreto de envase.
- El proceso de decoración externa de los envases de tres piezas y de dos piezas por embutición simple es más sencilla que para el resto de envases porque se realiza mientras la materia prima es plana.
- El nivel de calidad de los envases embutidos es mayor y más uniforme.
- El coste de inversión inicial en la línea de los envases de dos piezas DRD y DWI es el mayor, mientras que en los de embutición simple es el menor

### 1.8.6.- Líneas de producción

#### 1.8.6.1.- Almacén y corte de las bobinas

Proceso previo para acomodar la forma de la materia prima a las necesidades del resto de líneas de producción.

### 1.8.6.2.- Líneas de fabricación

Las líneas de fabricación del complejo industrial son las siguientes:

PRODUCTOS FABRICADOS	LÍNEAS DE FABRICACIÓN
0.- Corte de bobinas	0.1.- Línea corte dos piezas DWI en aluminio.
	0.2.- Línea corte dos piezas embutición simple en hojalata.
	0.3.- Línea corte dos piezas DRD en hojalata.
	0.4.- Línea corte tres piezas, envases alimenta en Hojalata.
	0.5.- Línea corte de tres piezas, envases industriales en hojalata.
	0.6.- Línea corte de tapas, envases aluminio y hojalata.
1.- Envases de bebidas	1.1.- Línea de fabricación de dos piezas DWI en aluminio.
2.- Envases alimentarios	2.1.- Línea de fabricación de dos piezas por embutición simple en hojalata
	2.2.- Línea de fabricación de dos piezas DRD en hojalata.
	2.3.- Línea de fabricación de tres piezas en hojalata.
3.- Envases industriales	3.1.- Línea de fabricación de tres piezas en hojalata.
4.- Tapas de los envases	4.1.- Tapas normales de distintos materiales.
	4.2.- Tapas especiales de distintos materiales.

Tabla 2. Líneas de fabricación.

### 1.9.- Maquinaria y equipos

En el apartado anterior se ha detallado las operaciones necesarias para la fabricación de los distintos envases que están presentes en el complejo industria, a continuación, se detalla para cada sección o línea de fabricación el nombre de las maquinas o equipos, su cantidad y la potencia eléctrica instalada

#### 1.9.1.- Almacén y corte de las bobinas

ALMACÉN Y CORTE DE BOBINAS			
Sección	Nombre de la máquina	Cantidad	P. Unit.(kW)
<i>Recepción materia prima</i>	Puente grúa	1	3
<i>Dos piezas DWI, aluminio</i>	Volteador	1	4
	Devanador	1	6
	Zona de pretratamiento	1	9
	Enderezadora	1	1,5
	Prensa	1	7
	Apilador de hojas	1	6
<i>Dos piezas hojalata</i>	Volteador	2	4
	Devanador	2	6
	Zona de pretratamiento	2	9
	Enderezadora	2	1,5

Tabla 3.1. Maquinaria y equipos, almacén y corte de las bobinas.

<b>ALMACÉN Y CORTE DE BOBINAS</b>			
<b>Sección</b>	<b>Nombre de la máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit.(kW)</b>
<i>Dos piezas hojalata</i>	Prensa	2	7
	Apilador de hojas	2	6
<i>Tres piezas hojalata</i>	Volteador	2	4
	Devanador	2	6
	Zona de pretratamiento	2	9
	Enderezadora	2	1,5
	Prensa	2	7
	Apilador de hojas	2	6
<i>Tapas aluminio y hojalata</i>	Volteador	2	4
	Devanador	2	6
	Zona de pretratamiento	2	9
	Enderezadora	2	1,5
	Prensa	2	7
	Apilador de hojas	2	6

Tabla 3.2. Maquinaria y equipos, almacén y corte de las bobinas.

## 1.9.2.- Líneas de fabricación

### 1.9.2.1.- Envases de bebidas

<b>ENVASES DE BEBIDAS</b>			
<b>Línea de fabricación</b>	<b>Nombre de la máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit.(kW)</b>
<i>Dos piezas DWI, aluminio</i>	Prensa	1	7
	Embutidora	1	9,5
	Estirado y planchado	1	15
	Moldeadora	1	3,5
	Barnizadora	2	9
	Horno de secado	3	12
	Pestañadora	1	2,2
	Máquina de decoración	1	9
	Paletizador automático	1	3

Tabla 4 Maquinaria y equipos, envases de bebidas DWI.

### 1.9.2.2.- Envases alimentarios

ENVASES ALIMENTARIOS			
Línea de fabricación	Nombre de la máquina	Cantidad	P. Unit.(kW)
<i>Dos piezas embutición simple, aluminio</i>	Litografiadora	1	3
	Horno de secado	2	12
	Prensa	1	7
	Embutidora	1	9,5
	Pestañadora	1	2,2
	Barnizadora	1	9
	Paletizador automático	1	3
<i>Dos piezas DRD, hojalata</i>	Prensa	1	7
	Embutidora	1	9,5
	Reembutidora	1	9,5
	Moldeadora	1	3,5
	Barnizadora	2	9
	Horno de secado	3	12
	Pestañadora	1	2,2
	Máquina de decoración	1	9
	Paletizador automático	1	3
<i>Tres piezas hojalata</i>	Litografiadora	1	3
	Horno de secado	2	12
	Barnizadora	1	9
	Apilador de hojas	1	6
	Prensa	1	7
	Conformado	1	3,75
	Soldadura	1	70
	Refrigeración soldadura	1	3
	Barnizado de la costura	1	1
	Pestañadora	1	2,2
	Proceso de cierre	1	1,5
	Probadora de fugas	1	2,2
	Paletizador automático	1	3

Tabla 5. Maquinaria y equipos, envases alimentarios.

### 1.9.2.3.- Envases industriales

ENVASES INDUSTRIALES			
Línea de fabricación	Nombre de la máquina	Cantidad	P. Unit.(kW)
<i>Tres piezas hojalata</i>	Litografiadora	1	3
	Horno de secado	2	12
	Barnizadora	1	9
	Apilador de hojas	1	6
	Prensa	1	7
	Conformado	1	3,75
	Soldadura	1	70
	Refrigeración soldadura	1	3
	Barnizado de la costura	1	1
	Pestañadora	1	2,2
	Proceso de cierre	1	1,5
	Probadora de fugas	1	2,2
	Paletizador automático	1	3

Tabla 6. Maquinaria y equipos, envases industriales.

### 1.9.2.4.- Tapas de los envases

TAPAS DE LOS ENVASES			
Línea de fabricación	Nombre de la máquina	Cantidad	P. Unit.(kW)
<i>Tapas normales, aluminio y hojalata</i>	Prensa scroll	1	7
	Prensa	1	7
	Rebordeadora	1	15
	Engomado	1	1,5
	Horno de secado	1	12
	Encartuchado y paletizado	1	1
<i>Tapas especiales, aluminio y hojalata</i>	Devanador de fleje	1	0,25
	Prensa	1	7
	Litografiadora	1	3
	Horno de secado	1	12
	Barnizadora	1	9
	Horno de secado	1	12
	Encartuchado y paletizado	1	1

Tabla 7. Maquinaria y equipos, tapas de los envases.

### **1.9.3.- Resto de maquinaria y equipos**

En cuanto al resto de maquinaria necesaria, se dispondrán de tantos elementos de los mismos como sean necesarios, con el objetivo de eliminar cualquier cuello de botella que puedan suponer.

Además de las estas máquinas y equipos mencionadas se emplearán carros de carga y carretillas elevadoras, los cuales tienen una especial consideración debido a que son elementos móviles alimentados mediante baterías, haciendo necesario destinar de parte del espacio del complejo industrial para la recarga y cambio de las baterías.

### **1.10.- Consideraciones técnicas previas**

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, que, desde su inicio, permita adaptarse a la evolución que vaya sufriendo la planta industrial, sin que ello suponga grandes cambios e importantes costes económicos.

El diseño favorecerá optimizar la explotación y el mantenimiento, así como el control a distancia, de las instalaciones mediante la implantación de los sistemas adecuados, recogiendo parámetros o datos, que una vez gestionados ayuden en la toma de decisiones encaminadas a contribuir a que la planta sea más productiva, pudiendo llegar a conocer los costes energéticos por cada unidad de envase producido y de esta manera poder tomar medidas encaminadas a la reducción de costes.

A continuación, se analizarán uno a uno estos criterios a tener en cuenta.

#### **1.10.1.- Calidad de la energía eléctrica**

La calidad de la energía eléctrica tiene mucha importancia en los procesos productivos ya que ésta es considerada como una materia prima más y los procesos industriales requieren, cada vez de una forma más notable, una mayor calidad de los productos utilizados debido a la proliferación de los equipos de control electrónico y de dispositivos con electrónica de potencia que son muy sensibles a las perturbaciones eléctricas.

Estas perturbaciones pueden provenir del exterior de las redes de distribución o ser generadas en el interior de la planta. Esta contaminación de las redes eléctricas incide en el normal funcionamiento de los receptores a ellas conectadas.

En definitiva, en este problema están involucrados por un lado las Compañías eléctricas de distribución, que han de intentar reducir en lo posible el impacto de las alteraciones, los propios usuarios tienen que preparar y explotar sus instalaciones teniendo en cuenta las características de la red a la que se van a conectar, su entorno electromagnético y los requerimientos de inmunidad de sus propias instalaciones y los fabricantes de aparatos y receptores que tienen que diseñarlos y fabricarlos para que su utilización no altere la compatibilidad electromagnética entre la red a la que se van a conectar y los equipos a ella conectados.

Para poder analizar las causas de un problema en la red eléctrica que haya originado un mal funcionamiento de una instalación o máquina, se debe instalar un analizador de redes en la acometida a la planta, que registre todo tipo de perturbaciones que se puedan originar en la red.

Una vez registrado el incidente, hay que analizar si el problema es externo a la fábrica o interno. En principio, si se ha registrado en la acometida, se puede presuponer que el incidente es externo, pudiendo solicitar a la Compañía distribuidora información de si en ese momento han tenido una perturbación en sus redes bien propia o de otro usuario conectado a la red.

Si con esta información no se obtienen ninguna conclusión, se debe analizar internamente en que zona se ha producido el incidente e instalar otro analizador portátil en la zona afectada. Con

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.

### **1.10.2.- Red eléctrica de alimentación**

La red de eléctrica de alimentación tendrá su origen en el punto de enganche determinado por la compañía suministradora. La tensión estará definida por la potencia demandada prevista. Esta red, bien sea aérea o enterrada, se realizará de acuerdo con la Reglamentación vigente y las normas particulares fijadas por la empresa suministradora.

### **1.10.3.- Centro de transformación**

Local del centro de transformación:

- Instalado en el perímetro de los edificios con puertas que den al exterior.
- 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.

Cabinas de media tensión compuestas por:

- Cabina de entrada con seccionador con corte en carga o interruptor.
- Cabina de medida.
- Cabinas con interruptor automático para la protección del transformador.

Transformadores a utilizar:

- Transformador seco encapsulado en resina epoxi.
- Tomas de regulación de la tensión sin carga:  $\pm 2,5 \%$ .

Equipamientos mínimos del cuadro general de distribución de baja tensión:

- Tipo modular y extensible.
- Interruptores generales en la entrada.
- Salidas específicas de alumbrado después de un aparato general de corte.
- 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:
  - Compuesto por tres transformadores de intensidad In/5.
  - El sistema de medida debe estar unido a la Gestión Técnica Centralizada.

### **1.10.4.- 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.

La distribución en baja tensión empieza después del Cuadro General de Distribución, incluyendo las líneas y los cuadros de distribución. La canalización reagrupa los conductores aislados y sus medios de fijación y protección mecánica.

A fin de tener 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.

Cada uno de los distintos circuitos deben realizarse 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 producción 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

Se pueden considerar dos tipos de distribuciones:

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

#### **1.10.4.1.- 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.

#### **1.10.4.2.- 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.

#### **1.10.4.3.- Criterio de elección**

Los principales criterios de elección entre la utilización de cables o canalizaciones eléctricas prefabricadas en una red eléctrica de distribución en Baja Tensión 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, de forma importante, 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.

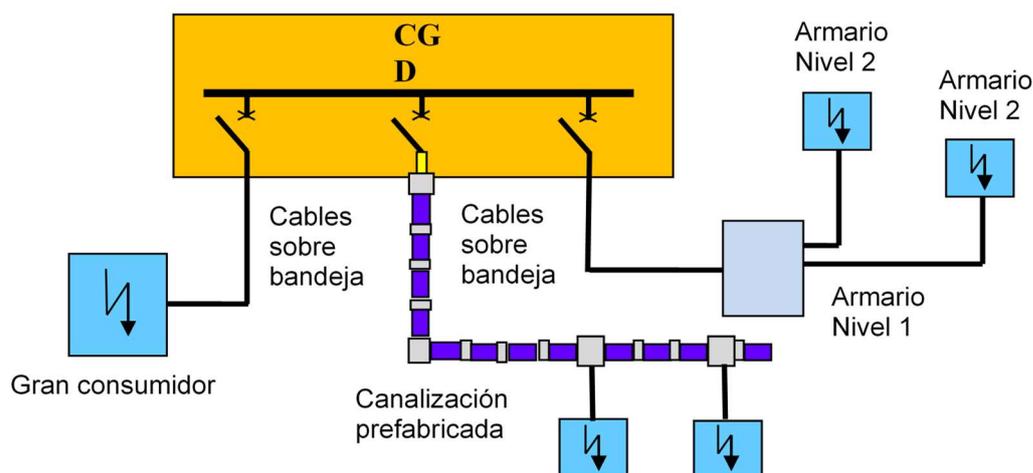


Fig. 21. Esquema de principio de distribución eléctrica en baja tensión.

### 1.10.5.- Compensación de energía eléctrica reactiva

Muchos receptores necesitan para su funcionamiento campos magnéticos o arcos eléctricos y por ello 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.

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.

Como habrá fluctuaciones de carga, la compensación será automática. La potencia reactiva suministrada por la batería será modulable en función del factor de potencia elegido. La batería estará compuesta de una asociación en paralelo de escalones de condensadores.

La puesta “en” o “fuera” de servicio de toda o parte de la batería pilotada por un regulador varmétrico es en función de una consigna del  $\cos \varphi$ . El regulador está construido con microprocesador, que hace del regulador un elemento inteligente, capaz de informar con precisión del estado de la red, y tomar decisiones complejas.

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. A partir de una tensión de cresta igual a  $\sqrt{2}Un$ .

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 para 460 V y montar filtros. Hay que analizar a la vez las THDV y THDI.

Antes de sustituir una batería se medirán los armónicos con la batería desconectada, y para cada uno de los escalones conectados, indicando la potencia conectada.

Pueden darse los siguientes tres casos:

- Tasa de distorsión armónica baja: Instalar baterías convencionales.
- Tasa de distorsión armónica próxima al límite: Instalar baterías reforzadas en tensión para 460 V, preparada para filtros, pero sin filtros.
- Tasa de distorsión armónica alta: Instalar baterías reforzadas en tensión para 460 V con filtros de armónicos.

### 1.10.6.- Iluminación

Definición de alumbrados:

- Ambiente: alumbrado normal del edificio
- Proceso: alumbrado específico de los procesos
- Anti-pánico: alumbrado de seguridad anti-pánico
- Evacuación: alumbrado de seguridad evacuación

#### 1.10.6.1.- Alumbrado normal del edificio

Cualquiera que sea el estado de actividad de un edificio, los alumbrados anti-pánico y evacuación deben quedar encendidos, salvo en caso de mantenimiento, fuera presencia del personal

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.

La iluminación de seguridad contribuirá en la obtención del nivel de iluminación ambiente requerida.

#### 1.10.6.2.- Principio de distribución de una zona del alumbrado

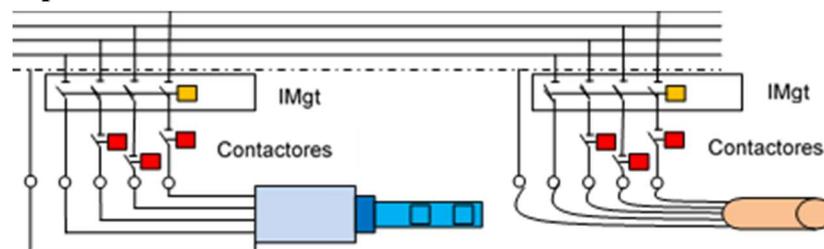


Fig. 22. Distribución por canalización prefabricada (izq.) y distribución por cable en bandeja (der.).

### 1.10.6.3.- 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 suplementario al de ambiente del edificio, 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 por la señal de fin de producción.
- En caso de acceso ocasional (ejemplo: mantenimiento), se preverá un interruptor "marcha" "parada" de mando manual, asociado con un procedimiento de apagado. Si es posible, se preverá un procedimiento seguro de apagado automático temporizado.
- 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.

### 1.10.6.4.- 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.

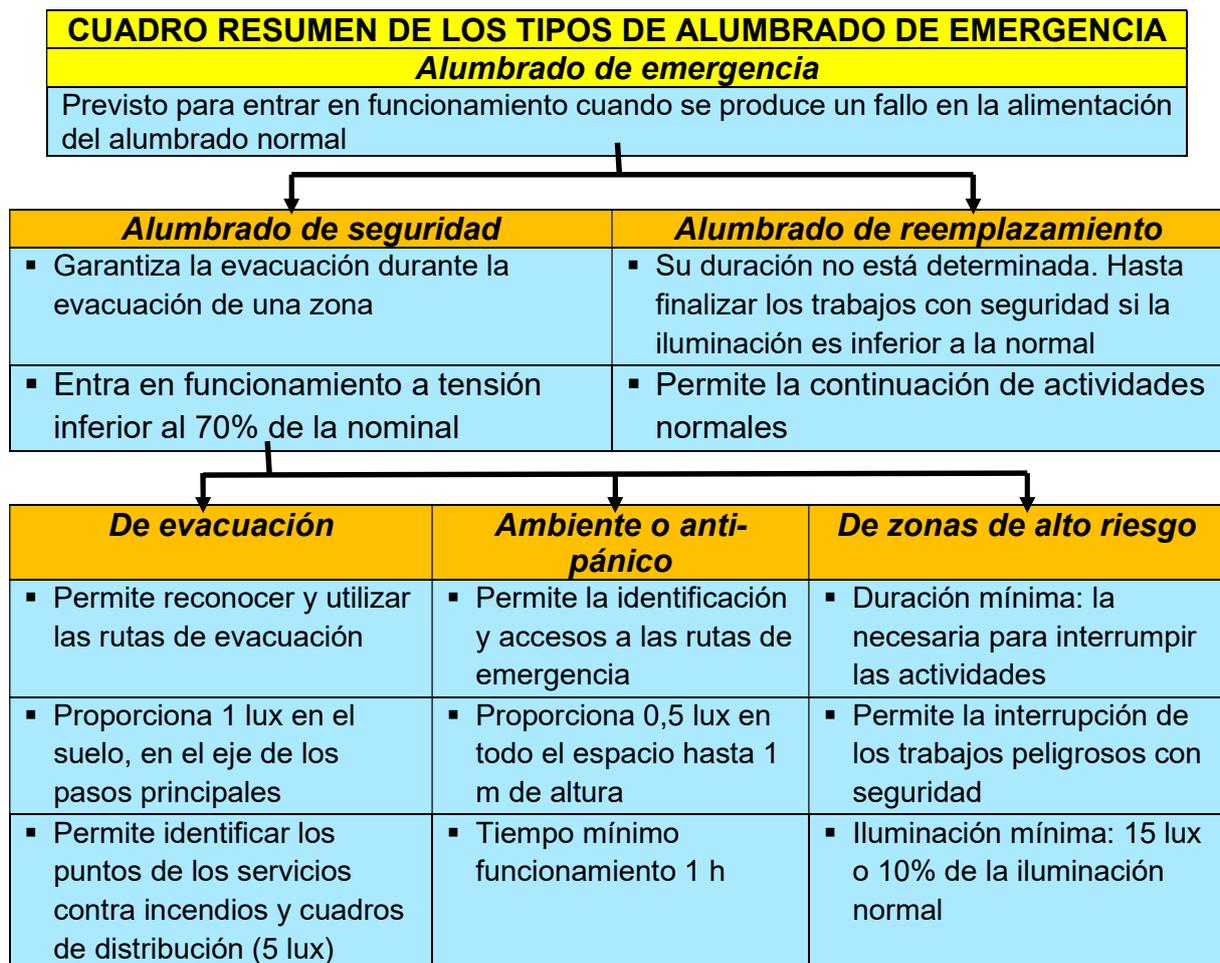


Tabla 8. Tabla resumen del alumbrado de emergencia.

### 1.10.6.4.1.- Implantación del alumbrado de evacuación

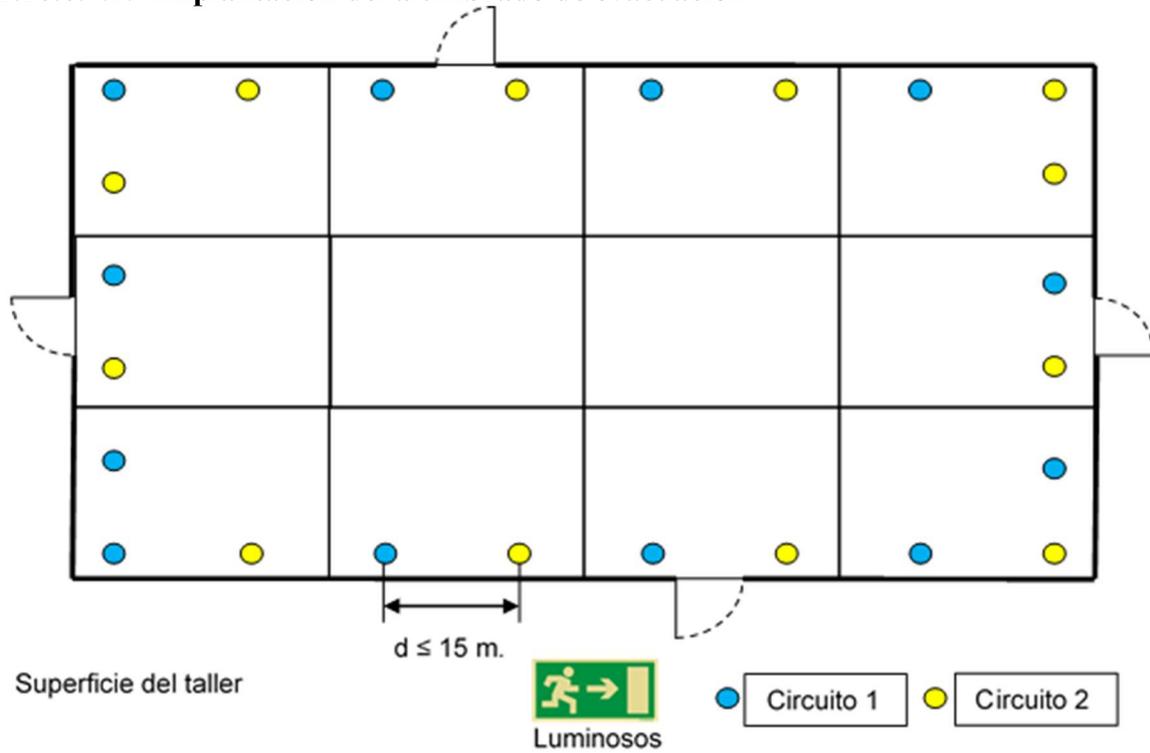


Fig. 23. Implantación del alumbrado de evacuación.

### 1.10.6.4.2.- Implantación del alumbrado ambiente o anti-pánico

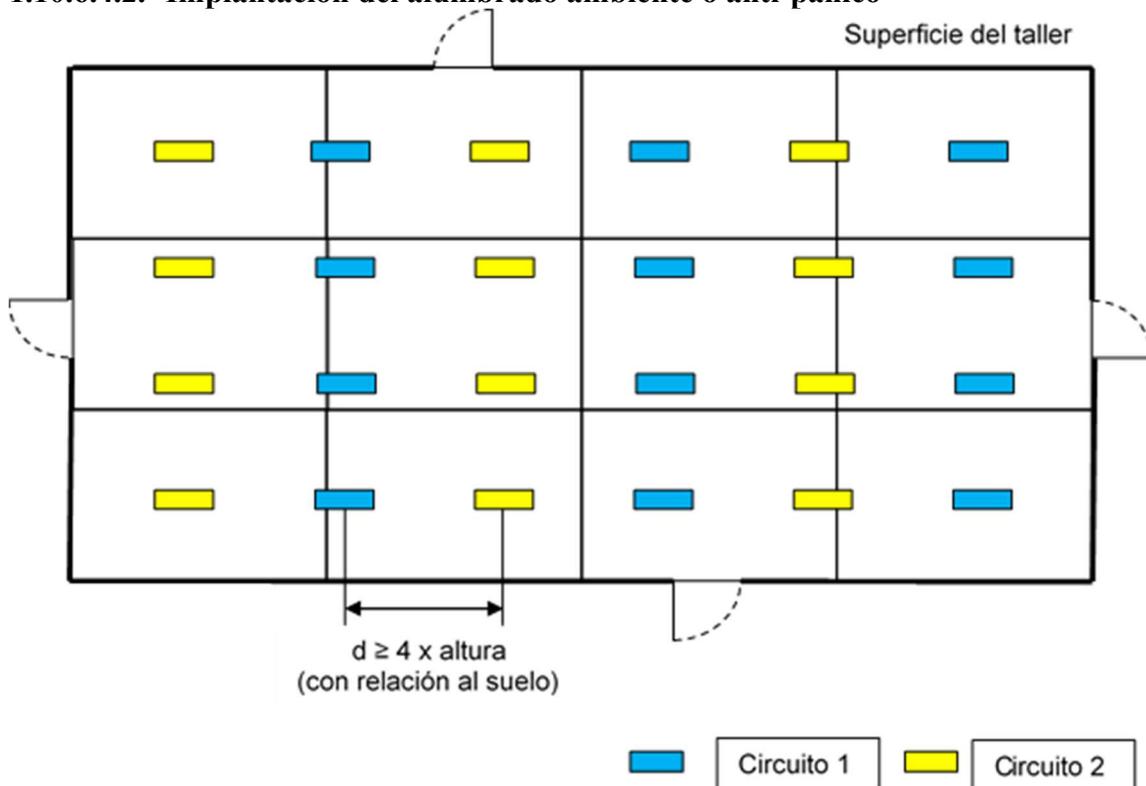


Fig. 24. Implantación del alumbrado ambiente o anti-pánico.

### 1.10.6.5.- Alumbrado exterior

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

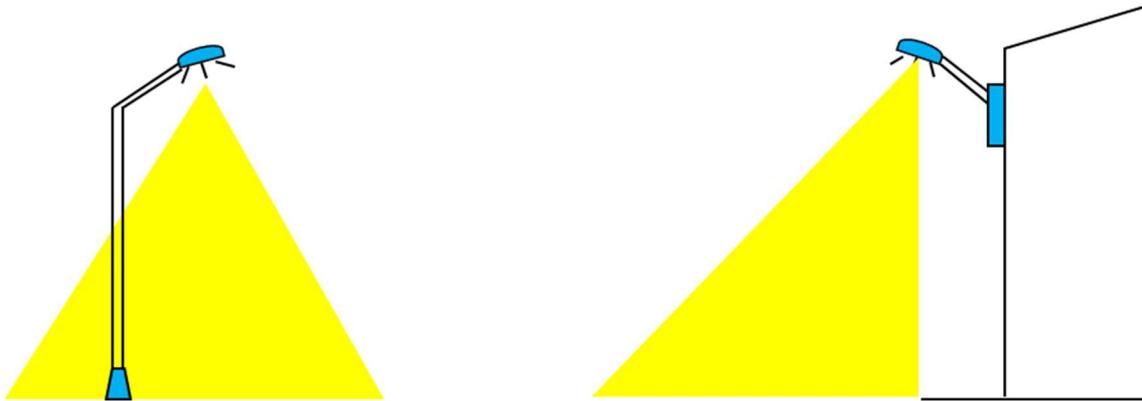


Fig. 25. Báculo de brazo simple (izq.) y brazo sobre fachada (der.) (altura de la luz 9m).

### 1.10.7.- Alimentación de cargas críticas

La mayoría de las instalaciones eléctricas terciarias de gran tamaño e industriales cuentan con determinadas cargas importantes para las que deben mantenerse en tensión, en caso de que la alimentación eléctrica falle.

Uno de los medios para mantener la alimentación en las cargas críticas, en el caso de que otras fuentes fallen, es instalar un 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.

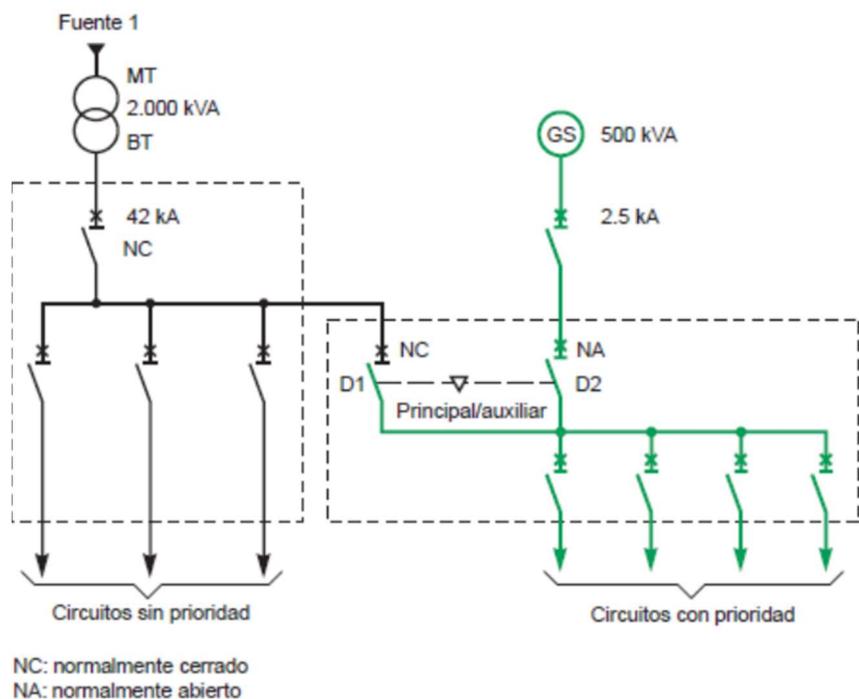


Fig. 26. Esquema de instalación de un grupo generador auxiliar.

Otra posible solución para que las cargas críticas reciban tensión es la instalación de fuentes de alimentación ininterrumpida (SAI o UPS).

Los SAI's son los 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

### 1.10.7.1.- SAI en línea

En él, 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.

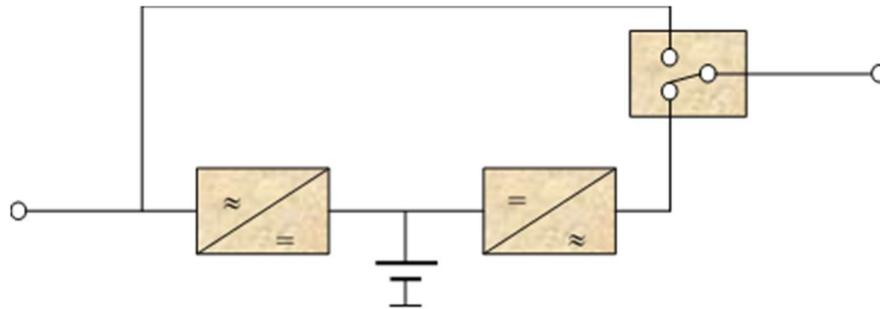


Fig. 27. Esquema de SAI en línea.

### 1.10.7.2.- SAI fuera de línea ("off-line") o en espera

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

La combinación del SAI y un 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.

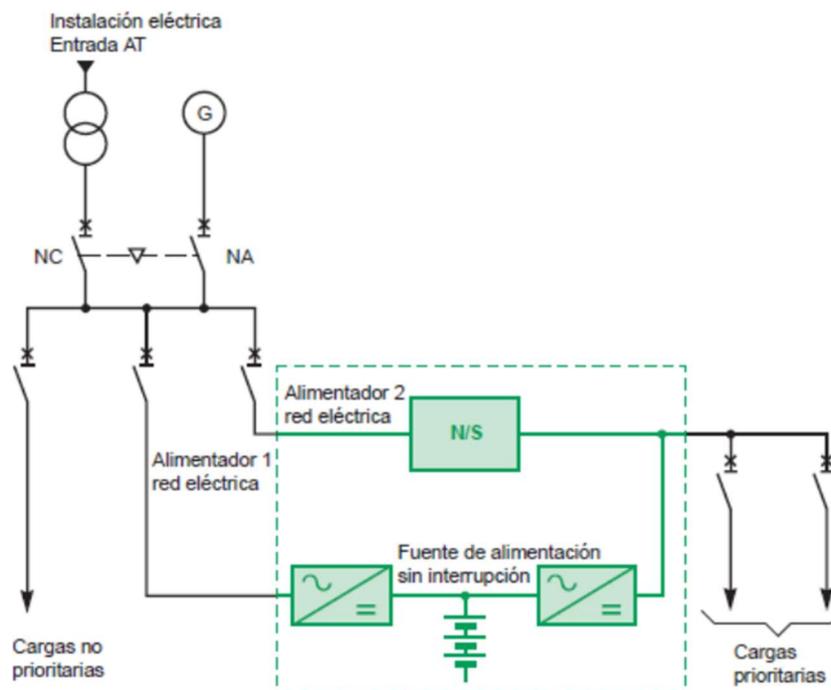


Fig. 28. Esquema de SAI fuera de línea.

### **1.10.8.- 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.
- Gobierna a distancia, manualmente o automáticamente, las instalaciones.
- Favorece la gestión de datos de los fluidos producidos y distribuidos.

#### **1.10.8.1.- 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.

#### **1.10.8.2.- 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

### **1.11.- Suministro de la energía eléctrica**

#### **1.11.1.- Suministro normal**

El suministro de energía eléctrica será realizado por la compañía suministradora Iberdrola S.A. desde el punto de enganche en corriente alterna trifásica a 20kV y 50Hz.

En el Centro de Transformación se reducirá esta tensión en media tensión a la tensión de utilización de 400V entre fases y 230V entre fase y neutro, que será distribuida por la red de baja tensión a los puntos de consumo.

#### **1.11.2.- Suministro complementario**

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.

## **1.12.- Criterios técnicos de diseño**

### **1.12.1.- Calidad de la energía eléctrica**

Para poder analizar la calidad de la energía eléctrica, se debe instalar un analizador de redes en la acometida a la planta, que registre todo tipo de perturbaciones que se puedan originar en la red.

Se dispondrá además de otro analizador portátil de redes para estudiar la incidencia de las perturbaciones en zonas internas afectadas por problemas.

### **1.12.2.- Red de distribución de Baja Tensión**

La red general de distribución tiene su origen en las bornas de baja tensión de los transformadores, tras estas se encuentra el cuadro general de distribución, del que parten todas las redes que alimentan la totalidad de las cargas del complejo industrial. Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones producidas por posibles averías en cualquier punto de las mismas, afecten a la menor cantidad de consumidores. Los dispositivos de protección de cada circuito estarán convenientemente coordinados, siendo selectivos con el resto de dispositivos de protección que les precedan.

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

#### **1.12.2.1.- Dispositivos de mando y protección**

Con el fin de garantizar estas protecciones 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. 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.

El mando de los interruptores de alimentación a cuadros eléctricos de nivel 1, 2 ó 3, podrá realizarse a distancia para la desconexión, sin embargo, por motivos de seguridad, la conexión se realizará localmente en cada cuadro.

Los interruptores del Cuadro General de Distribución (CGD) y los de entrada del resto de los cuadros, tendrán un dispositivo candable, en posición abierto, para impedir su inserción cuando se esté realizando una reparación en una línea.

#### **1.12.2.2.- 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.

#### **1.12.2.3.- 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

*Instalación eléctrica de una industria de fabricación de envases metálicos*

recomendaciones de la instrucción ITC-BT-08 del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

#### **1.12.2.4.- 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 del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para otros usos.

#### **1.12.2.5.- Conductores eléctricos**

Para el cálculo de la sección se tiene en cuenta lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la sección de los conductores se calculará en base a las caídas de tensión máximas admisibles y a la intensidad máxima admisible del cable.

Se comprobará que esta sección del conductor resiste 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.

#### **1.12.2.6.- Compensación del factor de potencia**

El factor de potencia general de la instalación se compensará 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.

Se desconoce la tasa de distorsión armónica, pero en previsión se instalarán baterías reforzadas en tensión para 460 V, preparada para filtros, pero sin filtros. Una vez la fábrica en funcionamiento se medirá la tasa de armónicos para ver la conveniencia de incorporar filtros.

#### **1.12.2.7.- Iluminación**

Para conocer la demanda de potencia por este concepto, se realizará el cálculo de la iluminación, lo que además proporcionará una distribución homogénea de las luminarias.

##### **1.12.2.7.1.- Alumbrado normal del edificio**

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).

El edificio se dividirá en zonas, acorde con las zonas de división del proceso. Las zonas situadas a lo largo de los ventanales se tratarán específicamente.

##### **1.12.2.7.2.- Alumbrado de procesos**

Asegurará un nivel de iluminación óptimo sobre el plano de trabajo y el mejor confort visual. El alumbrado de ambiente por encima del proceso no será necesario o en su caso se apagará. El apagado y encendido estará condicionado a la marcha del proceso productivo.

*Instalación eléctrica de una industria de fabricación de envases metálicos*

#### **1.12.2.7.3.- Alumbrado de emergencia**

Comprenderá el alumbrado de vigilancia, evacuación y antipánico dividido en zonas.

#### **1.12.2.7.4.- Alumbrado exterior**

Para viales, se han elegido luminarias con brazo mural sobre fachada a una altura de la luz de 9 m.

#### **1.12.2.8.- Alimentación de cargas críticas**

Se consideran cargas críticas el alumbrado de emergencia. Estas cargas se alimentarán desde un grupo electrógeno, que se pondrá en marcha cuando se produzca un corte de tensión o esta baje por debajo del 70% de la nominal.

Los alumbrados de evacuación y antipánico se realizarán con equipos autónomos con batería interna de una autonomía determinada. En cuanto el grupo electrógeno se ponga en funcionamiento, al cabo de pocos segundos, estos equipos recibirán tensión.

Como no se conocen las cargas críticas del proceso, se instalará una SAI en las oficinas para los equipos informáticos y otra para la oficina de fabricación y se alimentarán de la red de vigilancia, que a su vez recibe tensión del grupo electrógeno, en caso de corte de corriente.

En el supuesto en que en el futuro existan muchos puntos de demanda de cargas críticas se instalará una SAI central trabajando en conjunto con el grupo electrógeno.

#### **1.12.2.9.- Supervisión de instalaciones mediante gestión técnica centralizada**

En este proyecto no se va a abordar el sistema de Gestión Técnica Centralizada, no obstante, conociendo los objetivos que se propone, en la medida de lo posible, se procurará que las nuevas instalaciones queden predisuestas para que se puedan recoger datos y puedan ser gobernadas a distancia.

### **1.13.- Relación de los consumidores**

#### **1.13.1.- Consumidores del proceso productivo**

Los consumidores del proceso productivo se encuentran detallados en las *tablas 3, 4, 5, 6 y 7* del *apartado 1.9.* de esta memoria.

#### **1.13.2.- Consumidores de los servicios generales**

##### **1.13.2.1.- Nave principal**

Los servicios generales de la nave incluyen:

- Alumbrado de la nave: se trata del alumbrado general de la nave, el alumbrado localizado, el alumbrado de diversos recintos de la nave y el alumbrado del exterior de la nave.
- Fuerza nave: se trata de una canalización eléctrica prefabricada para diversos usos.
- Tomas de corriente de la nave: se trata de las tomas de corriente de la nave y de diversos recintos. Existirán dos tipos de toma: monofásica de 16A a 230V y trifásica de 16A a 400V.

- Cámaras de calefacción nave: se trata de las cámaras de calefacción de la nave y las de los almacenes.
- Anexos interiores de nave: se trata del alumbrado, la fuerza y las tomas de corriente de estos recintos.

#### **1.13.2.2.- Almacenes**

En los almacenes de materia prima y de producto terminado se dispondrá de alumbrado LED y de tomas de corriente. También dispondrán de un puente grúa en el almacén de materia prima y de un polipasto en el de producto terminado.

#### **1.13.2.3.- Servicios auxiliares**

Los consumidores de los servicios auxiliares de la nave son:

- Sala de descanso: consistirán en el alumbrado de la sala y las tomas de corrientes de la sala.
- Servicios y vestuarios: consistirán en el alumbrado de ambos.
- Oficina de fabricación: consistirán en el alumbrado y las tomas de corrientes de la sala de oficinas.
- Taller de mantenimiento: consistirán en el alumbrado y las tomas de corrientes del taller destinadas a la distinta maquinaria que pueda albergar.
- Zona de carga de baterías: consistirán en el alumbrado y las tomas de corrientes cuyas características se ajusten a las necesarias para la correcta carga de las baterías.
- Almacén de recambios: consistirán en el alumbrado y las tomas de corrientes de la sala.

#### **1.13.2.4.- Edificio de servicios generales**

Los consumidores del edificio de servicios generales del complejo industrial son:

- Central de producción de calor: consistirán en las bombas de alimentación a calderas, los pupitres de fuerza y mando de calderas, así como el alumbrado y las tomas de corriente de la sala.
- Central de producción de aire comprimido: consistirán en las bombas de agua refrigeración de los compresores, los pupitres de fuerza y mando de compresores, así como el alumbrado y las tomas de corriente de la sala.
- Central de aguas: consistirán en las bombas de agua de alimentación a la planta, además del alumbrado y las tomas de corriente de la sala.
- Grupo electrógeno: consistirán en el alumbrado del centro, las tomas de corriente del mismo y la ventilación de la sala.
- Centro de transformación: consistirán en el alumbrado del centro, las tomas de corriente del mismo, la ventilación de la sala y la batería estacionaria de corriente continua.

#### **1.13.2.5.- Edificio administrativo**

Comprenderá el equipo de climatización del edificio, el alumbrado y las tomas de corriente de la zona de recepción y exposición, servicios, vestuarios y oficina.

### 1.13.2.6.- Garita de control de accesos

Consistirán en el alumbrado, las tomas de corrientes de la existentes en la garita y el control de accesos.

### 1.13.3.- Iluminación

Será necesario realizar el cálculo de la iluminación del complejo industrial para conocer las demandas de cargas del alumbrado y poder realizar un diseño correcto de la implantación de las luminarias

#### 1.13.3.1.- Método de calculo

Para el cálculo de la iluminación de todas las estancias del complejo industrial se ha empleado el software de cálculo DIALux evo versión 9.0, teniendo en cuenta las dimensiones de cada zona, así como los niveles de iluminación exigidos por el Real Decreto 486/1997 (por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo) y el resto de requerimientos exigidos por la normativa.

Van a emplearse luminarias LED en todas las zonas de la fábrica, así como en la iluminación exterior de los edificios.

#### 1.13.3.2.- Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos con las luminarias seleccionadas se muestran en tabla 8.

EDIFICIO	ZONA	SUP. (m <sup>2</sup> )	LUMI- NARIA	FLUJO LUMI- NOSO (lm)	POT. UNIT. (W)	Nº DE LUMI- NARIAS	NIVEL ILUM. REQUE- RIDO (lux)	NIVEL ILUM. MEDI O (lux)
Nave principal	Almacén M.P.1	495	4	17000	110	8	200	274
	Almacén M.P. 2	495	4	17000	110	8	200	274
	Almacén P.T.	1760	4	17000	110	28	200	247
	Líneas de corte de las bobinas	1650	3	35000	236	20	300	362
	Líneas de fabricación de envases y tapas	6125	3	35000	236	64	300	325
	Sala de descanso	75	1	4200	30	3	100	180
	Servicios y vestuario	75	1	4200	30	4	200	232
	Oficina de fabricación	75	1	4200	30	10	500	566
	Taller de manteni-miento	150	2	10500	85	6	300	451
	Zona de carga de baterías	150	2	10500	85	4	150	296
	Almacén de recambios	150	2	10500	85	4	200	302
	Iluminación exterior	-	-	5	8700	61	24	-

Tabla 9.1. Resumen de la iluminación del complejo industrial.

EDIFICIO	ZONA	SUP. (m <sup>2</sup> )	LUMI- NARIA	FLUJO LUMI- NOSO (lm)	POT. UNIT. (W)	Nº DE LUMI- NARIAS	NIVEL ILUM. REQUE- RIDO (lux)	NIVEL ILUM. MEDI O (lux)
Edificio de servicios generales	Central de producción de calor	150	2	10500	85	4	200	302
	Central de producción de aire comprimido	50	2	10500	85	2	200	466
	Central de aguas	50	2	10500	85	2	200	462
	Grupo electrógeno	50	2	10500	85	2	200	465
	Centro de transformación	150	2	10500	85	4	200	305
	Iluminación exterior	-	5	8700	61	4	-	-
Edificio administrativo	Zona de recepción y exposición	560	1	4200	30	74	500	528
	Servicios y vestuarios	40	1	4200	30	3	200	328
	Oficina	600	1	4200	30	80	500	531
	Iluminación exterior	-	5	8700	61	5	-	-
Garita de control de accesos	Garita	9	1	4200	30	1	300	371

Tabla 9.2. Resumen de la iluminación del complejo industrial.

Siendo las luminarias:

- 1: Philips - FlexBlend Recessed- RC342B PSD W31L125 1 xLED42S/840 PCS
- 2: Philips - CoreLine Highbay- BY120P G3 1xLED105S/840 WB
- 3: Philips - Gentlespace Gen3- BY481P PSD 1 xLED350S/840 WB
- 4: Philips - GentleSpace gen2- BY471P 1 xGRN170S/840 WB GC
- 5: Philips - LumiStreet gen2- BGP292 T25 1 xLED100-4S/740 DN10

La distribución de las luminarias en las distintas estancias de la fábrica es la que se muestra en el plano 03 del anexo 7.

Los detalles de los cálculos realizados por el programa se pueden observar en el anexo 3.

#### 1.13.4.- Climatización

Será necesario realizar el cálculo de la climatización del complejo industrial

##### 1.13.4.1.- Método de calculo

Para el cálculo de la climatización del conjunto del complejo industrial se ha empleado el software de cálculo CYPETherm Loads versión v2020.b. Se ha de tener en cuenta las dimensiones de cada zona, las características de los materiales empleados en la construcción

*Instalación eléctrica de una industria de fabricación de envases metálicos*

del complejo, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo exigidas por el Real Decreto 486/1997, acerca de las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, y el resto de requerimientos exigidos por la normativa del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) y CTE (Código Técnico en la Edificación).

Los datos relativos a las dimensiones, los materiales de construcción, las condiciones interiores y exteriores del complejo industrial se pueden estudiar en el anexo 4.

#### **1.13.4.2.- Resultados obtenidos**

Los resultados obtenidos tras implementar el complejo industrial en programa son: un total de 154.4 kW para las cargas de refrigeración y 406 kW de las cargas de calefacción.

Los detalles de los cálculos realizados por el programa se pueden observar en el anexo 4.

#### **1.14.- Diseño de la red de Media Tensión**

La red de Media Tensión tiene su origen en el punto de enganche de la compañía y alimenta el centro de transformación del abonado a través de las celdas de media tensión. La longitud de la línea es de 750m y estará enterrada bajo tubo. La sección de los conductores se elegirá en función de la demanda de potencia total, considerando la posibilidad de un aumento de la potencia en un futuro de al menos un 30%.

En este caso la compañía suministradora se hará cargo tanto del diseño, como de la construcción y el mantenimiento de la red de Media Tensión, esto es debido a que una vez realizada la construcción de la red la propiedad le pertenecerá a la compañía suministradora

#### **1.15.- Diseño del Centro de Transformación del abonado**

El centro de transformación del abonado será de tipo interior de obra y estará ubicado en el edificio de servicios generales. Estará formado por los siguientes elementos:

- Transformadores: serán de aislamiento seco encapsulados en resina epoxy. Tomas de regulación de la tensión sin carga:  $\pm 2.5\%$ .
- Celdas de transformación: punto donde se sitúan los transformadores de potencia. Deberá estar protegido por tabiques o muros y rejillas.
- Celda de entrada de línea: es la encargada de recibir el conductor que alimenta al centro; está equipada con interruptor de corte en carga y seccionador de puesta a tierra.
- Celda de medida: estará compuesta por tres transformadores de intensidad y tres de tensión. El equipo de medida compuesto por los contadores, placas de comprobación y reloj se encuentran situados fuera de la celda, para evitar cualquier riesgo para el personal que realiza la lectura.
- Celda de protección: es la encargada de alojar los elementos de seccionamiento y protección individual del transformador. Estará formada por un interruptor automático con aislamiento de SF6 con relés indirectos a través de transformadores de intensidad.
- Cuadro General de Distribución: se trata del cuadro que es alimentado desde las bornas de baja tensión del transformador y alimenta a las distintas salidas a consumidores o cuadros secundarios. Será de tipo modular. Los interruptores estarán dotados de dispositivos candables en posición de abierto. Tanto en las acometidas como en las salidas habrá un contaje de energía a través de tres transformadores de intensidad ( $I_n/5$ ). Se deberá prever como mínimo un 20% de espacio disponible.

- Cuadros de Baja Tensión: se trata del resto de cuadro de baja tensión que estén ubicados en el propio centro de transformación, estando alimentados por el Cuadro General de Distribución.
- Rejillas de ventilación: Comunicarán el local con el exterior, estando ubicadas en las puertas de acceso.

### **1.16.- Diseño de la red general de distribución en Baja Tensión**

El diseño de la red general de distribución en Baja Tensión se basa en el uso de distintos subcuadros secundarios alimentados desde el Cuadro General de Distribución. Estos subcuadros estarán situados lo más cerca posible de las cargas a las que alimentan. Las alimentaciones a cuadros del proceso productivo están separadas de los de acondicionamiento de los edificios.

Las distintas líneas de producción contarán con su propio cuadro eléctrico, de modo que será posible la medición de energía eléctrica consumida por cada una de dichas líneas.

Las salidas independientes por proceso o por acondicionamiento permiten aislar unas partes de la instalación de otras, de modo que en caso de fallo no afecte a toda la instalación sino a partes concretas.

Para el diseño de la red de baja tensión se ha partido de la relación de consumidores de la fábrica, teniendo en cuenta potencia, factor de potencia, coeficiente de simultaneidad, y la ubicación de los cuadros eléctricos que alimentan dichos consumidores. Dicha ubicación es la que se indica en el plano 05 del anexo 4 del presente proyecto.

Todas las líneas estarán protegidas contra sobreintensidades, así como contra contactos directos e indirectos. Para la protección contra sobrecargas el dispositivo de protección limitará la intensidad de corriente para que no supere a la admisible del conductor, mientras que para la protección contra cortocircuitos el dispositivo tiene que garantizar un poder de corte de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda tener lugar en el punto de su conexión, tal y como indica la ITC-BT-22.

Los cuadros deberán estar protegidos contra los contactos directos, mediante un dispositivo aislante que impida el acceso a las partes bajo tensión. Contra los contactos indirectos se emplearán interruptores diferenciales que garanticen el corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo, evitando así que se pueda dar lugar a tensiones de contacto de un valor superior a 50V, según marca la ITC-BT-24. La sensibilidad de dichos elementos se elegirá en función de la línea que protege, de manera que para receptores de iluminación se emplearán interruptores de alta sensibilidad, mientras que para el resto de receptores se emplearán de baja sensibilidad.

### **1.17.- Red de distribución en Baja Tensión**

La red general de distribución en Baja Tensión tiene su origen en las bornas de baja tensión de los transformadores, que alimentan al Cuadro General de Distribución. El Cuadro General de Distribución alimentará a su vez los distintos subcuadros de nivel 1, nivel 2 y nivel 3, en función de las cargas finales.

Estas redes podrán ser realizadas con cable o con canalización eléctrica prefabricada.

### 1.17.1.- Cuadro General de Distribución

Desde el Cuadro General de Distribución partirán las salidas a alimentar a las distintas instalaciones receptoras que se describen en la tabla 10 con sus características generales.

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN					
SALIDA	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
Salida 1	S1 COR BOB	Alimentación subcuadro nivel 1 corte bobinas			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	90	0,8	0,8
Salida 2	S2 EB 2P DWI	Alimentación subcuadro nivel 1 Envases bebidas 2P DWI			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	70	0,8	0,8
Salida 3	S3 EA 2P ES	Alimentación subcuadro nivel 1 Envases alimentarios 2P ES			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	60	0,8	0,8
Salida 4	S4 EA 2P DRD	Alimentación subcuadro nivel 1 Envases alimentarios 2P DRD			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	80	0,8	0,8
Salida 5	S5 EA 3P	Alimentación subcuadro nivel 1 Envases alimentarios 3PEA			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	100	0,8	0,8
Salida 6	S6 EI 3P	Alimentación subcuadro nivel 1 Envases industriales 3PEI			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	90	0,6	0,8
Salida 7	S7 TAPAS	Alimentación subcuadro nivel 1 Tapas			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	0,8	0,8
Salida 8	S8 S G CENT	Alimentación subcuadro nivel 1 Servicios generales centrales			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,7	0,8
Salida 9	S9 ALMACENES	Alimentación Agrupación cuadros Almacenes			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	0,2	0,9	0,9
		S9 ALM. MP	Alim. subcuad. nivel 1 Almacén materia prima		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	100	0,7	0,9
S9 ALM. PT	Alim. subcu. nivel 1 Almacén prod. terminado				
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	150	0,7	0,9		
Salida 10	S10 S G NAVE	Alimentación Subcuadro nivel 1 Servicios generales nave			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,7	0,9
Salida 11	S11 EDIF ADM	Alimentación Subcuadro nivel 1 Edificio administración			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,9	0,9
Salida 12	Batería Condensadores T1	Alimentación Cuadro Condensadores Trafo 1			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	1	0,95
Salida 13	Batería Condensadores T2	Alimentación Cuadro Condensadores Trafo 2			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneidad</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	1	0,95

Tabla 10. Características de las salidas del Cuadro General de Distribución.

Desde el embarrado común del Cuadro General de Distribución y de la alimentación desde el grupo electrógeno partirán las siguientes salidas con las características que se muestran en la tabla 11.

SALIDA	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. Simult.	F. Potenc.
Salida 14	S14 EMERG AL	Cuadro emergencia alumbrado			
		400/230	20	1	1

Tabla 11. Características de las salidas de emergencia.

Además del Cuadro General de Distribución dispondremos de tantos subcuadros y a distintos niveles como requiera la instalación. Tanto en el Cuadro General de Distribución como en los subcuadros se podrá realizar, dentro del cuadro, agrupaciones de circuitos.

### 1.17.2.- Subcuadros de nivel 1

Desde el Cuadro General de Distribución del Centro de Transformación se alimentan a los subcuadros de nivel 1 que se especifican en la tabla 12, con sus líneas de reparto.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. CUADRO	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.1	S1 COR BOB	S1.1 C 2P DWI	Aliment. Subc. nivel 2 Corte 2P DWI Al		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	0,85	0,8
		S1.2 C 2P ES	Ali. Subc. nivel 2 Corte 2P emb. simp. Ac		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	0,85	0,8
		S1.3 C 2P DRD	Aliment. Subc. nivel 2 Corte 2P DRD Ac		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	0,85	0,8
		S1.4 C 3P EA	Alim. Subc. nivel 2 Corte 3P env alim. Ac		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	45	0,85	0,8
S1.5 C 3P EI	Alim.. Subc. nivel 2 Corte 3P env ind. Ac				
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	30	0,85	0,8		
S1.6 C TAPAS	Alimentación Subc. nivel 2 Corte Tapas				
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	45	0,85	0,8		
Cuadro 1.2	S2 EB 2P DWI	S2.1 PRE DWI	Prensa 2P DWI Aluminio		
		S2.2 EMB DWI	Embutidora 2P DWI Aluminio		
		S2.3 EST DWI	Estirado y planchado 2P DWI Aluminio		
		S2.4 MOL DWI	Moldeadora 2P DWI Aluminio		
		S2.5 BAR 1 DWI	Barnizadora 1 2P DWI Aluminio		
		S2.6 HOR1 DWI	Horno de secado 1 2P DWI Aluminio		
		S2.7 PES DWI	Pestañadora 2P DWI Aluminio		
		S2.8 MAQ DWI	Máquina de decoración 2P DWI Aluminio		
		S2.9 HOR2 DWI	Horno de secado 2 2P DWI Aluminio		
		S2.10 BAR 2 DWI	Barnizadora 2 2P DWI Aluminio		
		S2.11 HOR2 DWI	Horno de secado 2 2P DWI Aluminio		
		S2.12 PAL DWI	Paletizador automático 2P DWI Aluminio		

Tabla 12.1. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. CUADRO	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.3	S3 EA 2P ES	S3.1 LIT ES	Litografiadora 2P Embutic. simple Acero		
		S3.2 HOR1 ES	Horno secado 1 2P Embut. simple Acero		
		S3.3 PRE ES	Prensa 2P Embutición simple Acero		
		S3.4 EMB ES	Embutidora 2P Embutición simple Acero		
		S3.5 PES 1 ES	Pestañadora 2P Embutic. simple Acero		
		S3.6 BAR ES	Barnizadora 2P Embutición simple Acero		
		S3.7 HOR 2 ES	Horno secado 2 2P Embut. simple Acero		
		S3.8 PAL ES	Paletizador auto. 2P Emb. simple Acero		
Cuadro 1.4	S4 EA 2P DRD	S4.1 PRE DRD	Prensa 2P DRD Acero		
		S4.2 EMB DRD	Embutidora 2P DRD Acero		
		S4.3 REEM DRD	Reembutidora 2P DRD Acero		
		S4.4 MOL DRD	Moldeadora 2P DRD Acero		
		S4.5 BAR 1 DRD	Barnizadora 1 2P DRD Acero		
		S4.6 HOR 1 DRD	Horno de secado 1 2P DRD Acero		
		S4.7 PES DRD	Pestañadora 2P DRD Acero		
		S4.8 MAQ DRD	Máquina de decoración 2P DRD Acero		
		S4.9 HOR 2 DRD	Horno de secado 2 2P DRD Acero		
		S4.10 BAR 2 DRD	Barnizadora 2 2P DRD Acero		
		S4.11 HOR2 DRD	Horno de secado 2 2P DRD Acero		
		S4.12 PAL DRD	Paletizador automático 2P DRD Acero		
Cuadro 1.5	S5 EA 3P	S5.1 LIT EA 3P	Litografiadora 3P Envases alimen. Acero		
		S5.2 HOR1 EA 3P	Horno secado 1 3P Envases alim. Acero		
		S5.3 BAR EA 3P	Barnizadora 3P Envases aliment. Acero		
		S5.4 HOR2 EA 3P	Horno secado 2 3P Envases alim. Acero		
		S5.5 API EA 3P	Apilador hojas 3P Envases alimen. Acero		
		S5.6 PRE EA 3P	Prensa 3P Envases alimentarios Acero		
		S5.7 CON EA 3P	Conformado 3P Envases alimenta. Acero		
		S5.8 SOL EA 3P	Soldadura 3P Envases alimentar. Acero		
		S5.9 REFS EA 3P	Refrig. soldadura 3P Envases ali. Acero		
		S5.10 BAC EA 3P	Barnizado costura 3P Envases ali. Acero		
		S5.11 PES EA 3P	Pestañadora 3P Envases alim. Acero		
		S5.12 PRC EA 3P	Proceso de cierre 3P Envases ali. Acero		
		S5.13 PRF EA 3P	Probadora fugas 3P Envases alim. Acero		
		S5.14 PAL EA 3P	Paletizador auto. 3P Envases ali. Acero		
Cuadro 1.6	S6 EI 3P	S6.1 LIT EI 3P	Litografiadora 3P Envases industr. Acero		
		S6.2 HOR1 EI 3P	Horno secado 1 3P Envases indu. Acero		
		S6.3 BAR EI 3P	Barnizadora 3P Envases industr. Acero		
		S6.4 HOR2 EI 3P	Horno secado 2 3P Envases indu. Acero		
		S6.5 API EI 3P	Apilador de hojas 3P Envases ind. Acero		
		S6.6 PRE EI 3P	Prensa 3P Envases industriales Acero		
		S6.7 CON EI 3P	Conformado 3P Envases industria. Acero		
		S6.8 SOL EI 3P	Soldadura 3P Envases industrial. Acero		
		S6.9 REFS EI 3P	Refrig. soldadura 3P Envases ind. Acero		
		S6.10 BAC EI 3P	Barnizado costura 3P Envases in. Acero		
		S6.11 PES EI 3P	Pestañadora 3P Envases industr. Acero		
		S6.12 PRC EI 3P	Proceso de cierre 3P Envases ind. Acero		
		S6.13 PRF EI 3P	Probadora fugas 3P Envases indu. Acero		
		S6.14 PAL EI 3P	Paletizador auto. 3P Envases ind. Acero		
Cuadro 1.7	S7 TAPAS	S7.1 TAPA NOR	Alimentac. Subc. nivel 2 Tapas normales		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	0,85	0,8

Tabla 12.2. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. CUADRO	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.7	S7 TAPAS	S7.2 TAPA ESP	Alimentac. Subc. nivel 2 Tapas especiales		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	0,85	0,8
Cuadro 1.8	S8 S G CENT	S8.1 CEN TRA	Alim. subcu. nivel 2 centro transformación		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,5	0,85
		S8.2 GRU ELE	Alim. subcuadro nivel 2 grupo electrógeno		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,6	0,85
		S8.3 C PR CA	Alim. sub. nivel 2 central producción calor		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	40	0,8	0,8
		S8.4 CE COM	Alim. subcu. nivel 2 central compresores		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	30	0,8	0,8
		S8.5 CE B AG	Alim. subcu. nivel 2 central bombeo agua		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,7	0,8
Cuadro 1.9a	S9 ALM. MP	S9.1 AL ALM MP1	Alumbrado almacén materia prima 1		
		S9.2 AL ALM MP2	Alumbrado almacén materia prima 2		
		S9.3 FZ ALM MP1	Fuerza almacén materia prima 1		
		S9.4 FZ ALM MP2	Fuerza almacén materia prima 2		
		S9.5 P GRUA MP	Fuerza puente grúa movimien. bobinas		
Cuadro 1.9b	S9 ALM. PT	S9.1 AL ALM DWI	Alumbrado almacén envases DWI		
		S9.2 AL ALM ES	Alumbrado almacén envases DES		
		S9.3 AL ALM DRD	Alumbrado almacén envases DRD		
		S9.4 AL ALM 3PEA	Alumbrado almacén envases 3PEA		
		S9.5 AL ALM 3PEI	Alumbrado almacén envases 3PEI		
		S9.6 AL ALM TP	Alumbrado almacén envases Tapas		
		S9.7 FZ ALM DWI	Fuerza almacén envases DWI		
		S9.8 FZ ALM ES	Fuerza almacén envases ES		
		S9.9 FZ ALM DRD	Fuerza almacén envases DRD		
		S9.10 FZ ALM 3PEA	Fuerza almacén envases 3PEA		
		S9.11 FZ ALM 3PEI	Fuerza lmacén envases 3PEI		
		S9.12 FZ ALM TP	Fuerza almacén envases Tapas		
		S9.13 POL PT	Fuerza polipasto movimiento envases		
Cuadro 1.10	S10 S G NAVE	S10.1 AL NAVE	Alim. subcuadro nivel 2 alumbrado nave		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	1	0,95
		S10.2 FZA NAV	Alimentac. subcuadro nivel 2 fuerza nave		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,2	0,8
		S10.3 TC NAVE	Alim. subcu. nivel 2 tomas corriente nave		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,2	0,9
		S10.4 CAL NAV	Alim. sub. nivel 2 cámar. calefacción nave		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	0,9	0,8
		S10.5 ANE IN N	Alim. sub. niv 2 anexos interior nave		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	130	0,7	0,85

Tabla 12.3. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. CUADRO	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.11	S11 EDIF ADM	S11.1 AL EAD	Alim. subcuad. nivel 2 alumbrado edif. ad.		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	90	1	1
		S11.2 FZA EAD	Aliment. subcuadro nivel 2 fuerza edf. ad.		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	90	1	1
Cuadro 1.12	Batería conden.	-----	Condensadores trafo 1		
Cuadro 1.13	Batería conden.	-----	Condensadores trafo 2		
Cuadro 1.14	S14 EMER AL	S14.1 VIG AMP1	Alumbrado vigilancia almacén MP 1		
		S14.2 VIG AMP2	Alumbrado vigilancia almacén MP 2		
		S14.3 VIG CBOB	Alumbrado vigilancia nave corte bobinas		
		S14.4 VIG F3PEA	Alumbrado vigilancia nave fabric. 3PEA		
		S14.5 VIG F3PEI	Alumbrado vigilancia nave fabric. 3PEI		
		S14.6 VIG FDRD	Alumbrado vigilancia nave fabricac. DRD		
		S14.7 VIG FDWI	Alumbrado vigilancia nave fabricac. DWI		
		S14.8 VIG FES	Alumbrado vigilancia nave fabricac. ES		
		S14.9 VIG FTAP	Alumbrado vigilancia nave fabric. Tapas		
		S14.10 VIG APT	Alumbrado vigilancia almacén PT		
		S14.11 EVA AMP1	Alumbrado evacuación almacén MP 1		
		S14.12 EVA AMP2	Alumbrado evacuación almacén MP2		
		S14.13 EVA CBOB	Alumbrado evacuación nave cor. bobinas		
		S14.14 EVA F3PEA	Alumbrado evacuación nave fabri. 3PEA		
		S14.15 EVA F3PEI	Alumbrado evacuación nave fabric. 3PEI		
		S14.16 EVA FDRD	Alumbrado evacuación nave fabri. DRD		
		S14.17 EVA FDWI	Alumbrado evacuación nave fabric. DWI		
		S14.18 EVA FES	Alumbrado evacuación nave fabricac. ES		
		S14.19 EVA FTAP	Alumbrado evacuación nave fabric. TAP		
		S14.20 EVA APT	Alumbrado evacuación almacén PT		
		S14.21 ANT AMP1	Alumbrado anti-pánico almacén MP 1		
		S14.22 ANT AMP2	Alumbrado anti-pánico almacén MP 2		
		S14.23 ANT CBOB	Alumbrado anti-pánico nave cor. bobinas		
		S14.24 EVA F3PEA	Alumbrado evacuación nave fabr. 3PEA		
		S14.25 ANT F3PEI	Alumbrado anti-pánico nave fabric. 3PEI		
		S14.26 ANT FDRD	Alumbrado anti-pánico nave fabric. DRD		
		S14.27 ANT FDWI	Alumbrado anti-pánico nave fabric. DWI		
		S14.28 ANT FES	Alumbrado anti-pánico nave fabricac. ES		
		S14.29 ANT FTAP	Alumbrado anti-pánico nave fabr. Tapas		
		S14.30 ANT APT	Alumbrado anti-pánico almacén PT		

Tabla 12.4. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

### 1.17.3.- Subcuadros de nivel 2

Desde los cuadros nivel 1 se alimentan los cuadros de nivel 2 que se especifican en la tabla 13, con sus líneas.

SUBCUADROS NIVEL 2			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 2.1	S1.1 C 2P DWI	S1.1.1 VOL 2P DWI	Volteador 2P DWI A1
		S1.1.2 DEV 2P DWI	Devanador 2P DWI A1
		S1.1.3 PRET 2P DWI	Zona pretratamiento 2P DWI A1

Tabla 13.1. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

<b>SUBCUADROS NIVEL 2</b>			
<b>CUADRO</b>	<b>REF. Cuadro</b>	<b>REF. Circuito</b>	<b>INSTALACIÓN RECEPTORA</b>
Cuadro 2.1	S1.1 C 2P DWI	S1.1.4 END 2P DWI	Enderezadora 2P DWI AI
		S1.1.5 PRE 2P DWI	Prensa 2P DWI AI
		S1.1.6 API 2P DWI	Apilador de hojas 2P DWI AI
Cuadro 2.2	S1.2 C 2P ES	S1.2.1 VOL 2P ES	Volteador 2P Embutición simple
		S1.2.2 DEV 2P ES	Devanador 2P Embutición simple
		S1.2.3 PRET 2P ES	Zona pretratamiento 2P E. simp.
		S1.2.4 END 2P ES	Enderezadora 2P Embutic. simpl
		S1.2.5 PRE 2P ES	Prensa 2P Embutición simple
		S1.2.6 API 2P ES	Apilador hojas 2P Embut. simple
Cuadro 2.3	S1.3 C 2P DRD	S1.3.1 VOL 2P DRD	Volteador 2P DRD
		S1.3.2 DEV 2P DRD	Devanador 2P DRD
		S1.3.3 PRET 2P DRD	Zona pretratamiento 2P DRD
		S1.3.4 END 2P DRD	Enderezadora 2P DRD
		S1.3.5 PRE 2P DRD	Prensa 2P DRD
		S1.3.6 API 2P DRD	Apilador hojas 2P DRD
Cuadro 2.4	S1.4 C 3P EA	S1.4.1 VOL 3P EA	Volteador 3P EA
		S1.4.2 DEV 3P EA	Devanador 3P EA
		S1.4.3 PRET 3P EA	Zona pretratamiento 3P EA
		S1.4.4 END 3P EA	Enderezadora 3P EA
		S1.4.5 PRE 3P EA	Prensa 3P EA
		S1.4.6 API 3P EA	Apilador hojas 3P EA
Cuadro 2.5	S1.5 C 3P EI	S1.5.1 VOL 3P EI	Volteador 3P EI
		S1.5.2 DEV 3P EI	Devanador 3P EI
		S1.5.3 PRET 3P EI	Zona pretratamiento 3P EI
		S1.5.4 END 3P EI	Enderezadora 3P EI
		S1.5.5 PRE 3P EI	Prensa 3P EI
		S1.5.6 API 3P EI	Apilador hojas 3P EI
Cuadro 2.6	S1.6 C TAPAS	S1.6.1 VOL TAP	Volteador Tapas
		S1.6.2 DEV TAP	Devanador Tapas
		S1.6.3 PRET TAP	Zona pretratamiento Tapas
		S1.6.4 END TAP	Enderezadora Tapas
		S1.6.5 PRE TAP	Prensa Tapas
		S1.6.6 API TAP	Apilador hojas Tapas
Cuadro 2.7	S7.1 TAPA NOR	S7.1.1 PRE S NOR	Prensa scroll Tapas normal
		S7.1.2 PRE NOR	Prensa Tapas normales
		S7.1.3 REB NOR	Rebordeadora Tapas normales
		S7.1.4 ENG NOR	Engomado Tapas normales
		S7.1.5 HOR NOR	Horno secado Tapas normales
		S7.1.6 ENC NOR	Encartuchado y paletizado
Cuadro 2.8	S7.2 TAPA ESP	S7.2.1 DEV F ESP	Devanador fleje Tapas especiales
		S7.2.2 PRE ESP	Prensa Tapas especiales
		S7.2.3 LIT ESP	Litografiadora Tapas especiales
		S7.2.4 HOR 1 ESP	Horno secado 1 Tapas especiales
		S7.2.5 BAR ESP	Barnizadora Tapas especiales
		S7.2.6 HOR 2 ESP	Horno secado 2 Tapas especiales
Cuadro 2.9	S8.1 CEN TRA	S8.1.1 AL CT	Alumbrado centro transformación
		S8.1.2 FZA CT	Fuerza centro transformación

Tabla 13.2. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 2.9	S8.1 CEN TRA	S8.1.3 VEN CT	Ventilación centro transformación
		S8.1.4 B EST CT	Batería estac. centro transformación
Cuadro 2.10	S8.2 GRU ELE	S8.2.1 AL GR ELEC	Alumbrado grupo electrógeno
		S8.2.2 FZA GR ELE	Fuerza grupo electrógeno
Cuadro 2.11	S8.3 C PR CA	S8.3.1 BOM1 AG CA	Bombeo 1 agua alimentac. caldera
		S8.3.2 BOM2 AG CA	Bombeo 2 agua alimentac. caldera
		S8.3.3 PUP FM CA1	Pupitre fuerza y mando caldera 1
		S8.3.4 PUP FM CA2	Pupitre fuerza y mando caldera 2
		S8.3.5 AL CE PR C	Alumbrado central producción calor
		S8.3.6 FZA CE PR C	Fuerza central producción calor
Cuadro 2.12	S8.4 CE COM	S8.4.1 BO1 AG RC	Bombeo 1 agua refrigerac. compresor
		S8.4.2 BO2 AG RC	Bombeo 2 agua refrigerac. compresor
		S8.4.3 PUP FM CO1	Pupitre fuerza mando compresor1
		S8.4.4 PUP FM CO2	Pupitre fuerza mando compresor2
		S8.4.5 AL CEN COM	Alumbrado central compresores
		S8.4.6 FZA CE COM	Fuerza central compresores
Cuadro 2.13	S8.5 CE B AG	S8.5.1 BOM1 AG AP	Bombeo 1 agua alimentación planta
		S8.5.2 BOM2 AG AP	Bombeo 2 agua alimentación planta
		S8.5.3 AL CEN AGU	Alumbrado central bombeo agua
		S8.5.4 FZA CE AGU	Fuerza central bombeo agua
Cuadro 2.14	S10.1 AL NAVE	S10.1.1 AL G CDWI	Alumbrado general corte DWI
		S10.1.2 AL G CES	Alumbrado general corte Emb. Sim.
		S10.1.3 AL G CDRD	Alumbrado general corte DRD
		S10.1.4 AL G C3PEA	Alumbrado general corte 3PEA
		S10.1.5 AL G C3PEI	Alumbrado general corte 3PEAI
		S10.1.6 AL G CTP	Alumbrado general corte Tapas
		S10.1.7 AL G FDWIC1	Alumbrado general fabrica. DWI C1
		S10.1.8 AL G FDWIC2	Alumbrado general fabrica. DWI C2
		S10.1.9 AL G FESC1	Alumbrado general fabricac. ES C1
		S10.1.10 AL G FESC2	Alumbrado general fabricac. ES C2
		S10.1.11 ALG FDRDC1	Alumbrado general fabrica. DRD C1
		S10.1.12 ALG FDRDC2	Alumbrado general fabric.. DRD C2
		S10.1.13 AG F3PEAC1	Alumbrado general fabric.. 3PEA C1
		S10.1.14 AG F3PEAC2	Alumbr. general fabricac. 3PEA C2
		S10.1.15 ALG F3PEIC1	Alumbrado general fabric.. 3PEI C1
		S10.1.16 ALG F3PEIC2	Alumbrado general fabric. 3PEI C2
		S10.1.17 ALG FTPNC1	Alumbrado general fabric. TPN C1
		S10.1.18 ALG FTPNC2	Alumbrado general fabric. TPN C2
		S10.1.19 ALG FTPEC1	Alumbrado general fabric. TPE C1
		S10.1.20 ALG FTPEC2	Alumbrado general fabric. TPE C2
		S10.1.21 AL EXT C1	Alumbrado exterior circuito 1
		S10.1.22 AL EXT C2	Alumbrado exterior circuito 2
		S10.1.23 AL EXT C3	Alumbrado exterior circuito 3
		S10.1.24 AL LO COR	Alim. sub. niv 3 alum. localizado corte
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>
400/230	80	0,9	1

Tabla 13.3. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.14	S10.1 AL NAVE	S10.1.25 AL LO FAB	Alim. sub. niv 3 alum. localizado fabr.		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	70	0,9	1
Cuadro 2.15	S10.2 FZA NAV	S10.2.1 CA PR CBOB	Canaliz. prefabricada corte bobinas		
		S10.2.2 CA PR EDWI	Canaliz. prefabricada envases DWI		
		S10.2.3 CA PR EES	Canaliz. prefabricada envases ES		
		S10.2.4 CA PR EDRD	Canaliz. prefabricada envases DRD		
		S10.2.5 CA PR E3PEA	Canaliz. prefabricad. envases 3PEA		
		S10.2.6 CA PR E3PEI	Canaliz. prefabricada envases 3PEI		
		S10.2.7 CA PR TP	Canalización prefabricada Tapas		
Cuadro 2.16	S10.3 TC NAVE	S10.3.1 TC MPCB	Tomas corriente MP y corte bobinas		
		S10.3.2 TC EDWI	Tomas corriente envases DWI		
		S10.3.3 TC EES	Tomas corriente envases Emb. Sim.		
		S10.3.4 TC EDRD	Tomas corriente envases DRD		
		S10.3.5 TC E3PEA	Tomas corriente envases 3PEA		
		S10.3.6 TC E3PEI	Tomas corriente envases 3PEI		
		S10.3.7 TC TAPAS	Tomas corriente Tapas		
		S10.3.8 TC AMPT	Tomas corriente almacén PT		
Cuadro 2.17	S10.4 CAL NAV	S10.4.1 CAL AML MPC	Cámaras calefacción alm. MP/corte		
		S10.4.2 CAL 3PEA	Cámaras calefacción zona 3PEA		
		S10.4.3 CAL 3PEI	Cámaras calefacción zona 3PEI		
		S10.4.4 CAL DRD	Cámaras calefacción zona DRD		
Cuadro 2.17	S10.4 CAL NAV	S10.4.5 CAL DWI	Cámaras calefacción zona DWI		
		S10.4.6 CAL 3ES	Cámaras calefacción zona Emb.S.		
		S10.4.7 CAL TP	Cámaras calefacción. zona Tapas		
		S10.4.8 CAL ALM PT	Cámaras calefacción almacén PT		
Cuadro 2.18	S10.5 ANE IN N	S10.5.1 AL T MTO	Alumbrado taller mantenimiento		
		S10.5.2 AL A REP	Alumbrado almacén repuestos		
		S10.5.3 AL CA BT	Alumbrado carga baterías		
		S10.5.4 AL OF FB	Alumbrado oficina fabricación		
		S10.5.5 AL S DES	Alumbrado sala descanso		
		S10.5.6 AL SE NAV	Alumbrado servicios nave		
		S10.5.7 AL VE NAV	Alumbrado vestuarios nave		
		S10.5.8 FZ T MTO	Fuerza taller mantenimiento		
		S10.5.9 FZ A REP	Fuerza almacén repuestos		
		S10.5.10 FZ CA BT	Fuerza carga baterías		
		S10.5.11 FZ OF FB	Fuerza oficina fabricación		
		S10.5.12 FZ S DES	Fuerza sala descanso		
		S10.5.13 FZ SER NAV	Fuerza servicios nave		
		S10.5.14 FC VES NAV	Fuerza vestuarios nave		
Cuadro 2.19	S11.1 AL EAD	S11.1.1 AL EA PB	Alim. sub. nivel 3 alum. edif. adm. PB		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	1	1
		S11.1.2 AL EA PA	Alim. sub. nivel 3 alum. edif. adm. PA		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	1	1

Tabla 13.4. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.20	S11.2 FZA EAD	S11.2.1 FZA EA PB	Alim. sub. nivel 3 fuerza edif. adm. PB		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,7	0,9
		S11.2.2 FZA EA PA	Alim. sub. nivel 3 fuerza edif. adm. PA		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,7	0,9

Tabla 13.5. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

#### 1.17.4.- Subcuadros de nivel 3

Desde los cuadros nivel 2 se alimentan los cuadros de nivel 3 que se especifican en la tabla 14, con sus líneas.

SUBCUADROS NIVEL 3			
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA
Cuadro 3.1	S10.1.23 AL LO COR	S10.1.23.1 AL CDWI	Alumbrado localizado corte DWI
		S10.1.23.2 AL CES	Alumbrado localizado corte ES
		S10.1.23.3 AL CDRD	Alumbrado localizado corte DRD
		S10.1.23.4 AL C3PEA	Alumbrado localizado corte3PEA
		S10.1.23.5 AL C3PEI	Alumbrado localizado corte 3PEI
		S10.1.23.6 AL TAPA	Alumbrado localizado corte Tapas
Cuadro 3.2	S10.1.24 AL LO FAB	S10.1.24.1 AL FDWI	Alumbrado localizado fabric. DWI
		S10.1.24.2 AL FES	Alumbrado localizado fabric. ES
		S10.1.24.3 AL FDRD	Alumbrado localizado fabric. DRD
		S10.1.24.4 AL F3PEA	Alumbrado localizado fabri. 3PEA
		S10.1.24.5 AL F3PEI	Alumbrado localizado fabric. 3PEI
		S10.1.24.6 AL FTPN	Alumbrado localizado fabric. TPN
		S10.1.24.7 AL FTPE	Alumbrado localizado fabric. TPE
Cuadro 3.3	S11.1.1 AL EA PB	S11.1.1.1 AL EPB RE	Alumbra edif. admin. recepción
		S11.1.1.2 AL EPB EX	Alumbra edif. admin. exposición
		S11.1.1.3 AL EPB SV	Alumbra edif. administ. servicios
		S11.1.1.4 AL EPB VT	Alumbra edif. admin. vestuarios
		S11.1.1.5 AL EPB CA	Alumbrado edif. control accesos
Cuadro 3.4	S11.1.2 AL EA PA	S11.1.2.1 AL EPA Z1	Alumbrado edif. adm. PA zona 1
		S11.1.2.2 AL EPA Z2	Alumbrado edif. adm. PA zona 2
		S11.1.2.3 AL EPA Z3	Alumbrado edif. adm. PA zona 3
Cuadro 3.5	S11.2.1 FZA EA PB	S11.2.1.1 FZA EA RE	Fuerza edif. administ. recepción
		S11.2.1.2 FZA EA EX	Fuerza edif. adminis. exposición
		S11.2.1.3 CLIM EPB	Climatización edif. administ. PB
		S11.2.1.4 FZA ED CA	Fuerza edificio control accesos
		S11.2.1.5 FZA ME CA	Aliment. megafonía c. accesos
		S11.2.1.6 FZA EA SV	Fuerza edif. administ. servicios
		S11.2.1.7 FZA EA VT	Fuerza edif. administ. vestuarios
Cuadro 3.6	S11.2.2 FZA EA PA	S11.2.2.1 FZA EPAZ1	Fuerza edif. adminis. PA zona 1
		S11.2.2.2 FZA EPAZ2	Fuerza edif. adminis. PA zona 2
		S11.2.2.3 FZA EPAZ3	Fuerza edif. adminis. PA zona 3
		S11.2.2.4 CLIM EPA	Climatización edif. administ. PA

Tabla 14. Características de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 3.

### 1.18.- Previsión de cargas

La previsión de las cargas finales correspondientes a cada una de las líneas es la que se muestra a continuación.

#### 1.18.1.- Subcuadros de nivel 1

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.2	S2 EB 2P DWI	S2.1 PRE DWI	Prensa 2P DWI Aluminio		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	7	0,8
		S2.2 EMB DWI	Embutidora 2P DWI Aluminio		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	9,5	0,8
		S2.3 EST DWI	Estirado y planchado 2P DWI Aluminio		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	15	0,8
		S2.4 MOL DWI	Moldeadora 2P DWI Aluminio		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	3,5	0,8
		S2.5 BAR 1 DWI	Barnizadora 1 2P DWI Aluminio		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400	35	9	0,8		
S2.6 HOR1 DWI	Horno de secado 1 2P DWI Aluminio				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	40	12	0,8		
S2.7 PES DWI	Pestañadora 2P DWI Aluminio				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	50	2,2	0,8		
S2.8 MAQ DWI	Máquina decoración 2P DWI Aluminio				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	55	9	0,8		
S2.9 HOR2 DWI	Horno de secado 2 2P DWI Aluminio				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	60	12	0,8		
S2.10 BAR 2 DWI	Barnizadora 2 2P DWI Aluminio				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	70	9	0,8		
S2.11 HOR2 DWI	Horno de secado 2 2P DWI Aluminio				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	80	12	0,8		
S2.12 PAL DWI	Paletizador automat. 2P DWI Aluminio				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	90	3	0,8		
Cuadro 1.3	S3 EA 2P ES	S3.1 LIT ES	Litografiadora 2P Embuti. simple Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	3	0,8
		S3.2 HOR1 ES	Horno secado 1 2P Emb. simple Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	12	0,8
S3.3 PRE ES	Prensa 2P Embutición simple Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	25	7	0,8		

Tabla 15.1. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.3	S3 EA 2P ES	S3.4 EMB ES	Embutidora 2P Embutic. simple Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	9,5	0,8
		S3.5 PES 1 ES	Pestañadora 2P Embutic. simple Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	2,2	0,8
		S3.6 BAR ES	Barnizadora 2P Embutic. simple Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	50	9	0,8
		S3.7 HOR 2 ES	Horno secado 2 2P Emb. simple Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	55	12	0,8
S3.8 PAL ES	Paletizador auto. 2P Emb. simple Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	60	3	0,8		
Cuadro 1.4	S4 EA 2P DRD	S4.1 PRE DRD	Prensa 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	7	0,8
		S4.2 EMB DRD	Embutidora 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	9,5	0,8
		S4.3 REEM DRD	Reembutidora 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	9,5	0,8
		S4.4 MOL DRD	Moldeadora 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	4	0,8
		S4.5 BAR 1 DRD	Barnizadora 1 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	35	9	0,8
		S4.6 HOR 1 DRD	Horno de secado 1 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	12	0,8
		S4.7 PES DRD	Pestañadora 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	50	2,2	0,8
		S4.8 MAQ DRD	Máquina de decoración 2P DRD Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	55	9	0,8
S4.9 HOR 2 DRD	Horno de secado 2 2P DRD Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	60	12	0,8		
S4.10 BAR 2 DRD	Barnizadora 2 2P DRD Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	70	9	0,8		
S4.11 HOR2 DRD	Horno de secado 2 2P DRD Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	80	12	0,8		
S4.12 PAL DRD	Paletizador automático 2P DRD Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	90	3	0,8		

Tabla 15.2. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.5	S5 EA 3P	S5.1 LIT EA 3P	Litografiadora 3P Envases aliment. Ac.		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	3	0,8
		S5.2 HOR1 EA 3P	Horno secado 1 3P Envases alimen. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	12	0,8
		S5.3 BAR EA 3P	Barnizadora 3P Envases aliment. Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	9	0,8
		S5.4 HOR2 EA 3P	Horno secado 2 3P Envases alimen. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	12	0,8
		S5.5 API EA 3P	Apilador hojas 3P Envases aliment. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	6	0,8
		S5.6 PRE EA 3P	Prensa 3P Envases alimentarios Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	50	7	0,8
		S5.7 CON EA 3P	Conformado 3P Envases alimenta. Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	55	3,75	0,8
		S5.8 SOL EA 3P	Soldadura 3P Envases aliment. Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	60	70	0,8
S5.9 REFS EA 3P	Refrig. soldadura 3P Envases ali. Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	65	3	0,8		
S5.10 BAC EA 3P	Barnizado costura 3P Envases alim. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	70	1	0,8		
S5.11 PES EA 3P	Pestañadora 3P Envases alim. Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	75	2,2	0,8		
S5.12 PRC EA 3P	Proceso de cierre 3P Envases alim. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	80	7,5	0,8		
S5.13 PRF EA 3P	Probadora fugas 3P Envases alime. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	85	2,2	0,8		
S5.14 PAL EA 3P	Paletizador auto. 3P Envases ali. Acero				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	90	3	0,8		
Cuadro 1.6	S6 EI 3P	S6.1 LIT EI 3P	Litografiadora 3P Envases industria. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	3	0,8
		S6.2 HOR1 EI 3P	Horno secado 1 3P Envases indust. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	12	0,8
		S6.3 BAR EI 3P	Barnizadora 3P Envases industrial. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	9	0,8

Tabla 15.3. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.6	S6 EI 3P	S6.4 HOR2 EI 3P	Horno secado 2 3P Envases indust. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	12	0,8
		S6.5 API EI 3P	Apilador hojas 3P Envases industri. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	6	0,8
		S6.6 PRE EI 3P	Prensa 3P Envases industriales Acero		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	50	7	0,8
		S6.7 CON EI 3P	Conformado 3P Envases industrial. Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	55	3,75	0,8
		S6.8 SOL EI 3P	Soldadura 3P Envases industriales Ac		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400	60	70	0,8		
S6.9 REFS EI 3P	Refrig. soldadura 3P Envases indus. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	65	3	0,8		
S6.10 BAC EI 3P	Barnizado costura 3P Envases indu. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	70	1	0,8		
S6.11 PES EI 3P	Pestañadora 3P Envases industrial. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	75	2,2	0,8		
S6.12 PRC EI 3P	Proceso de cierre 3P Envases indu. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	80	7,5	0,8		
S6.13 PRF EI 3P	Probadora fugas 3P Envases indus. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	85	2,2	0,8		
S6.14 PAL EI 3P	Paletizador auto. 3P Envases indus. Ac				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	90	3	0,8		
Cuadro 1.9a	S9 ALM MP	S9.1 AL ALM MP1	Alumbrado almacén materia prima 1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	35	1,62	1
		S9.2 AL ALM MP2	Alumbrado almacén materia prima 2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	35	1,62	1
S9.3 FZ ALM MP1	Fuerza almacén materia prima 1				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	35	9	0,9		
S9.4 FZ ALM MP2	Fuerza almacén materia prima 2				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	35	9	0,9		
S9.5 P GRUA MP	Fuerza puente grúa movimien. bobinas				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	20	6	0,8		
Cuadro 1.9b	S9 ALM PT	S9.1 AL ALM DWI	Alumbrado almacén envases DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	20	1,08	1		

Tabla 15.4. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.9b	S9 ALM PT	S9.2 AL ALM ES	Alumbrado almacén envases ES		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	35	1,08	1
		S9.3 AL ALM DRD	Alumbrado almacén envases DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	35	1,08	1
		S9.4 AL ALM 3PEA	Alumbrado almacén envases 3PEA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	65	1,08	1
		S9.5 AL ALM 3PEI	Alumbrado almacén envases 3PEI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	1,08	1
		S9.6 AL ALM TP	Alumbrado almacén envases Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	1,08	1
		S9.7 FZ ALM DWI	Fuerza almacén envases DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	9	0,9
		S9.8 FZ ALM ES	Fuerza almacén envases ES		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	35	9	0,9		
S9.9 FZ ALM DRD	Fuerza almacén envases DRD				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	35	9	0,9		
S9.10 FZ ALM 3PEA	Fuerza almacén envases 3PEA				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	65	9	0,9		
S9.11 FZ ALM 3PEI	Fuerza almacén envases 3PEI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	50	9	0,9		
S9.12 FZ ALM TP	Fuerza almacén envases Tapas				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	50	9	0,9		
S9.13 POL PT	Fuerza polipasto movimiento envases				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	20	3	0,8		
Cuadro 1.14	S14 EMER AL	S14.1 VIG AMP1	Alumbrado vigilancia almacén MP 1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	0,18	1
		S14.2 VIG AMP2	Alumbrado vigilancia almacén MP 2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	115	0,18	1
		S14.3 VIG CBOB	Alumbrado vigilancia nav corte bobinas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	85	0,528	1
		S14.4 VIG F3PEA	Alumbrado vigilancia nav fabric. 3PEA		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	110	0,310	1		
S14.5 VIG F3PEI	Alumbrado vigilancia nave fabric. 3PEI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	95	0,310	1		

Tabla 15.5. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

<b>SUBCUADROS NIVEL 1</b>					
<b>CUADRO</b>	<b>REF. Cuadro</b>	<b>REF. Circuito</b>	<b>INSTALACIÓN RECEPTORA</b>		
Cuadro 1.14	S14 EMER AL	S14.6 VIG FDRD	Alumbrado vigilancia nave fabric. DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	80	0,310	1
		S14.7 VIG FDWI	Alumbrado vigilancia nave fabric. DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	65	0,310	1
		S14.8 VIG FES	Alumbrado vigilancia nave fabricac. ES		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	0,208	1
		S14.9 VIG FTAP	Alumbrado vigilancia nav fabric. Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	30	0,310	1
		S14.10 VIG APT	Alumbrado vigilancia almacén PT		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	150	0,563	1
		S14.11 EVA AMP1	Alumbrado evacuación almacén MP 1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	0,050	1
		S14.12 EVA AMP2	Alumbrado evacuación almacén MP2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	115	0,050	1
		S14.13 EVA CBOB	Alumbrado evacuación n. cort. bobinas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	85	0,165	1
S14.14 EVA F3PEA	Alumbrado evacuación nav fabri. 3PEA				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	110	0,095	1		
S14.15 EVA F3PEI	Alumbrado evacuación n. fabric. 3PEI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	95	0,095	1		
S14.16 EVA FDRD	Alumbrado evacuación nav fabri. DRD				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	80	0,095	1		
S14.17 EVA FDWI	Alumbrado evacuación nav fabric. DWI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	65	0,095	1		
S14.18 EVA FES	Alumbrado evacuación nav. fabric. ES				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	50	0,065	1		
S14.19 EVA FTAP	Alumbrado evacuación nav fabric. TAP				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	30	0,095	1		
S14.20 EVA APT	Alumbrado evacuación almacén PT				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	150	0,175	1		
S14.21 ANT AMP1	Alumbrado anti-pánico almacén MP 1				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	50	0,040	1		
S14.22 ANT AMP2	Alumbrado anti-pánico almacén MP 2				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	115	0,040	1		

Tabla 15.6. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.14	S14 EMER AL	S14.23 ANT CBOB	Alumbrado anti-pánico n. cort. bobinas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	85	0,135	1
		S14.24 EVAF3PEA	Alumbrado evacuación nav fabr. 3PEA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	110	0,080	1
		S14.25 ANT F3PEI	Alumbrado anti-pánico nav fabric. 3PEI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	95	0,080	1
		S14.26 ANT FDRD	Alumbrado anti-pánico nav fabric. DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	80	0,080	1
		S14.27 ANT FDWI	Alumbrado anti-pánico nav fabric. DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	65	0,080	1
		S14.28 ANT FES	Alumbrado anti-pánico nave fabric. ES		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	50	0,055	1		
S14.29 ANT FTAP	Alumbrado anti-pánico nav fabr. Tapas				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	30	0,080	1		
S14.30 ANT APT	Alumbrado anti-pánico almacén PT				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	150	0,145	1		

Tabla 15.7. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 1.

### 1.18.2.- Subcuadros de nivel 2

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.1	S1.1 C 2P DWI	S1.1.1 VOL 2P DWI	Volteador 2P DWI AI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	4	0,8
		S1.1.2 DEV 2P DWI	Devanador 2P DWI AI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	6	0,8
		S1.1.3 PRET 2P DWI	Zona pretratamiento 2P DWI AI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	9	0,8
		S1.1.4 END 2P DWI	Enderezadora 2P DWI AI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	1,5	0,8
S1.1.5 PRE 2P DWI	Prensa 2P DWI AI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	30	7	0,8		
S1.1.6 API 2P DWI	Apilador de hojas 2P DWI AI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	35	6	0,8		

Tabla 16.1. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.2	S1.2 C 2P ES	S1.2.1 VOL 2P ES	Volteador 2P Embutición simple		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	4	0,8
		S1.2.2 DEV 2P ES	Devanador 2P Embutición simple		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	6	0,8
		S1.2.3 PRET 2P ES	Zona de pretratamiento 2P E. simp.		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	9	0,8
		S1.2.4 END 2P ES	Enderezadora 2P Embutición simple		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	1,5	0,8
		S1.2.5 PRE 2P ES	Prensa 2P Embutición simple		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400	30	7	0,8		
S1.2.6 API 2P ES	Apilador de hojas 2P Embut. simple				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	35	6	0,8		
Cuadro 2.3	S1.3 C 2P DRD	S1.3.1 VOL 2P DRD	Volteador 2P DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	4	0,8
		S1.3.2 DEV 2P DRD	Devanador 2P DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	6	0,8
		S1.3.3 PRET 2P DRD	Zona de pretratamiento 2P DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	9	1
		S1.3.4 END 2P DRD	Enderezadora 2P DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	25	1,5	1
		S1.3.5 PRE 2P DRD	Prensa 2P DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	30	7	0,9		
S1.3.6 API 2P DRD	Apilador de hojas 2P DRD				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	35	6	0,8		
Cuadro 2.4	S1.4 C 3P EA	S1.4.1 VOL 3P EA	Volteador 3P EA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	4	0,8
		S1.4.2 DEV 3P EA	Devanador 3P EA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	6	0,8
		S1.4.3 PRET 3P EA	Zona de pretratamiento 3P EA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	9	0,8
		S1.4.4 END 3P EA	Enderezadora 3P EA		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	25	1,5	0,8		

Tabla 16.2. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.4	S1.4 C 3P EA	S1.4.5 PRE 3P EA	Prensa 3P EA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	7	0,8
		S1.4.6 API 3P EA	Apilador de hojas 3P EA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	35	6	0,8
Cuadro 2.5	S1.5 C 3P EI	S1.5.1 VOL 3P EI	Volteador 3P EI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	4	0,8
		S1.5.2 DEV 3P EI	Devanador 3P EI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	6	0,8
		S1.5.3 PRET 3P EI	Zona de pretratamiento 3P EI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	9	0,8
		S1.5.4 END 3P EI	Enderezadora 3P EI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	1,5	0,8
		S1.5.5 PRE 3P EI	Prensa 3P EI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	7	0,8
		S1.5.6 API 3P EI	Apilador de hojas 3P EI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	35	6	0,8
Cuadro 2.6	S1.6 C TAPAS	S1.6.1 VOL TAP	Volteador Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	4	0,8
		S1.6.2 DEV TAP	Devanador Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	6	1
		S1.6.3 PRET TAP	Zona pretratamiento Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	9	1
		S1.6.4 END TAP	Enderezadora Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	25	1,5	0,9
		S1.6.5 PRE TAP	Prensa Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	7	0,8
		S1.6.6 API TAP	Apilador hojas Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	35	6	0,8
Cuadro 2.7	S7.1 TAPA NOR	S7.1.1 PRE S NOR	Prensa scroll Tapas normales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	7	0,8
		S7.1.2 PRE NOR	Prensa Tapas normales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	7	0,8

Tabla 16.3. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.7	S7.1 TAPA NOR	S7.1.3 REB NOR	Rebordeadora Tapas normales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	15	0,8
		S7.1.4 ENG NOR	Engomado Tapas normales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	1,5	0,8
		S7.1.5 HOR NOR	Horno secado Tapas normales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	12	0,8
		S7.1.6 ENC NOR	Encartuchado y paletizado T. norm.		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	50	1	0,8		
Cuadro 2.8	S7.2 TAPA ESP	S7.2.1 DEV F ESP	Devanador fleje Tapas especiales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	0,25	0,8
		S7.2.2 PRE ESP	Prensa Tapas especiales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	7	0,8
		S7.2.3 LIT ESP	Litografiadora Tapas especiales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	3	0,8
		S7.2.4 HOR 1 ESP	Horno secado 1 Tapas especiales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	12	0,8
		S7.2.5 BAR ESP	Barnizadora Tapas especiales		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400	40	9	0,8		
S7.2.6 HOR 2 ESP	Horno secado 2 Tapas especiales				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	50	12	0,8		
Cuadro 2.9	S8.1 CEN TRA	S8.1.1 AL CT	Alumbrado centro transformación		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	0,2	1
		S8.1.2 FZA CT	Fuerza centro transformación		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	6	0,9
		S8.1.3 VEN CT	Ventilación centro transformación		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	3	0,8
		S8.1.4 B EST CT	Batería estac. centro transformación		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	10	2	0,8		
Cuadro 2.10	S8.2 GRU ELE	S8.2.1 AL GR ELEC	Alumbrado grupo electrógeno		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,2	1
		S8.2.2 FZA GR ELE	Fuerza grupo electrógeno		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	10	6	0,9		

Tabla 16.4. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.11	S8.3 C PR CA	S8.3.1 BOM1 AG CA	Bombeo 1 agua alimentación caldera		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	10	0,8
		S8.3.2 BOM2 AG CA	Bombeo 2 agua alimentación caldera		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	10	0,8
		S8.3.3 PUP FM CA1	Pupitre fuerza y mando caldera 1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	20	0,8
		S8.3.4 PUP FM CA2	Pupitre fuerza y mando caldera 2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	20	0,8
		S8.3.5 AL CE PR C	Alumbrado central producción calor		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	20	0,5	1		
S8.3.6 FZA CE PR C	Fuerza central producción calor				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	6	0,9		
Cuadro 2.12	S8.4 CE COM	S8.4.1 BO1 AG RC	Bombeo 1 agua refrigerac. compresor		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	10	0,8
		S8.4.2 BO2 AG RC	Bombeo 2 agua refrigerac. compresor		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	10	0,8
		S8.4.3 PUP FM CO1	Pupitre fuerza mando compresor1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	75	0,8
		S8.4.4 PUP FM CO2	Pupitre fuerza mando compresor2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	75	0,8
		S8.4.5 AL CEN COM	Alumbrado central compresores		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	20	0,2	1		
S8.4.6 FZA CE COM	Fuerza central compresores				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	6	0,9		
Cuadro 2.13	S8.5 CE B AG	S8.5.1 BOM1 AG AP	Bombeo 1 agua alimentación planta		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	20	0,8
		S8.5.2 BOM2 AG AP	Bombeo 2 agua alimentación planta		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	20	0,8
		S8.5.3 AL CEN AGU	Alumbrado central bombeo agua		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,2	1
		S8.5.4 FZA CE AGU	Fuerza central bombeo agua		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	6	0,9		
Cuadro 2.14	S10.1 AL NAVE	S10.1.1 AL G CDWI	Alumbrado general corte DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1

Tabla 16.5. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.14	S10.1 AL NAVE	S10.1.2 AL G CES	Alumbrado general corte Emb. Sim.		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.3 AL G CDRD	Alumbrado general corte DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.4 AL G C3PEA	Alumbrado general corte 3PEA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.5 AL G C3PEI	Alumbrado general corte 3PEAI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.6 AL G CTP	Alumbrado general corte Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.7 AL G FDWIC1	Alumbrado general fabrica. DWI C1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.8 AL G FDWIC2	Alumbrado general fabrica. DWI C2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.9 AL G FESC1	Alumbrado general fabricac. ES C1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.10 AL G FESC2	Alumbrado general fabricac. ES C2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
		S10.1.11 ALG FDRDC1	Alumbrado general fabric. DRD C1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta	1	
S10.1.12 ALG FDRDC2	Alumbrado general fabric. DRD C2				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta	1			
S10.1.13 AG F3PEAC1	Alumbrado general fabri. 3PEA C1				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta	1			
S10.1.14 AG F3PEAC2	Alumbrado general fabri. 3PEA C2				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta	1			
S10.1.15 ALG F3PEIC1	Alumbrado general fabric. 3PEI C1				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta	1			
S10.1.16 ALG F3PEIC2	Alumbrado general fabric. 3PEI C2				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta	1			
S10.1.17 ALG FTPNC1	Alumbrado general fabric. TPN C1				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta	1			
S10.1.18 ALG FTPNC2	Alumbrado general fabric. TPN C2				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta	1			

Tabla 16.6. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.14	S10.1 AL NAVE	S10.1.19 ALG FTPEC1	Alumbrado general fabric. TPE C1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S10.1.20 ALG FTPEC2	Alumbrado general fabric. TPE C2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S10.1.21 AL EXT C1	Alumbrado exterior circuito 1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S10.1.22 AL EXT C2	Alumbrado exterior circuito 2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
S10.1.23 AL EXT C3	Alumbrado exterior circuito 3				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia W</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta		1		
Cuadro 2.15	S10.2 FZA NAV	S10.2.1 CA PR CBOB	Canaliz. prefabricada corte bobinas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	70	0,084	0,8
		S10.2.2 CA PR EDWI	Canaliz. prefabricada envases DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		0,8
		S10.2.3 CA PR EES	Canaliz. prefabricada envases ES		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		0,8
		S10.2.4 CA PR EDRD	Canaliz. prefabricada envases DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	Consumos en ruta		0,8
S10.2.5 CA PR E3PEA	Canal. prefabricada envases 3PEA				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	Consumos en ruta		0,8		
S10.2.6 CA PR E3PEI	Canal. prefabricada envases 3PEI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	Consumos en ruta		0,8		
S10.2.7 CA PR TP	Canalización prefabricada Tapas				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	Consumos en ruta		0,8		
Cuadro 2.16	S10.3 TC NAVE	S10.3.1 TC MPCB	Tomas corriente MP y corte bobinas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	70	9	0,9
		S10.3.2 TC EDWI	Tomas corriente envases DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	50	60	0,9
		S10.3.3 TC EES	Tomas corriente envases Emb. Sim.		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	80	15	0,9		
S10.3.4 TC EDRD	Tomas corriente envases DRD				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	120	15	0,9		
S10.3.5 TC E3PEA	Tomas corriente envases 3PEA				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	70	15	0,9		

Tabla 16.7. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.16	S10.3 TC NAVE	S10.3.6 TC E3PEI	Tomas corriente envases 3PEI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	90	15	0,9
		S10.3.7 TC TAPAS	Tomas corriente Tapas		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	70	0,084	0,9
		S10.3.8 TC AMPT	Tomas corriente almacén PT		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	70	0,084	0,9
Cuadro 2.17	S10.4 CAL NAV	S10.4.1 CAL AML MPC	Cámaras calefacc. alm. MP/corte		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	90	20	0,8
		S10.4.2 CAL 3PEA	Cámaras calefacción zona 3PEA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	100	8	0,8
		S10.4.3 CAL 3PEI	Cámaras calefacción zona 3PEI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	90	8	0,8
		S10.4.4 CAL DRD	Cámaras calefacción zona DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	80	8	0,8
		S10.4.5 CAL DWI	Cámaras calefacción zona DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	70	8	0,8
		S10.4.6 CAL 3ES	Cámaras calefacción zona Emb.S.		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	60	8	0,8
S10.4.7 CAL TP	Cámaras calefacción. zona Tapas				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	40	8	0,8		
S10.4.8 CAL ALM PT	Cámaras calefacción almacén PT				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400	110	10	0,8		
Cuadro 2.18	S10.5 ANE IN N	S10.5.1 AL T MTO	Alumbrado taller mantenimiento		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,612	1
		S10.5.2 AL A REP	Alumbrado almacén repuestos		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	0,408	1
		S10.5.3 AL CA BT	Alumbrado carga baterías		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,204	1
		S10.5.4 AL OF FB	Alumbrado oficina fabricación		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	0,408	1
S10.5.5 AL S DES	Alumbrado sala descanso				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	0,204	1		
S10.5.6 AL SE NAV	Alumbrado servicios nave				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	0,1	1		

Tabla 16.8. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.18	S10.5 ANE IN N	S10.5.7 AL VE NAV	Alumbrado vestuarios nave		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	0,1	1
		S10.5.8 FZ T MTO	Fuerza taller mantenimiento		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	20	0,8
		S10.5.9 FZ A REP	Fuerza almacén repuestos		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	9	0,9
		S10.5.10 FZ CA BT	Fuerza carga baterías		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	32	0,9
		S10.5.11 FZ OF FB	Fuerza oficina fabricación		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	9	0,9
		S10.5.12 FZ S DES	Fuerza sala descanso		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	6	0,9		
S10.5.13 FZ SER NAV	Fuerza servicios nave				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	3	0,9		
S10.5.14 FC VES NAV	Fuerza vestuarios nave				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	15	3	0,9		

Tabla 16.9. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

### 1.18.3.- Consumos en ruta

8.12.2.1 CONSUMOS EN RUTA				
REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
S10.1 AL NAVE	S10.1.1 AL G CDWI	Alumbrado general corte DWI		
Tramo	1°	2°	3°	4°
Potencia (W)	240	240	240	240
Longitud (m)	65	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.2 AL G CES	Alumbrado general corte Emb. Sim.		
Tramo	1°	2°	3°	4°
Potencia (W)	240	240	240	240
Longitud (m)	50	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.3 AL G CDRD	Alumbrado general corte DRD		
Tramo	1°	2°	3°	4°
Potencia (kW)	240	240	240	240
Longitud (m)	80	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.4 AL G C3PEA	Alumbrado general corte 3PEA		
Tramo	1°	2°	3°	4°
Potencia (W)	0,24	0,24	0,24	0,24
Longitud (m)	110	16	16	16

Tabla 17.1. Consumos en ruta de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

8.12.2.1 CONSUMOS EN RUTA						
REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA				
S10.1 AL NAVE	S10.1.5 AL G C3PEI	Alumbrado general corte 3PEAI				
Tramo	1°	2°	3°	4°		
Potencia (W)	240	240	240	240	240	
Longitud (m)	95	16	16	16	16	
S10.1 AL NAVE	S10.1.6 AL G CTP	Alumbrado general corte Tapas				
Tramo	1°	2°	3°	4°		
Potencia (W)	240	240	240	240	240	
Longitud (m)	35	16	16	16	16	
S10.1 AL NAVE	S10.1.7 AL G FDWIC1	Alumbrado general fabricación DWI C1				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	65	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.8 AL G FDWIC2	Alumbrado general fabricación DWI C2				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.9 AL G FESC1	Alumbrado general fabricación ES C1				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.11 AL G FESC2	Alumbrado general fabricación ES C2				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.11 ALG FDRDC1	Alumbrado general fabricación DRD C1				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.12 ALG FDRDC2	Alumbrado general fabricación DRD C2				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.13 AG F3PEAC1	Alumbrado general fabricación 3PEA C1				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.14 AG F3PEAC2	Alumbrado general fabricación 3PEA C2				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16
S10.1 AL NAVE	S10.1.15 ALG F3PEIC1	Alumbrado general fabricación 3PEI C1				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Potencia (W)	240	240	240	240	240	240
Longitud (m)	70	16	16	16	16	16

Tabla 17.2. Consumos en ruta de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

8.12.2.1 CONSUMOS EN RUTA														
REF. Cuadro	REF. Circuito				INSTALACIÓN RECEPTORA									
S10.1 AL NAVE	S10.1.16 ALG F3PEIC2				Alumbrado general fabricación 3PEI C2									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°						
	Potencia (W)		240	240	240	240	240	240	240					
	Longitud (m)		70	16	16	16	16	16	16					
S10.1 AL NAVE	S10.1.17 ALG FTPNC1				Alumbrado general fabricación TPN C1									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°						
	Potencia (W)		240	240	240	240	240	240	240					
	Longitud (m)		70	16	16	16	16	16	16					
S10.1 AL NAVE	S10.1.18 ALG FTPNC2				Alumbrado general fabricación TPN C2									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°						
	Potencia (W)		240	240	240	240	240	240	240					
	Longitud (m)		70	16	16	16	16	16	16					
S10.1 AL NAVE	S10.1.19 ALG FTPEC1				Alumbrado general fabricación TPE C1									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°						
	Potencia (W)		240	240	240	240	240	240	240					
	Longitud (m)		70	16	16	16	16	16	16					
S10.1 AL NAVE	S10.1.20 ALG FTPEC2				Alumbrado general fabricación TPE C2									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°						
	Potencia (W)		240	240	240	240	240	240	240					
	Longitud (m)		70	16	16	16	16	16	16					
S10.1 AL NAVE	S10.1.21 AL EXT C1				Alumbrado exterior circuito 1									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	
	Potencia (W)		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	Longitud (m)		20	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
S10.1 AL NAVE	S10.1.22 AL EXT C2				Alumbrado exterior circuito 2									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	
	Potencia (W)		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	Longitud (m)		35	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
S10.1 AL NAVE	S10.1.23 AL EXT C3				Alumbrado exterior circuito 3									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	
	Potencia (W)		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
	Longitud (m)		50	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
S10.2 FZA NAV	S10.2.1 CA PR CBOB				Canalización prefabricada corte bobinas									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°				
	Potencia (kW)		3	3	3	3	3	3	3	3	3			
	Longitud (m)		45	6	6	6	6	6	6	6	6			
S10.2 FZA NAV	S10.2.2 CA PR EDWI				Canalización prefabricada envases DWI									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
	Potencia (kW)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Longitud (m)		70	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S10.2 FZA NAV	S10.2.3 CA PR EES				Canalización prefabricada envases ES									
	Tramo		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°			
	Potencia (kW)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	Longitud (m)		60	6	6	6	6	6	6	6	6	6		

Tabla 17.3. Consumos en ruta de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

8.12.2.1 CONSUMOS EN RUTA												
REF. Cuadro	REF. Circuito				INSTALACIÓN RECEPTORA							
S10.2 FZA NAV Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.2.4 CA PR EDRD				Canalización prefabricada envases DRD							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	80	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S10.2 FZA NAV Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.2.5 CA PR E3PEA				Canalización prefabricada envases 3PEA							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	100	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S10.2 FZA NAV Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.2.6 CA PR E3PEI				Canalización prefabricada envases 3PEI							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	90	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S10.2 FZA NAV Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.2.7 CA PR TP				Canalización prefabricada Tapas							
	1°		2°		3°		4°		5°		6°	
	3		3		3		3		3		3	
	40		6		6		6		6		6	
S10.3 TC NAVE Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.3.1 TC MPCB				Tomas corriente MP y corte bobinas							
	1°		2°		3°		4°		5°		6°	
	3		3		3		3		3		3	
	40		10		10		10		10		10	
S10.3 TC NAVE Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.3.2 TC EDWI				Tomas corriente envases DWI							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°				
	3	3	3	3	3	3	3	3				
	70	10	10	10	10	10	10	10				
S10.3 TC NAVE Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.3.3 TC EES				Tomas corriente envases Emb. Sim.							
	1°		2°		3°		4°		5°		6°	
	3		3		3		3		3		3	
	60		10		10		10		10		10	
S10.3 TC NAVE Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.3.4 TC EDRD				Tomas corriente envases DRD							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°				
	3	3	3	3	3	3	3	3				
	80	10	10	10	10	10	10	10				
S10.3 TC NAVE Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.3.5 TC E3PEA				Tomas corriente envases 3PEA							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°				
	3	3	3	3	3	3	3	3				
	100	10	10	10	10	10	10	10				
S10.3 TC NAVE Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.2.6 CA PR E3PEI				Canal. prefabricada envases 3PEI							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°				
	3	3	3	3	3	3	3	3				
	90	10	10	10	10	10	10	10				
S10.3 TC NAVE Tramo Potencia (kW) Longitud (m)	S10.3.7 TC TAPAS				Tomas corriente Tapas							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°				
	3	3	3	3	3	3	3	3				
	40	10	10	10	10	10	10	10				

Tabla 17.4. Consumos en ruta de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

8.12.2.1 CONSUMOS EN RUTA								
REF. Cuadro	REF. Circuito			INSTALACIÓN RECEPTORA				
S10.3 TC NAVE	S10.3.8 TC AMPT			Tomas corriente almacén PT				
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	110	10	10	10	10	10	10	10

Tabla 17.5. Consumos en ruta de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 2.

### 1.18.4.- Subcuadros de nivel 3

8.12.3.- SUBCUADROS NIVEL 3					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 3.1	S10.1.23 AL LO COR	S10.1.23.1 AL CDWI	Alumbrado localizado corte DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	80	0,96	1
		S10.1.23.2 AL CES	Alumbrado localizado corte ES		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	70	0,96	1
		S10.1.23.3 AL CDRD	Alumbrad. localizado corte DRD		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	90	0,96	1
		S10.1.23.4 AL C3PEA	Alumbr. localizado corte 3PEA		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	110	0,96	1		
S10.1.23.5 AL C3PEI	Alumbrad. localizado corte 3PEI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	100	0,96	1		
S10.1.23.6 AL TAPA	Alumbrado localizado corte Tapas				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	50	0,96	1		
Cuadro 3.2	S10.1.24 AL LO FAB	S10.1.24.1 AL FDWI	Alumbrado localizado fabric. DWI		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	70	1,44	1
		S10.1.24.2 AL FES	Alumbrado localizado fabric. ES		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	60	0,96	1
		S10.1.24.3 AL FDRD	Alumbrado localizado fabric. DRD		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	80	1,44	1		
S10.1.24.4 AL F3PEA	Alumbrad. localizado fabr. 3PEA				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	100	1,44	1		
S10.1.24.5 AL F3PEI	Alumbrado localizado fabric. 3PEI				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	90	1,44	1		
Cuadro 3.2	S10.1.24 AL LO FAB	S10.1.24.6 AL FTPN	Alumbrado localizado fabric. TPN		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	0,72	1
		S10.1.24.7 AL FTPE	Alumbrado localizado fabric. TPE		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	40	0,72	1		

Tabla 18.1. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 3.

8.12.3.- SUBCUADROS NIVEL 3					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 3.3	S11.1.1 AL EA PB	S11.1.1.1 AL EPB RE	Alumbra edif. admin. recepción		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	1,136	1
		S11.1.1.2 AL EPB EX	Alumbra edif. admin. exposición		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	2,310	1
		S11.1.1.3 AL EPB SV	Alumbra edif. administ. servicios		
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	40	0,093	1		
S11.1.1.4 AL EPB VT	Alumbra edif. admin. vestuarios				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	40	0,093	1		
S11.1.1.5 AL EPB CA	Alumbrado edif. control accesos				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	50	0,154	1		
Cuadro 3.4	S11.1.2 AL EA PA	S11.1.2.1 AL EPA Z1	Alumbrado edif. adm. PA zona 1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	25	1,136	1
		S11.1.2.2 AL EPA Z2	Alumbrado edif. adm. PA zona 2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	25	01,136	1
S11.1.2.3 AL EPA Z3	Alumbrado edif. adm. PA zona 3				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	25	1,136	1		
Cuadro 3.5	S11.2.1 FZA EA PB	S11.2.1.1 FZA EA RE	Fuerza edif. administ. recepción		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	3	0,9
		S11.2.1.2 FZA EA EX	Fuerza edif. adminis. exposición		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	6	0,9
		S11.2.1.3 CLIM EPB	Climatización edif. administ. PB		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	10	0,8
		S11.2.1.4 FZA ED CA	Fuerza edificio control accesos		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	6	0,9
		S11.2.1.5 FZA ME CA	Aliment. megafonía c. accesos		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	50	3	0,9		
S11.2.1.6 FZA EA SV	Fuerza edif. administr. servicios				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	40	6	0,9		
S11.2.1.7 FZA EA VT	Fuerza edif. administ. vestuarios				
<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>		
400/230	40	9	0,9		
Cuadro 3.6	S11.2.2 FZA EA PA	S11.2.2.1 FZA EPAZ1	Fuerza edif. adminis. PA zona 1		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	25	9	0,9		

Tabla 18.2. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 3.

8.12.3.- SUBCUADROS NIVEL 3					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 3.6	S11.2.2 FZA EA PA	S11.2.2.2 FZA EPAZ2	Fuerza edif. adminis. PA zona 2		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	25	9	0,9
		S11.2.2.3 FZA EPAZ3	Fuerza edif. adminis. PA zona 3		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	25	9	0,9
		S11.2.2.4 CLIM EPA	Climatización edif. administ. PA		
		<i>Tensión V</i>	<i>Longitud m</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	30	10	0,9

Tabla 18.3. Previsión de cargas de las líneas que alimentan los subcuadros de nivel 3.

### 1.18.5.- Demanda de potencia

Una vez conocidos todos los consumidores del proceso productivo, así como el resto de demandas necesarias para el correcto funcionamiento del complejo industrial, se obtiene la siguiente potencia instalada separada por cuadro:

CUADRO	POTENCIA INSTALADA (W)
S1 - COR BOB	201.000
S2 - EB 2P DWI	103.200
S3 - EA 2P ES	57.700
S4 - EA 2P DRD	98.200
S5 - EA 3P	141.650
S6 - EI 3P	141.650
S7 - TAPAS	86.750
S8 - S.G CENT	306.300
S9 - ALM MP	27.240
S9 - ALM PT	63.480
S10 - S.G NAVE	573.300
S11 - EDIF ADM	87.195
S14 - EMERG AL	5.000

Tabla 19. Potencia instalada en función del cuadro.

Resultando en una demanda de potencia total de 1.892.665 W.

## 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.

Los cálculos completos de todas las líneas de Baja Tensión se encuentran en el anexo 1 del presente proyecto.

#### 2.1.1.- Fórmulas empleadas

##### 2.1.1.1.- Intensidad y caída de tensión

Para sistemas monofásicos se utilizarán las fórmulas 1 y 2, mientras que para los sistemas trifásicos se utilizarán las fórmulas 3 y 4.

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos \varphi \cdot R} \quad (1)$$

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

$$I = \frac{P_c}{1.732U \cdot \cos \varphi \cdot R} \quad (3)$$

$$e = \frac{L \cdot P_c}{k \cdot U \cdot n \cdot S \cdot R} + \frac{L \cdot P_c \cdot X_U \cdot \operatorname{sen} \varphi}{1000 \cdot U \cdot n \cdot R \cdot \cos \varphi} \quad (4)$$

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  $\frac{m\Omega}{m}$

##### 2.1.1.2.- Conductividad eléctrica

Se tienen las siguientes formulas.

$$K = \frac{1}{\rho} \quad (5)$$

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha(T - 20)] \quad (6)$$

$$T = T_0 \left[ (T_{max} - T_0) \left( \frac{I}{I_{max}} \right)^2 \right] \quad (7)$$

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 (°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)

### 2.1.1.3.- Sobrecargas

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

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (8)$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z \quad (9)$$

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  $1.45 \cdot I_n$ )

### 2.1.1.4.- Compensación de la energía reactiva

Se tienen las siguientes formulas.

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (10)$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (11)$$

$$Q_c = P[\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2] \quad (12)$$

$$C = Q_c \frac{1000}{U^2 \cdot \omega} ; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella)} \quad (13)$$

$$C = Q_c \frac{1000}{3U^2 \cdot \omega} ; \text{ (Trifásico conexión triángulo)} \quad (14)$$

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)

### 2.1.1.5.- Cortocircuito

Se tienen las siguientes formulas.

$$I_{PCCI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_T} \quad (15)$$

$$I_{PCCF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_T} \quad (16)$$

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \quad (17)$$

$$R = \frac{L1000C_R}{k \cdot S \cdot n} \quad (18)$$

$$X = \frac{X_u \cdot L}{n} \quad (19)$$

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \cdot S^2}{I_{PCCF}^2} \quad (20)$$

$$t_{ficc} = \frac{C_F}{I_{PCCF}^2} \quad (21)$$

$$L_{max} = \frac{0.8U_F}{2I_{F5} \sqrt{\left(\frac{1.5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_U}{1000n}\right)^2}} \quad (22)$$

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)

### 2.1.1.6.- Embarrado

Se tienen las siguientes formulas.

$$\sigma_{max} = \frac{I_{PCC}^2 \cdot L^2}{60d \cdot W_Y \cdot n} \quad (23)$$

$$I_{CCCS} = \frac{K_C \cdot S}{1000\sqrt{t_{CC}}} \quad (24)$$

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)

### 2.1.1.7.- Resistencia de tierra

La resistencia a tierra depende del tipo de electrodo empleado, para placas enterradas se tiene la expresión 25, para picas verticales se tiene la expresión 26 y para conductor desnudo enterrado en el terreno se tiene la expresión 27. Por último, para conocer la resistencia total del conjunto de los electrodos se tiene la expresión 28.

$$R_T = 0.8 \frac{\rho}{P} \quad (25)$$

$$R_T = \frac{\rho}{L_P} \quad (26)$$

$$R_T = 2 \frac{\rho}{L_C} \quad (27)$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{L_C}{2\rho} + \frac{L_P}{\rho} + \frac{P}{0.8\rho}} \quad (28)$$

Donde:

- $R_T \equiv$  Resistencia de tierra ( $\Omega$ )
- $\rho \equiv$  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 mostrarán en tablas en las que se especificara, para cada cuadro y subcuadro, la potencia de cálculo, la distancia de cálculo, la sección del conductor escogida, la intensidad de cálculo, la intensidad admisible, la caída de tensión parcial, la caída de tensión total y las dimensiones de la canalización necesaria, ya sea tubo, canal o bandeja.

Los esquemas unifilares de todos los cuadros eléctricos de la instalación de Baja Tensión se muestran en los planos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del anexo 7 del presente proyecto.

### 2.1.2.1.- Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección ( $mm^2$ )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
TRAFO 1	800000	3	3x1080/540Al	1443.42	1600	0.16	0.16	
TRAFO 2	800000	3	3x1080/540Al	1443.42	1600	0.16	0.16	
ALIM. EMERGENCIA	11250	16	4x4+TTx4Cu	18.04	24	0.46	0.46	25
S1 - COR BOB	163050	90	3x120+TTx70Cu	294.19	301	1.74	1.9	75x60
S2 - EB 2P DWI	86310	70	3x50+TTx25Cu	155.73	167	1.7	1.86	75x60
S3 - EA 2P ES	49160	60	3x50+TTx25Cu	88.7	167	0.75	0.92	75x60
S4 - EA 2P DRD	81560	80	3x50+TTx25Cu	147.16	167	1.81	1.97	75x60
S5 - EA 3P	130820	100	3x95+TTx50Cu	236.03	259	1.92	2.09	75x60
S6 - EI 3P	102490	90	3x70+TTx35Cu	184.92	214	1.82	1.98	75x60
S7 - TAPAS	73150	40	3x35+TTx16Cu	131.98	137	1.19	1.35	75x60
S8 - S.G CENT	220138	20	3x600/300+TTx600Cu	397.19	1350	0.09	0.25	
S9 - ALMACENES	88646.4	0.2	4x50Cu	142.17	167	0	0.17	75x60
S9 - ALM MP	20882.4	100	4x10+TTx10Cu	33.49	65	2.66	2.82	75x60
S9 - ALM PT	48064.8	150	4x25+TTx16Cu	77.09	110	3.81	3.98	75x60
S10 - S.G NAVE	427798	20	3x600/300+TTx600Cu	686.1	1350	0.18	0.34	
S11 - EDIF ADM	83655.9	20	4x35+TTx16Cu	134.17	137	0.68	0.84	75x60
Bateria Condensadores	1575719	10	4(3x185+TTx95) Cu	1437.37	1564	0.13	0.29	300x60
S14 - EMERG AL	9000	20	4x1.5+TTx1.5Cu	12.99	20	1.57	1.73	75x60

Tabla 20. Resultados del Cuadro General de Mando y Protección.

### 2.1.2.2.- Subcuadro S1 Corte de las bobinas

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección ( $mm^2$ )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.1 - COR 2P DWI	30725	15	3x10+TTx10Cu	55.44	65	0.63	2.54	75x60
S1.2 - COR 2P ES	30725	30	3x10+TTx10Cu	55.44	65	1.27	3.17	75x60

Tabla 21.1. Resultados del Subcuadro S1 Corte de las bobinas.

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.3 - COR 2P DRD	30725	15	3x10+TTx10Cu	55.44	65	0.63	2.54	75x60
S1.4 - COR 3P EA	30725	45	3x10+TTx10Cu	55.44	65	1.9	3.8	75x60
S1.5 - COR 3P EI	30725	30	3x10+TTx10Cu	55.44	65	1.27	3.17	75x60
S1.6 - COR TAPAS	30725	45	3x10+TTx10Cu	55.44	65	1.9	3.8	75x60

Tabla 21.2. Resultados del Subcuadro S1 Corte de las bobinas.

### 2.1.2.3.- Subcuadro S1.1 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas DWI

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.1.1 -VOL 2P DWI	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.25	2.79	20
S1.1.2 -DEV 2P DWI	7500	15	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.58	3.12	20
S1.1.3-PRET 2P DWI	11250	20	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.74	3.28	20
S1.1.4 -END 2P DWI	1875	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.23	2.77	20
S1.1.5 -PRE 2P DWI	8750	30	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	1.39	3.93	20
S1.1.6 -API 2P DWI	7500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.36	3.9	20

Tabla 22. Resultados del Subcuadro S1.1 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas DWI.

### 2.1.2.4.- Subcuadro S1.2 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas embutición simple

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.12.1 -VOL 2P E	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.25	3.42	20
S1.12.2 -DEV 2P ES	7500	15	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.58	3.75	20
S1.12.3-PRET 2P ES	11250	20	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.74	3.91	20
S1.12.4 -END 2P ES	1875	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.23	3.4	20
S1.12.5 -PRE 2P ES	8750	30	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	1.39	4.56	20
S1.12.6 -API 2P ES	7500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.36	4.53	20

Tabla 23. Resultados del Subcuadro S1.2 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas embutición simple.

### 2.1.2.5.- Subcuadro S1.3 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas DRD

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist. Cálculo (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálculo (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.3.1 -VOL 2P DRD	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.25	2.79	20
S1.3.2 -DEV 2P DRD	7500	15	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.58	3.12	20
S1.3.3-PRET 2P DRD	11250	20	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.74	3.28	20
S1.3.4 -END 2P DRD	1875	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.23	2.77	20
S1.3.5 -PRE 2P DRD	8750	30	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	1.39	3.93	20
S1.3.6 -API 2P DRD	7500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.36	3.9	20

Tabla 24. Resultados del Subcuadro S1.3 Corte de las bobinas, envases de 2 piezas DRD.

### 2.1.2.6.- Subcuadro S1.4 Corte de las bobinas, envases de 3 piezas alimentarios

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist. Cálculo (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálculo (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.4.1 -VOL 2P EA	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.25	4.05	20
S1.4.2 -DEV 3P EA	7500	15	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.58	4.39	20
S1.4.3 -PRET 3P EA	11250	20	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.74	4.54	20
S1.4.4 -END 3P EA	1875	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.23	4.03	20
S1.4.5 -PRE 3P EA	8750	30	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	1.39	5.2	20
S1.4.6 -API 3P EA	7500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.36	5.16	20

Tabla 25. Resultados del Subcuadro S1.4 Corte de las bobinas, envases de 3 piezas alimentarios.

### 2.1.2.7.- Subcuadro S1.5 Corte de las bobinas, envases de 3 piezas industriales

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist. Cálculo (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálculo (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.5.1 -VOL 3P EI	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.25	3.42	20
S1.5.2 -DEV 3P EI	7500	15	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.58	3.75	20
S1.5.3 -PRET 3P EI	11250	20	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.74	3.91	20
S1.5.4 -END 3P EI	1875	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.23	3.4	20
S1.5.5 -PRE 3P EI	8750	30	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	1.39	4.56	20
S1.5.6 -API 3P EI	7500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.36	4.53	20

Tabla 26. Resultados del Subcuadro S1.5 Corte de las bobinas, envases de 3 piezas industriales.

### 2.1.2.8.- Subcuadro S1.6 Corte de las bobinas, tapas

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S1.6.1 -VOL TAP	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.25	4.05	20
S1.6.2 -DEV TAP	7500	15	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	0.58	4.39	20
S1.6.3 -PRET TAP	11250	20	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.74	4.54	20
S1.6.4 -END TAP	1875	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.23	4.03	20
S1.6.5 -PRE TAP	8750	30	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	1.39	5.2	20
S1.6.6 -API TAP	7500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.36	5.16	20

Tabla 27. Resultados del Subcuadro S1.6 Corte de las bobinas, tapas.

### 2.1.2.9.- Subcuadro S2 Línea de fabricación de envases de 2 piezas DWI

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S2.1 - PRE DWI	8750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	0.46	2.32	20
S2.2 - EMB DWI	11875	20	3x4+TTx4Cu	21.43	30	0.79	2.65	20
S2.3 - EST DWI	18750	25	3x10+TTx10Cu	33.83	52	0.61	2.47	32
S2.4 - MOL DWI	4375	30	3x2.5+TTx2.5Cu	7.89	22	0.65	2.51	20
S2.5 - BAR1 DWI	11250	35	3x4+TTx4Cu	20.3	30	1.29	3.15	20
S2.6 - HOR1 DWI	15000	40	3x4+TTx4Cu	27.06	30	2.09	3.95	20
S2.7 - PES DWI	2750	50	3x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	0.67	2.53	20
S2.8 - MAQ DWI	11250	55	3x4+TTx4Cu	20.3	30	2.03	3.89	20
S2.9 - HOR2 DWI	15000	60	3x4+TTx4Cu	27.06	30	3.13	4.99	20
S2.10 - BAR2 DWI	11250	70	3x4+TTx4Cu	20.3	30	2.59	4.45	20
S2.11 - HOR3 DWI	15000	80	3x4+TTx4Cu	27.06	30	4.18	6.04	20
S2.12 - PAL DWI	3750	90	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	1.67	3.53	20

Tabla 28. Resultados del Subcuadro S2 Línea de fabricación de envases de 2 piezas DWI.

### 2.1.2.10.- Subcuadro S3 Línea de fabricación de envases de 2 piezas embutición simple

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S3.1 - LIT ES	3750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	0.19	1.1	20

Tabla 29.1. Resultados del Subcuadro S3 Línea de fabricación de envases de 2 piezas embutición simple.

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S3.2 - HOR1 ES	15000	20	3x4+TTx4Cu	27.06	30	1.04	1.96	20
S3.3 - PRE ES	8750	25	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	1.16	2.08	20
S3.4 - EMB ES	11875	30	3x4+TTx4Cu	21.43	30	1.18	2.1	20
S3.5 - PES ES	2750	40	3x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	0.54	1.45	20
S3.6 - BAR ES	11250	50	3x4+TTx4Cu	20.3	30	1.85	2.76	20
S3.7 - HOR2 ES	15000	55	3x4+TTx4Cu	27.06	30	2.87	3.79	20
S3.8 - PAL ES	3750	60	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	1.11	2.03	20

Tabla 29.2. Resultados del Subcuadro S3 Línea de fabricación de envases de 2 piezas embutición simple.

#### 2.1.2.11.- Subcuadro S4 Línea de fabricación de envases de 2 piezas DRD

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S4.1 - PRE DRD	8750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	0.46	2.43	20
S4.2 - EMB DRD	11875	20	3x4+TTx4Cu	21.43	30	0.79	2.76	20
S4.3 - REEM DRD	11875	25	3x4+TTx4Cu	21.43	30	0.98	2.95	20
S4.4 - MOL DRD	5000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	0.75	2.72	20
S4.5 - BAR1 DRD	11250	35	3x4+TTx4Cu	20.3	30	1.29	3.26	20
S4.6 - HOR1 DRD	15000	40	3x4+TTx4Cu	27.06	30	2.09	4.06	20
S4.7 - PES DRD	2750	50	3x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	0.67	2.64	20
S4.8 - MAQ DRD	11250	55	3x4+TTx4Cu	20.3	30	2.03	4	20
S4.9 - HOR2 DRD	15000	60	3x4+TTx4Cu	27.06	30	3.13	5.1	20
S4.10 - BAR2 DRD	11250	70	3x4+TTx4Cu	20.3	30	2.59	4.56	20
S4.11 - HOR2 DRD	15000	80	3x4+TTx4Cu	27.06	30	4.18	6.15	20
S4.12 - PAL DRD	3750	90	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	1.67	3.64	20

Tabla 30. Resultados del Subcuadro S4 Línea de fabricación de envases de 2 piezas DRD.

#### 2.1.2.12.- Subcuadro S5 Línea de fabricación de envases de 3 piezas alimentarios

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S5.1 - LIT EA 3P	3750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	0.19	2.27	20

Tabla 31.1. Resultados del Subcuadro S5 Línea de fabricación de envases de 3 piezas alimentarios.

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S5.2 - HOR1 EA 3P	15000	20	3x4+TTx4Cu	27.06	30	1.04	3.13	20
S5.3 - BAR EA 3P	11250	25	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.92	3.01	20
S5.4 - HOR2 EA 3P	15000	30	3x4+TTx4Cu	27.06	30	1.57	3.65	20
S5.5 - API EA 3P	7500	40	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.56	3.64	20
S5.6 - PRE EA 3P	8750	50	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	2.32	4.41	20
S5.7 - CON EA 3P	4687.5	55	3x2.5+TTx2.5Cu	8.46	22	1.28	3.37	20
S5.8 - SOL EA 3P	87500	60	3x70+TTx35Cu	157.87	171	1.05	3.14	63
S5.9 - REFS EA 3P	3750	65	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	1.2	3.29	20
S5.10 - BAC EA 3P	1250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	2.26	22	0.43	2.51	20
S5.11 - PES EA 3P	2750	75	3x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	1.01	3.1	20
S5.12 - PRC EA 3P	9375	80	3x2.5+TTx2.5Cu	16.92	22	4.03	6.12	20
S5.13 - PRG EA 3P	2750	85	3x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	1.14	3.23	20
S5.14 - PAL EA 3P	3750	90	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	1.67	3.75	20

Tabla 31.2. Resultados del Subcuadro S5 Línea de fabricación de envases de 3 piezas alimentarios.

### 2.1.2.13.- Subcuadro S6 Línea de fabricación de envases de 3 piezas industriales

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S6.1 - LIT EI 3P	3750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	0.19	2.16	20
S6.2 - HOR1 EI 3P	15000	20	3x4+TTx4Cu	27.06	30	1.04	3.02	20
S6.3 - BAR EI 3P	11250	25	3x4+TTx4Cu	20.3	30	0.92	2.9	20
S6.4 - HOR2 EI 3P	15000	30	3x4+TTx4Cu	27.06	30	1.57	3.54	20
S6.5 - API EI 3P	7500	40	3x2.5+TTx2.5Cu	13.53	22	1.56	3.53	20
S6.6 - PRE EI 3P	8750	50	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	2.32	4.3	20
S6.7 - CON EI 3P	4687.5	55	3x2.5+TTx2.5Cu	8.46	22	1.28	3.26	20
S6.8 - SOL EI 3P	87500	60	3x70+TTx35Cu	157.87	171	1.05	3.03	63
S6.9 - REFS EI 3P	3750	65	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	1.2	3.18	20
S6.10 - BAC EI 3P	1250	70	3x2.5+TTx2.5Cu	2.26	22	0.43	2.4	20
S6.11 - PES EI 3P	2750	75	3x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	1.01	2.99	20
S6.12 - PRC EI 3P	9375	80	3x2.5+TTx2.5Cu	16.92	22	4.03	6.01	20
S6.13 - PRF EI 3P	2750	85	3x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	1.14	3.12	20
S6.14 - PAL EI 3P	3750	90	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	1.67	3.64	20

Tabla 32. Resultados del Subcuadro S6 Línea de fabricación de envases de 3 piezas industriales.

#### 2.1.2.14.- Subcuadro S7 Línea de fabricación tapas

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S7.1 - TAPA NOR	40725	15	3x25+TTx16Cu	73.48	95	0.33	1.68	40
S7.2 - TAPA ESP	39762.5	15	3x16+TTx16Cu	71.74	73	0.53	1.88	32

Tabla 33. Resultados del Subcuadro S7 Línea de fabricación tapas.

#### 2.1.2.15.- Subcuadro S7.1 Línea de fabricación tapas normales

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S7.1.1 - PRE S NOR	8750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	0.46	2.14	20
S7.1.2 - PRE NOR	8750	20	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	0.93	2.61	20
S7.1.3 - REB NOR	18750	25	3x10+TTx10Cu	33.83	52	0.61	2.29	32
S7.1.4 - ENG NOR	1875	30	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.27	1.95	20
S7.1.5 - HOR NOR	15000	40	3x4+TTx4Cu	27.06	30	2.09	3.77	20
S7.1.6 - ENC NOR	1250	50	3x2.5+TTx2.5Cu	2.26	22	0.3	1.98	20

Tabla 34. Resultados del Subcuadro S7.1 Línea de fabricación tapas normales.

#### 2.1.2.16.- Subcuadro S7.2 Línea de fabricación tapas especiales

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S7.2.1 - DEV F ESP	312.5	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.56	22	0.02	1.89	20
S7.2.2 - PRE ESP	8750	20	3x2.5+TTx2.5Cu	15.79	22	0.93	2.81	20
S7.2.3 - LIT ESP	3750	25	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	0.46	2.34	20
S7.2.4 - HOR1 ESP	15000	30	3x4+TTx4Cu	27.06	30	1.57	3.45	20
S7.2.5 - BAR ESP	11250	40	3x4+TTx4Cu	20.3	30	1.48	3.36	20
S7.2.6 - HOR2 ESP	15000	50	3x4+TTx4Cu	27.06	30	2.61	4.49	20

Tabla 35. Resultados del Subcuadro S7.2 Línea de fabricación tapas especiales.

### 2.1.2.17.- Subcuadro S8 Nave de servicios generales centrales

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.1 - CEN TRA	6430	20	4x2.5+TTx2.5Cu	10.92	23	0.65	0.9	20
S8.2 - GRU ELE	3816	20	4x2.5+TTx2.5Cu	6.48	23	0.38	0.63	20
S8.3 - PR CA	56020	40	4x35+TTx16Cu	101.08	119	0.88	1.13	50
S8.4 - CE COM	143588	30	4x120+TTx70Cu	259.07	301	0.49	0.75	75x60
S8.5 - CE B AG	37452	20	4x16+TTx16Cu	67.57	73	0.66	0.91	40

Tabla 36. Resultados del Subcuadro S8 Nave de servicios generales centrales.

### 2.1.2.18.- Subcuadro S8.1 Nave de servicios generales, centro de transformadores

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.1.1 - AL CT	360	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	16	0.04	0.95	20
S8.1.2 - FZA CT	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	0.3	1.2	20
S8.1.3 - VEN CT	3750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	22	0.19	1.09	20
S8.1.4 - B EST CT	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	22	0.1	1	20

Tabla 37. Resultados del Subcuadro S8.1 Nave de servicios generales, centro de transformadores.

### 2.1.2.19.- Subcuadro S8.2. Nave de servicios generales, grupo electrógeno

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.2.1 - AL GR ELE	360	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	16	0.03	0.66	20
S8.2.2 -FZA GR ELE	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	10.83	22	0.3	0.93	20

Tabla 38. Resultados del Subcuadro S8.2. Nave de servicios generales, grupo electrógeno.

### 2.1.2.20.- Subcuadro S8.3. Nave de servicios generales, producción de calor

Denominación	P.Cál. c. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.3.1 -BOM1 AG CA	12500	10	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.42	1.55	20
S8.3.2 -BOM2 AG CA	12500	10	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.42	1.55	20
S8.3.3 -PUP FM CA1	20000	15	3x10+TTx10Cu	36.09	52	0.4	1.53	32
S8.3.4 -PUP FM CA2	20000	15	3x10+TTx10Cu	36.09	52	0.4	1.53	32
S8.3.5 -AL CE PR C	900	20	4x1.5+TTx1.5Cu	1.3	16	0.15	1.28	20
S8.3.6 -FZA CE PR	6000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	0.45	1.58	20

Tabla 39. Resultados del Subcuadro S8.3. Nave de servicios generales, producción de calor.

### 2.1.2.21.- Subcuadro S8.4. Nave de servicios generales, central de compresores

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.4.1 -BO1 AG RC	12500	10	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.42	1.17	20
S8.4.2 -BO2 AG RC	12500	10	3x4+TTx4Cu	22.55	30	0.42	1.17	20
S8.4.3 -PUP FM CO1	75000	15	3x70+TTx35Cu	135.32	171	0.22	0.96	63
S8.4.4 -PUP FM CO2	75000	15	4x50+TTx25Cu	135.32	145	0.32	1.06	63
S8.4.5 -AL CEN COM	360	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	16	0.06	0.81	20
S8.4.6 -FZA CE COM	6000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	0.45	1.2	20

Tabla 40. Resultados del Subcuadro S8.4. Nave de servicios generales, central de compresores.

### 2.1.2.22.- Subcuadro S8.5. Nave de servicios generales, central de bombeo de agua

Denominación	P.Cál. c. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S8.5.1 -BOM1 AG AP	25000	10	3x10+TTx10Cu	45.11	52	0.34	1.25	32
S8.5.2 -BOM2 AG AP	25000	10	3x10+TTx10Cu	45.11	52	0.34	1.25	32
S8.5.3 -AL CEN AGU	360	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	16	0.06	0.97	20
S8.5.4 -FZA CE AGU	6000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	0.45	1.36	20

Tabla 41. Resultados del Subcuadro S8.5. Nave de servicios generales, central de bombeo de agua.

### 2.1.2.23.- Subcuadro S9. Almacenes materia prima

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S9.1 - AL ALM MP1	2916	35	4x1.5+TTx1.5Cu	4.21	16	0.84	3.66	20
S9.2 - AL ALM MP2	2916	35	4x1.5+TTx1.5Cu	4.21	16	0.84	3.66	20
S9.3 - FZ ALM MP1	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.65	4.47	20
S9.4 - FZ ALM MP2	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.65	4.47	20
S9.5 - P GRUA MP	6000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	10.83	22	0.61	3.43	20

Tabla 42. Resultados del Subcuadro S9. Almacenes materia prima.

### 2.1.2.24.- Subcuadro S9. Almacenes producto terminado

Denominación	P.Cál. c. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S9.1 - AL ALM DWI	1944	20	4x1.5+TTx1.5Cu	2.81	16	0.32	4.29	20
S9.2 - AL ALM ES	1944	35	4x2.5+TTx2.5Cu	2.81	22	0.33	4.31	20
S9.3 - AL ALM DRD	1944	35	4x2.5+TTx2.5Cu	2.81	22	0.33	4.31	20
S9.4 - AL ALM 3PEA	1944	65	4x4+TTx4Cu	2.81	30	0.38	4.36	25
S9.5 - AL ALM 3PEI	1944	50	4x2.5+TTx2.5Cu	2.81	22	0.47	4.45	20
S9.6 - AL ALM TP	1944	50	4x2.5+TTx2.5Cu	2.81	22	0.47	4.45	20
S9.7 - FZ ALM DWI	9000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	0.94	4.92	20
S9.8 - FZ ALM ES	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.65	5.63	20
S9.9 - FZ ALM DRD	9000	35	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.65	5.63	20
S9.10 -FZ ALM 3PEA	9000	65	4x4+TTx4Cu	14.43	30	1.85	5.83	25
S9.11 -FZ ALM 3PEI	9000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.35	6.33	20
S9.12 - FZ ALM TP	9000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.35	6.33	20
S9.13 - POL PT	3000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	22	0.29	4.27	20

Tabla 43. Resultados del Subcuadro S9. Almacenes producto terminado.

### 2.1.2.25.- Subcuadro S10 Servicios generales nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.1 - AL NAVE	81486	10	4x70+TTx35Cu	123.81	214	0.15	0.49	75x60

Tabla 44.1. Resultados del Subcuadro S10 Servicios generales nave.

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.2 - FZA NAV	42600	10	4x16+TTx16Cu	76.86	87	0.37	0.71	75x60
S10.3 - TC NAVE	30600	10	4x10+TTx10Cu	49.08	65	0.41	0.75	75x60
S10.4 - CAL NAV	70200	10	3x35+TTx16Cu	126.66	137	0.28	0.62	75x60
S10.5 - ANE IN N	59957.8	130	4x35+TTx16Cu	101.82	137	2.97	3.32	75x60

Tabla 44.2. Resultados del Subcuadro S10 Servicios generales nave.

### 2.1.2.26.- Subcuadro S10.1 Servicios generales nave, alumbrado nave

Denominación	P.Cál. c. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.1.1 -AL G CDWI	1728	113	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.25	1.74	20
S10.1.2 -AL G CES	1728	98	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.04	1.53	20
S10.1.3 -AL G CDRD	1728	288	4x2.5+TTx2.5Cu	2.49	22	2.22	2.71	20
S10.1.4-AL G C3PE	1728	158	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.88	2.37	20
S10.1.5-AL G C3PEI	1728	143	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.67	2.16	20
S10.1.6 -AL G CTP	1728	83	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	0.83	1.32	20
S10.1.7-ALG FDWIC1	2592	145	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.22	2.72	20
S10.1.8-ALG FDWIC2	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.9-AL G FESC1	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.10-ALG FESC2	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.11-ALGFDRDC1	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.12-ALGFDRDC2	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.13-AGF3PEAC1	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.14-AGF3PEAC2	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.15-ALF3PEIC1	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.16-ALF3PEIC2	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.17-ALGFTPNC1	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.18-ALGFTPNC2	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.19-ALGFTPEC1	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.20-ALGFTPEC2	2592	150	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	2.33	2.82	20
S10.1.21-AL EXT C1	2970	470	4x2.5+TTx2.5Cu	4.29	22	3.56	4.05	20
S10.1.22-AL EXT C2	2970	485	4x4+TTx4Cu	4.29	30	2.35	2.84	25
S10.1.23-AL EXT C3	2970	500	4x4+TTx4Cu	4.29	31	2.49	2.98	25

Tabla 45.1. Resultados del Subcuadro S10.1 Servicios generales nave, alumbrado nave.

Denominación	P.Cál. c. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.1.24-AL LO COR	9331.2	80	4x70+TTx35Cu	13.47	214	0.13	0.62	75x60
S10.1.25-AL LO FAB	13996. 8	70	4x6+TTx6Cu	20.2	46	2.05	2.54	75x60

Tabla 45.2. Resultados del Subcuadro S10.1 Servicios generales nave, alumbrado nave.

### 2.1.2.27.- Subcuadro S10.1.24 Servicios generales nave, alumbrado localizado corte

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.1.24.1-AL CDWI	1728	80	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.12	1.75	20
S10.1.24.2-AL CES	1728	70	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	0.98	1.61	20
S10.1.24.3-AL CDRD	1728	90	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.26	1.89	20
S10.1.24.4-ALC3PEA	1728	110	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.54	2.17	20
S10.1.23.5-ALC3PEI	1728	100	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	1.4	2.03	20
S10.1.24.6-AL TAPA	1728	50	4x1.5+TTx1.5Cu	2.49	16	0.7	1.32	20

Tabla 46. Resultados del Subcuadro S10.1.24 Servicios generales nave, alumbrado localizado corte.

### 2.1.2.28.- Subcuadro S10.1.25 Servicios generales nave, alumbrado localizado fabricación

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.1.25.1-AL FDWI	2592	70	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	1.48	4.03	20
S10.1.25.2-AL FES	2592	60	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	1.27	3.81	20
S10.1.25.3-AL FDRD	2592	80	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	1.69	4.24	20
S10.1.25.4-ALF3PEA	2592	100	4x2.5+TTx2.5Cu	3.74	22	1.26	3.81	20
S10.1.25.5-ALF3PEI	2592	90	4x1.5+TTx1.5Cu	3.74	16	1.91	4.45	20
S10.1.25.6-AL FTPN	1296	50	4x1.5+TTx1.5Cu	1.87	16	0.53	3.07	20
S10.1.25.7-AL FTPE	1296	40	4x1.5+TTx1.5Cu	1.87	16	0.42	2.96	20

Tabla 47. Resultados del Subcuadro S10.1.25 Servicios generales nave, alumbrado localizado fabricación.

### 2.1.2.29.- Subcuadro S10.2 Servicios generales nave, fuerza nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.2.1-CA PR CBOB	24000	87	4x10+TTx10Cu	43.3	52	2.16	2.88	32
S10.2.2-CA PR EDWI	36000	136	4x16+TTx16Cu	64.95	70	3.25	3.96	40
S10.2.3-CA PR EES	27000	108	4x10+TTx10Cu	48.72	52	3.19	3.9	32
S10.2.4-CA PR EDRD	36000	146	4x16+TTx16Cu	64.95	70	3.57	4.28	40
S10.2.5-CAPR E3PEA	36000	166	4x16+TTx16Cu	64.95	70	4.2	4.91	40
S10.2.6-CAPR E3PEI	36000	156	4x16+TTx16Cu	64.95	70	3.88	4.6	40
S10.2.7-CA PR TP	18000	70	4x10+TTx10Cu	32.48	52	1.29	2	32

Tabla 48. Resultados del Subcuadro S10.2 Servicios generales nave, fuerza nave.

### 2.1.2.30.- Subcuadro S10.3 Servicios generales nave, tomas de corriente nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.3.1-TC MPCB	15000	80	4x4+TTx4Cu	24.06	30	3.05	3.8	25
S10.3.2-TC EDWI	24000	140	3x10+TTx10Cu	38.49	52	3.36	4.12	32
S10.3.3-TC EES	18000	110	3x4+TTx4Cu	28.87	30	5.42	6.17	20
S10.3.4-TC EDRD	24000	150	3x10+TTx10Cu	38.49	52	3.68	4.44	32
S10.3.5-TC E3PEA	24000	170	3x10+TTx10Cu	38.49	52	4.32	5.08	32
S10.3.6-TC E3PEI	24000	160	3x10+TTx10Cu	38.49	52	4	4.76	32
S10.3.7-TC TAPAS	24000	110	4x10+TTx10Cu	38.49	52	2.4	3.15	32

Tabla 49. Resultados del Subcuadro S10.3 Servicios generales nave, tomas de corriente nave.

### 2.1.2.31.- Subcuadro S10.4 Servicios generales nave, calefacción nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.4.1-CAL AML MP	20000	90	4x10+TTx10Cu	36.09	52	2.37	3	32
S10.4.2-CAL 3PEA	8000	100	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	4.19	4.81	20
S10.4.3-CAL 3PEI	8000	90	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	3.77	4.39	20
S10.4.4-CAL DRD	8000	80	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	3.35	3.97	20
S10.4.5-CALDWI	8000	70	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.93	3.56	20

Tabla 50.1. Resultados del Subcuadro S10.4 Servicios generales nave, calefacción nave.

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.4.6-CAL 3ES	8000	60	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	2.51	3.14	20
S10.4.7-CAL TP	8000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.67	2.3	20
S10.4.8-CAL ALM PT	10000	110	3x4+TTx4Cu	18.04	36	3.49	4.11	75x60

Tabla 50.2. Resultados del Subcuadro S10.4 Servicios generales nave, calefacción nave.

### 2.1.2.32.- Subcuadro S10.5 Servicios generales nave, anexos interiores nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S10.5.1-AL T MTO	1098	10	4x1.5+TTx1.5Cu	1.58	16	0.09	3.41	20
S10.5.2-AL A REP	738	15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.07	16	0.09	3.41	20
S10.5.3-AL CA BT	360	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	16	0.06	3.38	20
S10.5.4-AL OF FB	738	15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.07	16	0.09	3.41	20
S10.5.5-AL S DES	360	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	16	0.04	3.36	20
S10.5.6-AL SE NAV	180	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	16	0.02	3.34	20
S10.5.7-AL VE NAV	180	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	16	0.02	3.34	20
S10.5.8-FZ T MTO	20000	10	4x10+TTx10Cu	36.09	52	0.26	3.58	32
S10.5.9-FZ A REP	9000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	0.71	4.02	20
S10.5.10-FZ CA BT	32000	20	4x16+TTx16Cu	51.32	70	0.53	3.85	40
S10.5.11-FZ OF FB	9000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	0.71	4.02	20
S10.5.12-FZ S DES	6000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	0.45	3.77	20
S10.5.13-FZ SER NA	3000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	22	0.22	3.54	20
S10.5.14-FZ VES NA	3000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	22	0.22	3.54	20

Tabla 51. Resultados del Subcuadro S10.5 Servicios generales nave, anexos interiores nave.

### 2.1.2.33.- Subcuadro S11 Edificio administrativo

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.1 - AL EAD	12951	90	4x6+TTx6Cu	18.69	46	2.43	3.27	75x60
S11.2 - FZA EAD	56000	90	4x35+TTx16Cu	115.47	137	1.97	2.82	75x60

Tabla 52. Resultados del Subcuadro S11 Edificio administrativo.

### 2.1.2.34.- Subcuadro S11.1 Edificio administrativo, alumbrado

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.1.1 - AL EA PB	6816.6	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.84	26.5	0.34	3.61	75x60
S11.1.2 - AL EA PA	6134.4	20	4x4+TTx4Cu	8.85	36	0.38	3.65	75x60

Tabla 53. Resultados del Subcuadro S11.1 Edificio administrativo, alumbrado.

### 2.1.2.35.- Subcuadro S11.1.1 Edificio administrativo, alumbrado planta baja

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.1.1.1-AL EPBRE	2052	20	4x1.5+TTx1.5Cu	2.96	16	0.33	3.94	20
S11.1.1.2-AL EPBEX	4158	20	4x1.5+TTx1.5Cu	6	16	0.69	4.3	20
S11.1.1.3-AL EPBSV	162	40	4x1.5+TTx1.5Cu	0.23	16	0.05	3.66	20
S11.1.1.4-AL EPBVT	167.4	40	4x1.5+TTx1.5Cu	0.24	16	0.05	3.66	20
S11.1.1.5AL EPB CA	277.2	50	4x1.5+TTx1.5Cu	0.4	16	0.11	3.72	20

Tabla 54. Resultados del Subcuadro S11.1.1 Edificio administrativo, alumbrado planta baja.

### 2.1.2.36.- Subcuadro S11.1.2 Edificio administrativo, alumbrado planta alta

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.1.2.1-AL EPAZ1	2044.8	25	4x1.5+TTx1.5Cu	2.95	16	0.42	4.06	20
S11.1.2.2-AL EPAZ2	2044.8	25	4x1.5+TTx1.5Cu	2.95	16	0.42	4.06	20
S11.1.2.3-AL EPAZ3	2044.8	25	4x1.5+TTx1.5Cu	2.95	16	0.42	4.06	20

Tabla 55. Resultados del Subcuadro S11.1.2 Edificio administrativo, alumbrado planta alta.

### 2.1.2.37.- Subcuadro S11.2 Edificio administrativo, fuerza

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cálc. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.2.1 -FZA EA PB	30100	10	4x10+TTx10Cu	48.27	65	0.4	3.22	75x60
S11.2.2 -FZA EA PA	25900	20	4x10+TTx10Cu	41.54	65	0.68	3.49	75x60

Tabla 56. Resultados del Subcuadro S11.2 Edificio administrativo, fuerza.

### 2.1.2.38.- Subcuadro S11.2.1 Edificio administrativo, fuerza planta baja

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.2.1.1-FZ EA RE	3000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	22	0.29	3.51	20
S11.2.1.2-FZ EA EX	6000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	0.6	3.82	20
S11.2.1.3-CLIM EPB	10000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	18.04	22	0.82	4.03	20
S11.2.1.4FZ ED CA	6000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	1.51	4.72	20
S11.2.1.5-FZ MECA	3000	50	4x2.5+TTx2.5Cu	4.81	22	0.73	3.95	20
S11.2.1.6-FZ EA SV	6000	40	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	22	1.21	4.42	20
S11.2.1.7-FZ EA VT	9000	40	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.88	5.1	20

Tabla 57. Resultados del Subcuadro S11.2.1 Edificio administrativo, fuerza planta baja.

### 2.1.2.39.- Subcuadro S11.2.2 Edificio administrativo, fuerza planta alta

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S11.2.2.1-FZ EPAZ1	9000	25	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.18	4.67	20
S11.2.2.2-FZ EPAZ2	9000	25	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.18	4.67	20
S11.2.2.3-FZ EPAZ3	9000	25	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	22	1.18	4.67	20
S11.2.2.4-CLIM EPA	10000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	16.04	22	1.6	5.09	20

Tabla 58. Resultados del Subcuadro S11.2.2 Edificio administrativo, fuerza planta alta.

### 2.1.2.40.- Subcuadro S14 Alumbrado de emergencia

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S14.1 -VIG AMP1	324	50	4x1.5+TTx1.5Cu	0.47	16	0.13	1.86	20
S14.2 -VIG AMP2	324	115	4x1.5+TTx1.5Cu	0.47	16	0.3	2.03	20
S14.3 -VIG CBOB	954	85	4x1.5+TTx1.5Cu	1.38	16	0.66	2.39	20
S14.4 -VIG F3PEA	558	110	4x1.5+TTx1.5Cu	0.81	16	0.5	2.23	20
S14.5 -VIG F3PEI	558	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.81	16	0.43	2.16	20
S14.6 -VIG FDRD	558	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.81	16	0.36	2.09	20
S14.7 -VIG FDWI	558	65	4x1.5+TTx1.5Cu	0.81	16	0.29	2.02	20
S14.8 -VIG FES	378	50	4x1.5+TTx1.5Cu	0.55	16	0.15	1.88	20

Tabla 59.1. Resultados del Subcuadro S14 Alumbrado de emergencia.

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Inten. Cál. (A)	Inten. Adm. (A)	C.T. Parcial (%)	C.T. Total (%)	Dim. (mm) Tubo, Canal, Bandeja
S14.9 -VIG FTAP	558	30	4x1.5+TTx1.5Cu	0.81	16	0.14	1.87	20
S14.10 -VIG APT	1008	150	4x1.5+TTx1.5Cu	1.45	16	1.22	2.95	20
S14.11 -EVA AMP1	90	50	4x1.5+TTx1.5Cu	0.13	16	0.04	1.77	20
S14.12 -EVA AMP2	90	115	4x1.5+TTx1.5Cu	0.13	16	0.08	1.81	20
S14.13 -EVA CBOB	297	85	4x1.5+TTx1.5Cu	0.43	16	0.2	1.93	20
S14.14 -EVA F3PEA	171	110	4x1.5+TTx1.5Cu	0.25	16	0.15	1.88	20
S14.15 -EVA F3PEI	171	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.25	16	0.13	1.86	20
S14.16 -EVA FDRD	171	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.25	16	0.11	1.84	20
S14.17 -EVA FDWI	171	65	4x1.5+TTx1.5Cu	0.25	16	0.09	1.82	20
S14.18 -EVA FES	117	50	4x1.5+TTx1.5Cu	0.17	16	0.05	1.78	20
S14.19 -EVA FTAP	171	30	4x1.5+TTx1.5Cu	0.25	16	0.04	1.77	20
S14.20 -EVA APT	306	150	4x1.5+TTx1.5Cu	0.44	16	0.37	2.1	20
S14.21 -ANT AMP1	72	50	4x1.5+TTx1.5Cu	0.1	16	0.03	1.76	20
S14.22 -ANT AMP2	72	115	4x1.5+TTx1.5Cu	0.1	16	0.07	1.8	20
S14.23 -ANT CBOB	243	85	4x1.5+TTx1.5Cu	0.35	16	0.17	1.9	20
S14.24 -ANT F3PEA	144	110	4x1.5+TTx1.5Cu	0.21	16	0.13	1.86	20
S14.25 -ANT F3PEI	144	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.21	16	0.11	1.84	20
S14.26 -ANT FDRD	144	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.21	16	0.09	1.82	20
S14.27 -ANT FDWI	144	65	4x1.5+TTx1.5Cu	0.21	16	0.08	1.81	20
S14.28 -ANT FES	99	50	4x1.5+TTx1.5Cu	0.14	16	0.04	1.77	20
S14.29 -ANT FTAP	144	30	4x1.5+TTx1.5Cu	0.21	16	0.03	1.77	20
S14.30 -ANT APT	261	150	4x1.5+TTx1.5Cu	0.38	16	0.32	2.05	20

Tabla 59.2. Resultados del Subcuadro S14 Alumbrado de emergencia.

## 2.2.- Cálculo del Centro de Transformación

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.

### 2.2.1.- Intensidad en alta tensión

La intensidad del circuito primario está dada por la expresión 29.

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}U_p} \quad (29)$$

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	1000	13.2	43.74
Trafo 2	1000	13.2	43.74

Tabla 60. Intensidad del circuito primario de los transformadores.

### 2.2.2.- Intensidad en baja tensión

La intensidad del circuito secundario está dada por la expresión 30.

$$I_S = \frac{1000S}{\sqrt{3}U_S} \quad (30)$$

Donde:

- $I_S \equiv$  Intensidad del secundario (A)
- $U_S \equiv$  Tensión compuesta del secundario (kV)

Obteniéndose en este caso los siguientes resultados

Transformador	Potencia (kVA)	$U_S$ (V)	$I_S$ (A)
Trafo 1	1000	400	1443.38
Trafo 2	1000	400	1443.38

Tabla 61. Intensidad del circuito secundario de los transformadores.

### 2.2.3.- 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.

$$I_{CCP} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3}U_P} \quad (31)$$

$$I_{CCS} = \frac{100S}{\sqrt{3}U_{CC} \cdot U_S} \quad (32)$$

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 62. Intensidad primaria de cortocircuito.

Transformador	Potencia (kVA)	$U_S$ (V)	$U_{CC}$ (%)	$I_{CCS}$ (kA)
Trafo 1	1000	400	5	28.87
Trafo 2	1000	400	5	27.87

Tabla 63. Intensidad secundaria de cortocircuito.

#### 2.2.4.- Embarrado

Las características del embarrado son las siguientes:

- Intensidad asignada: 630 A
- Límite térmico, 1s:
- 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.

##### 2.2.4.1.- 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 ABB-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

##### 2.2.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica

Se debe garantizar el cumplimiento de la expresión 33.

$$\sigma_{max} \geq \frac{I_{CCP}^2 \cdot L^2}{60d \cdot W} \quad (33)$$

Donde:

- $\sigma_{max}$   $\equiv$  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 (cm<sup>3</sup>)

##### 2.2.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

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

$$I_{th} = \alpha \cdot S \sqrt{\frac{\Delta T}{t}} \quad (34)$$

Donde:

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

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por ABB-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza la expresión 35.

$$I_{th} \geq 16kA \text{ durante } 1s \quad (34)$$

## 2.2.5.- 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.

### 2.2.5.1.- 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.

### 2.2.5.2.- 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 cobre de sección  $3 \times 1080/540 \text{ mm}^2$  con aislamiento 450/750V, cuya intensidad admisible es de 1.600A. La protección de dichas líneas se realizará mediante un interruptor automático tetrapolar de intensidad nominal de 1.600 A y una intensidad de regulación del relé térmico de dicho interruptor de 1.522 A.

## 2.2.6.- 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.

$$S = \frac{P}{0.24 C_r \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \quad (35)$$

$$P = P_{Fe} + P_{Cu} + P_{BT} \quad (36)$$

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 (kW)	$C_r$	$\Delta T$	$S_r (m^2)$
Trafo 1	14.5	0.4	20	1.51
Trafo 2	14.5	0.4	20	1.51

Tabla 64. Características de las rejillas de ventilación del Centro de Transformación.

Por tanto, se necesita un mínimo de  $3.02 m^2$  de superficie total de rejillas de ventilación.

### 2.2.7.- Pozo apagafuegos

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

### 2.2.8.- Instalación de puesta a tierra

#### 2.2.8.1.- Características del suelo

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

#### 2.2.8.2.- 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  $0.7 s$

#### 2.2.8.3.- 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  $2m$ , unidas mediante conductor desnudo de cobre de  $50mm^2$  de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a  $37\Omega$ . La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de cobre de  $50mm^2$ , con un aislamiento de  $0,6/1kV$  bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### 2.2.8.4.- 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:

$$R_t = K_r \cdot \rho_{terreno} \quad (37)$$

Donde:

- $R_t \equiv$  Resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $\Omega$ )
- $K_r \equiv$  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 6x3 m del conductor desnudo y 8 picas 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 resultados:

Configuración	Profundidad	Número de picas	Resistencia $K_r$	Tensión de paso $K_p$	Tensión de contacto $K_c$	Código de la configuración
	0.5 m	8	0.077 $\Omega / (\Omega m)$	0.0167 V / $(\Omega m) \cdot (A)$	0.0344 V / $(\Omega m) \cdot (A)$	6.0-3.0/0.5/82

Tabla 65. Resultados de la configuración de electrodos de puesta a tierra seleccionada.

### 2.2.8.5.- Corrientes máximas de puesta a tierra

Para el cálculo de las corrientes máximas de la puesta a tierra se emplea la siguiente expresión

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (38)$$

Siendo:

- $I_d \equiv$  Intensidad máxima de defecto a tierra
- $U \equiv$  Tensión compuesta de servicio de la red (13200 V)
- $R_t \equiv$  Resistencia de puesta a tierra (11.55  $\Omega$ )
- $R_n \equiv$  Resistencia de la línea de enlace con la toma de tierra (12  $\Omega$ )
- $X_n \equiv$  Reactancia de la línea de enlace con la toma de tierra (20  $\Omega$ )

Resultando en una intensidad máxima de defecto a tierra de 246.66 A.

### 2.2.8.6.- Tensión de paso

En el suelo del Centro de Transformación a una profundidad de 0.3 m se va a instalar una malla electrosoldada, compuesta por redondos de diámetro 4 mm formando una retícula de 0.3 · 0.3 m. Con la instalación de esta malla se consigue formar una superficie equipotencial, reduciendo de esta forma los riesgos de las tensiones de paso y de contacto en el interior del Centro de Transformación.

Para el cálculo de la tensión de paso se ha de tener en cuenta donde se produce, por tanto, se ha de calcular las tensiones de paso en interior, en el exterior y en el acceso. Estas tensiones de paso deben resultar inferiores a las tensiones de paso máximas admisibles.

*Instalación eléctrica de una industria de fabricación de envases metálicos*

Para el cálculo de las tensiones de paso se tienen las expresiones 39, 40 y 41; mientras que para las tensiones de paso máximas admisibles se tienen las expresiones 42, 43 y 44.

$$V'_{p(ext)} = K_p \cdot \rho'_s \cdot I_d \quad (39)$$

$$V'_{p(int)} = K_p \cdot \rho_s \cdot I_d \quad (40)$$

$$V'_{p(acc)} = K_{p(acc)} \cdot (\rho'_s + \rho_s) \cdot I_d \quad (41)$$

$$V_{p(ext)} = 10V_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000}\right) \quad (42)$$

$$V_{p(int)} = 10V_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho'_s}{1000}\right) \quad (43)$$

$$V_{p(acc)} = 10V_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho'_s}{1000}\right) \quad (44)$$

Siendo:

- $V'_{p(ext)} \equiv$  Tensión de paso en el exterior (V)
- $V'_{p(int)} \equiv$  Tensión de paso en el interior (V)
- $V'_{p(acc)} \equiv$  Tensión de paso en el acceso (V)
- $K_p \equiv$  Tensión de paso máxima ( $0.0167 \frac{V}{\Omega m}$ )
- $K_{p(acc)} \equiv$  Tensión de paso máxima en el acceso ( $0.0344 \frac{V}{\Omega m}$ )
- $\rho_s \equiv$  Resistividad superficial del terreno exterior (150  $\Omega m$ )
- $\rho'_s \equiv$  Resistividad superficial del terreno interior (3000  $\Omega m$ )
- $I_d \equiv$  Intensidad máxima de defecto a tierra (246.66 A)
- $V_{p(ext)} \equiv$  Tensión de paso máxima admisible en el exterior (V)
- $V_{p(int)} \equiv$  Tensión de paso máxima admisible en el interior (V)
- $V_{p(acc)} \equiv$  Tensión de paso máxima admisible en el acceso (V)
- $V_{ca} \equiv$  Tensión de contacto aplicada (633 V)
- $R_{a1} \equiv$  Resistencia equivalente del calzado de un pie (2000  $\Omega$ )

Resultando:

Tensión de paso (V)	$\leq$	Tensión de paso máxima admisible (V)
$V'_{p(ext)} = 617,89$	$\leq$	$V_{p(ext)} = 37.347,00$
$V'_{p(int)} = 12.357,76$	$\leq$	$V_{p(int)} = 145.590,00$
$V'_{p(acc)} = 26.728,28$	$\leq$	$V_{p(acc)} = 91.468,50$

Tabla 66. Resultados de las distintas tensiones de paso.

### 2.2.8.7.- Tensión de contacto

Al igual que para las tensiones de paso, para conocer si el Centro de Transformación cumple la normativa, se tiene que calcular la tensión de contacto dada en el centro y la tensión de contacto máxima admisible para este centro, para ello se utilizarán las expresiones 45 y 46 respectivamente.

$$V'_c = K_c \cdot \rho_s \cdot I_d \quad (45)$$

$$V_c = V_{ca} \left(1 + \frac{R_{a1}}{2} + 1.5\rho_s\right) \quad (46)$$

Siendo:

- $V'_c \equiv$  Tensión de contacto (V)
- $K_c \equiv$  Tensión de contacto exterior máxima ( $0.03 \frac{V}{\Omega m} A$ )
- $V_c \equiv$  Tensión de contacto máxima admisible (V)

Resultando

Tensión de contacto (V)	$\leq$	Tensión de contacto máxima admisible (V)
$V'_c = 1.272,78$	$\leq$	$V_c = 4.114,50$

Tabla 67. Resultados de la tensión de contacto.

En general, si las picas se colocan frente a los accesos al Centro de Transformación, paralelas a la fachada, no debe considerarse la tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior). Por el contrario, como en este caso, si las picas se ubican lejos de los accesos al centro de transformación, deberá considerarse como tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior), la tensión de defecto.

### 2.2.8.8.- Sobretensiones admisibles para las instalaciones de Baja Tensión

Para evitar el deterioro de los componentes de las instalaciones eléctricas del lado de Baja Tensión del Centro de Transformación, es necesario comprobar la tensión de defecto que puede producirse y comprobar que es inferior a la tensión que puede soportar la instalación.

Para el cálculo de la tensión de defecto, se tiene la siguiente expresión:

$$V_d = R_t \cdot I_d \quad (47)$$

Siendo:

- $V_d \equiv$  Tensión de defecto (V)
- $R_t \equiv$  Resistencia de puesta a tierra ( $11.55 \Omega$ )
- $I_d \equiv$  Intensidad máxima de defecto a tierra ( $246.66 A$ )

Resultando en una tensión de defecto de  $2848.94 V$ , y dado que lo normal en instalaciones industriales es que estas soporten una tensión máxima de  $10000 V$ , la instalación estará protegida frente a sobretensiones.

### 2.2.8.9.- Distancia mínima entre el sistema de puesta a tierra del neutro (servicio) y el de las masas (protección):

Dado que los sistemas de puesta a tierra de servicio y de protección son sistemas que cumplen funciones distintas en una instalación eléctrica, deben ir asociados a barras separadas, no obstante, se permitirá instalar un sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio cuando  $V_d = R_t \cdot I_d \leq 1000 V$  y  $R_t < 37 \Omega$  para cumplir con diferenciales de  $650mA$  y una tensión de seguridad de  $24V$ . Como en este caso no se cumple una de requisitos para una instalación única, se ha de calcular la distancia mínima entre las puestas a tierra, con la expresión:

$$D \geq \frac{\rho_{terreno} \cdot I_d}{2000\pi} \quad (48)$$

Resultando en una distancia mínima de  $5.89 m$ .

### 3.- MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Las mediciones se obtendrán a partir de los datos mostrados anteriormente y para el cálculo del presupuesto se empleará el programa Cype.

#### 3.1.- Mediciones y presupuesto de la Red de Baja Tensión

##### 3.1.1.- Cables

Sección (mm <sup>2</sup> )	Material	Diseño	Polaridad	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
1.5	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	6615	1.18	7805.70
1.5	Cu	TT	Unipolar	6615	0.79	5225.85
2.5	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	160	0.85	136.00
2.5	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	2900	1.31	3799.00
2.5	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	1968	1.53	3011.04
2.5	Cu	TT	Unipolar	4908	0.85	4171.80
4	Cu	H07V-K	Unipolar	64	0.97	62.08
4	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	2000	0.97	1940.00
4	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	1590	1.70	2703.00
4	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	715	2.07	1480.05
4	Cu	TT	Unipolar	2821	0.97	2736.37
6	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	160	3.54	566.40
6	Cu	TT	Unipolar	160	1.94	310.40
10	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	400	2.31	924.00
10	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	900	4.16	3744.00
10	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	515	5.00	2575.00
10	Cu	TT	Unipolar	1515	2.31	3499.65
16	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	125	3.11	388.75
16	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	634	7.27	4609.18
16	Cu	TT	Unipolar	1164	3.11	3620.04
25	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	645	3.83	2470.35
25	Cu	TT	Unipolar	225	3.83	861.75
35	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	760	5.17	3929.20
35	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	40	30.07	1202.80
35	Cu	RZ1-K(AS)	Tetrapolar	100	14.91	1491.00
35	Cu	TT	Unipolar	315	5.17	1628.55
50	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	60.8	6.56	398.85
50	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	210	16.01	3362.10
50	Cu	TT	Unipolar	100	6.56	656.00
70	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	360	8.89	3200.40
70	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	225	28.95	6513.75
70	Cu	TT	Unipolar	120	8.89	1066.80
95	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	100	37.02	3702.00
95	Cu	TT	Unipolar	40	10.84	433.60
120	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	120	13.58	1629.60
120	Cu	RZ1-K(AS)	Tripolar	90	48.52	4366.80
185	Cu	RZ1-K(AS)	Unipolar	120	19.37	2324.40
540	Al	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	6	17.28	103.68
600	Cu	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	200	67.62	13524.00
1080	Al	BARRAS BLINDADAS	Unipolar	18	51.84	933.12

### 3.1.2.- Tubos

Diámetro (mm)	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
20	12973	2.19	28410.87
25	1211	2.61	3160.71
32	1210	3.36	4065.60
40	659	3.86	2543.74
50	40	4.46	178.40
63	150	5.82	873.00

### 3.1.3.- Bandejas

Dimensiones (mm)	Tipo	Cantidad (m)	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
75x60	Perforada	1700.2	8.32	14145.66
300x60	Perforada	10	19.03	190.30

### 3.1.4.- Magnetotérmicos, interruptores automáticos y fusibles

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Mag/Tetr.	10	96	61.73	5926.08
Mag/Trip.	16	75	43.98	3298.50
Mag/Tetr.	16	33	61.73	2037.09
Mag/Trip.	20	3	43.98	131.94
Mag/Tetr.	20	4	61.73	246.92
Mag/Trip.	25	24	43.98	1055.52
Mag/Tetr.	25	2	61.73	123.46
Mag/Trip.	30	16	58.73	939.68
Mag/Trip.	38	4	58.73	234.92
Mag/Tetr.	38	4	87.96	351.84
Mag/Trip.	40	4	58.73	234.92
Mag/Tetr.	40	1	87.96	87.96
Mag/Trip.	47	2	202.50	405.00
Mag/Tetr.	47	2	216.75	433.50
Mag/Tetr.	50	3	245.53	736.59
Mag/Trip.	63	6	211.95	1271.70
Mag/Tetr.	63	1	260.37	260.37
I.Aut/Trip.	100	2	258.24	516.48
I.Aut/Tetr.	100	7	360.30	2522.10
I.Aut/Tetr.	125	4	382.40	1529.60
I.Aut/Trip.	160	8	409.12	3272.96
I.Aut/Tetr.	160	3	614.97	1844.91
I.Aut/Trip.	250	2	744.35	1488.70
I.Aut/Trip.	400	1	1362.24	1362.24
I.Aut/Tetr.	400	2	1784.01	3568.02
I.Aut/Tetr.	1000	1	3631.76	3631.76
I.Aut/Trip.	1600	2	6860.89	13721.78
I.Aut/Tetr.	1600	1	8435.09	8435.09

### 3.1.5.- Diferenciales

Descripción	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Diferen./Tetr.	25	30	135	182.92	24694.20
Diferen./Tetr.	25	300	94	158.11	14862.34
Diferen./Tetr.	40	30	11	189.20	2081.20
Diferen./Tetr.	40	300	17	163.33	2776.61
Diferen./Tetr.	63	30	3	223.76	671.28
Diferen./Tetr.	63	300	2	210.64	421.28

### 3.1.6.- Relés diferenciales

Descripción	Intensidad (A)	Sensibilidad (mA)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Relé y Transf.	100	30	4	489.65	1958.60
Relé y Transf.	160	30	2	2567.46	5134.92
Relé y Transf.	160	300	2	2256.90	4513.80

### 3.1.7.- Interruptores de corte en carga

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Interr.c.c	16	1	42.76	42.76
Interr.c.c	40	1	83.93	83.93
Interr.c.c	160	6	267.81	1606.86
Interr.c.c	250	2	474.18	948.36
Interr.c.c	400	2	547.65	1095.30
Interr.c.c	1000	1	2045.90	2045.90

### 3.1.8.- Elementos de control-maniobra

Descripción	Intensidad (A)	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Contac/Trip.	250	2	625.85	1251.70

### 3.1.9.- Total del presupuesto de la Red de Baja Tensión

El total del presupuesto de la Red de Baja Tensión asciende a 219.041,27€.

## 3.2.- Mediciones y presupuesto del Centro de Transformación

### 3.2.1.- Rejillas de ventilación

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Rejilla de ventilación 0.95 · 0.50 m	4	47.32	189.28

### 3.2.2.- Puertas de acceso

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Puerta de acceso con rejilla de ventilación	4	125.90	503.60
Puerta de acceso	1	120.60	120.60

### 3.2.3.- Equipo de Baja Tensión

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Cuadro de baja tensión	10	1463.37	14633.70
Armario de baja tensión	5	2149.36	10746.80

### 3.2.4.- Rejillas de protección

Denominación	Cantidad (m)	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Rejilla de protección 1.4 m de altura	14.85	146.61	2177.16

### 3.2.5.- Puesta a tierra

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Conductor de tierra desnudo de 50mm <sup>2</sup> de sección	18 m	5.23	94.14
Pica de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro	8	109.78	878.24
Red de equipotencialidad	150 m <sup>2</sup>	2.13	319.50

### 3.2.6.- Transformadores

Denominación	Potencia (kVA)	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Transformador seco	1000	2	15593.94	31187.88

### 3.2.7.- Celdas de alta tensión

Denominación	Intensidad (A)	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
De línea	630	1	7065.65	7065.65
De medida	630	1	1860.33	1860.33
De interruptor automático	630	2	15506.57	31013.14

### 3.2.8.- Extintores

Denominación	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Extintor portátil de eficacia 21A/113B.	2	44.47	88.94

### 3.2.9.- Total del presupuesto del Centro de Transformación

El total del presupuesto del Centro de Transformación asciende a 100.878,96€.

### 3.3.- Presupuesto total de la instalación eléctrica

El conjunto de elementos que componen la instalación eléctrica del complejo industrial resulta en un presupuesto total de 319.920,23€.

#### 4.- CONCLUSIONES

En el presente proyecto se ha realizado el diseño de una instalación eléctrica desde el estudio de las características del proceso productivo, hasta necesidades de acondicionamiento del complejo industrial.

En todo momento se ha tenido en cuenta que la instalación eléctrica esté preparada para posibles modificaciones en el futuro, en especial para el mantenimiento y control, tanto del proceso productivo, como del complejo industrial.

Se ha realizado dos proyectos:

- Proyecto de la Red de Baja Tensión, donde se diseña la red de distribución con sus líneas y cuadros y se calcula los consumos totales.
- Proyecto del Centro de Transformación, donde se han definido todos los componentes y el número de los transformadores a instalar, así como su potencia.

Dada la demanda de potencia total instalada en el complejo industrial, así como las características del emplazamiento del mismo, se elige un suministro a través de una red de Media Tensión a 20kV y 50Hz. Como medida de seguridad se emplea un suministro complementario en Baja Tensión, mediante el uso de un grupo electrógeno debidamente dimensionado, que entrara en funcionamiento en caso de caída de tensión. Esta Red de Media Tensión, será proyectada, ejecutada y mantenida por la Compañía distribuidora.

Teniendo una potencia total instalada de 1.892 kW, y considerando los coeficientes de simultaneidad una demanda de potencia aproximada de 1575 kW, se decide instalar un Centro de Transformación con dos transformadores iguales de 1000 kVA.

La red general de distribución de baja tensión parte del Cuadro General de Distribución, ubicado en el Centro de Transformación, y reparte la energía a través de subcuadros a distintos niveles en función de la carga a la que alimentan.

En la red de Baja Tensión se emplearán conductores de cobres multipolares para secciones inferiores a  $50mm^2$ , conductores de cobre unipolares para secciones entre  $50mm^2$  y  $185mm^2$  y a partir de  $185mm^2$  se emplearán canalizaciones prefabricadas. El material aislante de los conductores multipolares y unipolares será de polietileno reticulado (XLPE), con una tensión de aislamiento de 06/1 kV y no propagadores de llama y con emisión de humos y opacidad reducida.

Los métodos de instalación de los cables dependen de la potencia de la línea y de su localización. En el edificio administrativo instalación Bajo tubo enterrado, tubos en montaje superficial en el centro de transformación. Canalizaciones prefabricadas debido a la alta potencia que demandan para los servicios generales de la nave y los servicios centrales. Canalizaciones prefabricadas, conductores en bandejas perforadas o tubos en montaje superficial para el resto de líneas.

Como medidas de seguridad se instalarán: protecciones contra sobretensiones se han empleado interruptores automáticos protegiendo todas las líneas; para la protección contra contactos directos se emplean barreras y obstáculos, así como el aislamiento de las partes activas; y contra contactos indirectos se emplearán interruptores diferenciales de una sensibilidad de 30mA.

Como ya se ha comentado se busca que la instalación pueda modificarse y ampliarse fácilmente en el futuro, muestra de ello es la preinstalación de bandejas adicionales para líneas que alimenten a aparatos electrónicos, la disposición de un espacio para un tercer transformado en el Centro de Transformación, o l

También se ha tenido en cuenta la posible implantación en el futuro de un sistema de Gestión Técnica Centralizada que facilite la explotación y el mantenimiento de la instalación y a la *Instalación eléctrica de una industria de fabricación de envases metálicos*

obtención de datos de la misma, nos podrá permitir obtener mejoras sustanciales de la productividad, pudiendo llegar a conocer el coste energético por cada unidad producida, aplicar las mejores prácticas de ahorro y eficiencia energética, etc.

## 5.- BIBLIOGRAFÍA

### Normativa:

- 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 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.

### Documentos:

- ÁNGEL LAGUNAS MARQUÉS. (2005) Instalaciones eléctricas de baja tensión comerciales e industriales, cálculos eléctricos y esquemas unifilares. Editorial Paraninfo.
- FERNANDO MARTÍNEZ DOMÍNGUEZ, (2003) *Instalaciones eléctricas de alumbrado e industriales*. Editorial Paraninfo.
- JESÚS FRAILE MORA, (2003) *Maquinas eléctricas*. Editorial McGraw Hill.
- Guía Técnica del IDAE de instalaciones de climatización con equipos autónomos.

### Páginas web:

- Envases metálicos de calidad. Mundolatas. [cited 2020 February]. Available from: <https://mundolatas.com/>

### Programas de cálculo:

- DMELECT versión 2017, modulo CIEBT: para realizar los cálculos eléctricos del proyecto de la Red de Baja Tensión
- DIALux evo versión 9.0: para realizar los cálculos de la iluminación.
- AutoCAD versión 2020: para realizar los planos y esquemas necesarios.
- CYPE versión 2020.b modulo CYPETHERM LOADS: para realizar los cálculos de la climatización.
- CYPE versión 2020.b, modulo CYPELEC CT: para realizar los cálculos del proyecto del Centro de Transformación.
- CYPE versión 2020.b, modulo Generador de precios: para obtener los precios unitarios de las distintas partidas de las mediciones de los proyectos.