



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA
INDUSTRIA DE ELABORACIÓN DE
PRODUCTOS CARNICOS**

Autor:

González Rodríguez, Fernando

Tutor:

Riesco Sanz, Manuel Vicente

Departamento:

Ingeniería Eléctrica

Valladolid, febrero 2024.





RESUMEN

Con el objetivo de la producción y elaboración de productos de la industria cárnica en un entorno de gran relevancia industrial en dicho sector se ha diseñado una industria la cual pueda albergar tanto la matanza y despiece del cerdo como la elaboración de los distintos productos y su curado. La implantación se localiza en unas parcelas de un polígono industrial, en un enclave con gran facilidad para el transporte por carretera a puntos estratégicos y con posibilidad de ampliación de las instalaciones en un futuro.

Se han definido en el proceso productivo tres grandes partes a diferenciar: Sala de matanza y despiece, zona de elaboración de chorizos y lomos y la zona de curado de jamones y paletas.

Una vez definido el proceso de fabricación, con las potencias eléctricas instaladas de la maquinaria y equipos y de las necesarias para el acondicionamiento de los edificios, se realiza el diseño de la instalación eléctrica que suministrará energía para su funcionamiento.

Este proceso conlleva unas grandes exigencias climáticas en todas y cada una de las operaciones con el objetivo de controlar absolutamente el curado de los productos. Por lo tanto, será de gran importancia el análisis de los consumos para así permitir los ahorros energéticos haciendo que de este modo el precio específico del producto por unidad sea menor y por lo tanto más competitivo. Para ello se han definido los parámetros, que en un futuro, podrán permitir este objetivo.

Destacar que dicho trabajo consta de la realización de tres proyectos:

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

ABSTRACT

With the objective of the production and preparation of products from the meat industry in an environment of great industrial relevance in said sector, an industry has been designed which can house both the slaughter and cutting of the pig as well as the production of the different products and their curing. The implementation is located on some plots of an industrial estate, in an enclave with great ease for road transport to strategic points and with the possibility of expanding the facilities in the future.

Three large parts have been defined in the production process to be differentiated: Slaughter and cutting room, chorizo and loin production area, and ham and shoulder curing area.

Once the manufacturing process has been defined, with the installed electrical powers of the machinery and equipment and those necessary for the conditioning of the buildings, the design of the electrical installation that will supply energy for its operation is carried out.

This process entails great climatic demands in each and every one of the operations in order to absolutely control the curing of the products. Therefore, the analysis of consumption will be of great importance in order to allow energy savings, thus making the specific price of the product per unit lower and therefore more competitive. For this, the parameters have been defined, which in the future may allow this objective.

Note that this work consists of carrying out three projects:

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





ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	12
1.1. ANTECEDENTES	12
1.2. OBJETO DEL TRABAJO	12
1.3. ALCANCE	12
1.4. NORMATIVA	12
1.5. EMPLAZAMIENTO	13
1.6. PRODUCTOS IMPLICADOS EN LA FABRICACIÓN.....	14
1.6.1. Materias primas.....	14
1.6.2. Productos terminados.....	17
1.7. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	18
1.7.1. Matanza y despiece del cerdo.....	19
1.7.2. Elaboracion de productos	23
1.8. DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO INDUSTRIAL.....	34
1.8.1. Diseño del complejo industrial.....	34
1.8.2. Zona de procesado y elaboración de productos.....	37
1.8.3. Zona de servicios generales.....	37
1.8.4. Oficinas.....	39
1.8.5. Servicios y vestuarios.....	39
1.9. MAQUINARIA/EQUIPOS ALIMENTADOS CON ENERGÍA ELÉCTRICA.....	39
1.9.1. Consumidores del proceso productivo	39
1.9.2. Consumidores de servicios generales.....	42
1.10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	43
1.10.1. Consideraciones técnicas previas al diseño.....	43
1.10.2. Criterios técnicos de diseño.....	45
1.10.3. Diseño de la instalación eléctrica	56
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	76
2.1. RED DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN	76
2.1.1. Fórmulas empleadas.....	76
2.1.2. Resultados obtenidos.....	81
2.2. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	90
2.2.1. Intensidad en alta tensión	90
2.2.2. Intensidad en baja tensión	91
2.2.3. Cortocircuito.....	91
2.2.4. Embarrado	92
2.2.5. Protecciones	93
2.2.6. Ventilación del Centro de Transformación	93



2.2.7. Pozo apagafuegos	93
2.2.8. Instalación de puesta a tierra	94
2.3. CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN	97
2.3.1. Formulas empleadas	97
2.3.2. Características generales de la red	98
2.3.3. Resultados obtenidos.....	99
3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	100
3.1. RED DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION	100
3.1.1. Cables	100
3.1.2. Tubos	105
3.1.3. Bandejas	106
3.1.4. Interruptores automáticos	107
3.1.5. Interruptores diferenciales.....	111
3.1.6. Rele diferencial	111
3.1.7. Interruptores de corte en carga	112
3.1.8. Elementos de control-maniobra	114
3.1.9. Envolvertes	114
3.2. CENTRO DE TRANSFORMACION	115
3.2.1. Celdas de alta tensión.....	115
3.2.2. Interconexión entre celdas de alta tensión y centro de transformación.....	115
3.2.3. Equipos de potencia	115
3.2.4. Interconexión de transformadores y cuadro de baja tensión	115
3.2.5. Equipos de baja tensión.....	116
3.2.6. Red de tierras.....	116
3.2.7. Varios	116
3.3. RED DE MEDIA TENSION	117
3.3.1. Cables	117
3.3.2. Tubos.....	117
3.3.3. Protecciones	117
3.4. REDACCION Y ELABORACION DEL PROYECTO	118
3.5. RESUMEN DE PRESUPUESTO	118
4. CONCLUSIONES.....	119
5. BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXO I. PROYECTO RED DE BAJA TENSIÓN	
ANEXO II. PROYECTO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
ANEXO III. PROYECTO LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN	
ANEXOIV. PLANOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Imagen en satélite de la ubicación de la nave	13
Fig. 2. Mapa catastral	14
Fig. 3. Cerdo graso Duroc	14
Fig. 4. Pimentón de la Vera dulce	15
Fig. 5. Ajo en polvo.....	15
Fig. 6. Sal fina	15
Fig. 7. Manteca de cerdo	16
Fig. 8. Aceite de girasol	16
Fig. 9. Sal gruesa para salado de jamones y paletas.....	16
Fig. 10. Tripas naturales. [13]	17
Fig. 11. Tripas sintéticas de Fibrán. [13].....	17
Fig. 12. Jamón Duroc	17
Fig. 13. Medios lomos embuchados envasados al vacío. [13]	18
Fig. 14. Vuelta de chorizo de 400gr envasado con gas inerte. [13]	18
Fig. 15. Cuadra o lazareto para establecimiento del ganado. [11]	19
Fig. 16. Restraíner y pinza de descarga eléctrica. [11]	20
Fig. 17. Tolva de desangrado y cadena de elevación. [11]	20
Fig. 18. Cuba de escale. [11].....	20
Fig. 19. Peladora. [11].....	21
Fig. 20. Flageladora. [11]	21
Fig. 21. Sala y cadena de desviscerado. [11]	22
Fig. 22. Sierra eléctrica. [11].....	22
Fig. 23. Cámara de oreo y retención. [11].....	22
Fig. 24. Sala de despiece. [11]	23
Fig. 25. Peladora neumática. [12]	23
Fig. 26. Clasificadora de jamones por rangos de peso. [12]	24
Fig. 27. Elementos para etiquetado y control de los jamones. [12]	24
Fig. 28. Desangradores neumáticos. [12].....	25
Fig. 29. Bombo nitrificante. [12].....	25
Fig. 32. Tolva saladora. [12]	25
Fig. 31. Sin-fin saladora. [12]	25
Fig. 30. Saladero de jamones. [12].....	25
Fig. 34. Sopladora. [12].....	26
Fig. 33. Lavadora. [12].....	26
Fig. 35. Secadero con conducto para aporte de aire para secado. [12]	26
Fig. 36. Conformadora. [12].....	27
Fig. 37. Aplicación de manteca a jamón. [12]	27
Fig. 38. Mesa deshuesadora	28
Fig. 39. Campana de vacío. [12]	28
Fig. 40. Bombo de adobar. [13]	29
Fig. 41. Lomos adobados en cámara de maceración. [13]	30
Fig. 42. Tensadora-grapadora. [13].....	30
Fig. 43. Embuchadora. [13].....	30
Fig. 44. Cerradora de cajas. [13]	31
Fig. 45. Magro en cámara de refrigeración. [13]	32
Fig. 47. Tornillo sin-fin y tolva de la picadora. [13].....	32
Fig. 46. Cuchillas picadora. [13].....	32
Fig. 48. Amasadora. [13].....	32
Fig. 49. Grapadora junto a la embutidora. [13].....	33



Fig. 50. Cámara de stockaje. [13].....	33
Fig. 51. Esquema del complejo industrial. Anexo IV	34
Fig. 52. Carro cutter. [13].....	35
Fig. 53. Secadero de jamones con pallets apilados a doble altura. [12].....	36
Fig. 54. Divisiones internas. Anexo IV	37
Fig. 55. Plano de los distintos compartimentos de los servicios generales. Anexo IV	38
Fig. 56. Esquema de distribución TN-S	48
Fig. 57. Esquema de distribución de las zonas de alumbrado.....	51
Fig. 58 Producción mensual en GWh.....	55
Fig. 59. Cuadro General de Distribución	58



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencias matadero y sala de despiece	40
Tabla 2. Potencias curado de jamones y paletas	41
Tabla 3. Potencia curado de lomos y chorizos	42
Tabla 4. Señales del complejo industrial.....	54
Tabla 5. Producción mensual en GWh.....	56
Tabla 6. Alimentación normal.....	57
Tabla 7. Alimentación del grupo electrógeno	57
Tabla 8. Interruptores del Cuadro General de Distribución	58
Tabla 9. Salidas del Cuadro General de Distribución.....	59
Tabla 10. Salidas del grupo electrógeno	59
Tabla 11. Subcuadros Nivel 1	63
Tabla 12. Subcuadros de Nivel 2	71
Tabla 13. Subcuadros de Nivel 3	74
Tabla 14. Demanda de cada línea y total	74
Tabla 15. Resultados CGD.....	81
Tabla 16. Resultados de cortocircuito del CGD.....	81
Tabla 17. Resultados subcuadro S1.....	81
Tabla 18. Resultado subcuadro S1.1.....	82
Tabla 19. Resultado subcuadro S1.2	82
Tabla 20. Resultado subcuadro S1.3	82
Tabla 21. Resultado subcuadro S1.4	82
Tabla 22. Resultado subcuadro S1.5	82
Tabla 23. resultado subcuadro S2	83
Tabla 24. Resultado subcuadro S2.1	83
Tabla 25. Resultado subcuadro S2.2	83
Tabla 26. Resultado subcuadro S2.3	83
Tabla 27. Resultados subcuadro S2.4.....	84
Tabla 28. Resultados subcuadro S3.....	84
Tabla 29. Resultados subcuadro S3.1	84
Tabla 30. Resultados subcuadro S3.4.....	84
Tabla 31. Resultados subcuadro S3.5.....	84
Tabla 32. Resultados subcuadro S4.....	85
Tabla 33. Resultados subcuadro S4.1	85
Tabla 34. Resultados subcuadro S4.2.....	85
Tabla 35. Resultados subcuadro S34.3.....	85
Tabla 36. Resultados subcuadro S4.4.....	86
Tabla 37. Resultados subcuadro S5.....	86
Tabla 38. Resultados subcuadro S5.1	86
Tabla 39. Resultados subcuadro S5.2.....	86
Tabla 40. Resultados subcuadro S5.3.....	86
Tabla 41. Resultados subcuadro S5.4.....	87
Tabla 42. Resultados subcuadro S5.5.....	87
Tabla 43. Resultados subcuadro S5.6.....	87
Tabla 44. Resultados subcuadro S5.7.....	87
Tabla 45. Resultados subcuadro S5.8.....	87
Tabla 46. Resultados subcuadro S6.....	88
Tabla 47. Resultados subcuadro S6.1	88
Tabla 48. Resultados subcuadro S6.1.1	88
Tabla 49. Resultados subcuadro S6.1.2.....	88



Tabla 50. Resultados subcuadro S6.2.....	88
Tabla 51. Resultados subcuadro S6.2.1.....	88
Tabla 52. Resultados subcuadro S6.2.2.....	89
Tabla 53. Resultados subcuadro S7.....	89
Tabla 54. Resultados subcuadro S7.1.....	89
Tabla 55. Resultados subcuadro S7.2.....	89
Tabla 56. Resultados subcuadro S9.....	89
Tabla 57. Resultados subcuadro S10.....	90
Tabla 58. Resultados subcuadro S10.3.....	90
Tabla 59. Resultados subcuadro S10.4.....	90
Tabla 60. Características principales de los transformadores en el primario.....	90
Tabla 61. Características principales de los transformadores en el secundario.....	91
Tabla 62. Características de cortocircuito del primario.....	91
Tabla 63. Características de cortocircuito del secundario.....	92
Tabla 64. Ventilación mínima del centro de transformación.....	93
Tabla 65. Resultado de tensiones.....	97
Tabla 66. Resultado de tensiones e intensidades de defecto.....	97
Tabla 67. Constantes de cortocircuito para cada tipo de conductor.....	99
Tabla 68. Resultados línea de media tensión.....	99
Tabla 69. Resultados de caída de tensión.....	99
Tabla 70. Perdidas red de media tensión.....	99
Tabla 71. Protecciones de la red de media tensión.....	99
Tabla 72. Resultados de cortocircuito de la red de media tensión.....	100





1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. ANTECEDENTES

La redacción del presente Trabajo Fin de Máster: “Instalación eléctrica de una industria de elaboración de productos cárnicos” debe servir para poner en práctica los conocimientos adquiridos en el Máster en Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.

Se ha escogido como base de este trabajo la implantación y el diseño de una empresa dedicada a la elaboración de productos cárnicos y partiendo de los consumos de energía eléctrica, tanto del proceso productivo como de otras necesidades imprescindibles para el normal funcionamiento de la fábrica, proyectar la instalación eléctrica.

1.2. OBJETO DEL TRABAJO

El objeto de este Trabajo Fin de Máster consiste en describir los elementos que forman parte de la instalación del proceso productivo, con sus características dimensionales y técnicas de todos sus elementos y la justificación de las soluciones adoptadas, dentro de las distintas alternativas, así como detalles más importantes, que nos permitan realizar la instalación eléctrica que sea capaz de suministrar energía con la máxima calidad y continuidad.

El trabajo se ajustará a la normativa vigente relativa a instalaciones de baja y alta tensión. También debe cumplir la normativa establecida por la compañía suministradora de electricidad.

1.3. ALCANCE

En el trabajo se establecerán los datos constructivos de la instalación, los elementos que la forman y la justificación de las decisiones tomadas y las soluciones adoptadas para la ejecución y el correcto funcionamiento de la instalación.

En un primer momento se definirán los procesos de los diferentes productos cárnicos a elaborar como son: Jamones, paletas, chorizos y lomos embuchados. Se estudiarán las fases de cada proceso y se establecerá la disposición en planta de las diferentes maquinarias, así como las diferentes estancias para el curado y procesado de dichos productos.

Una vez conocida la organización interna de la fábrica se procederá al diseño de la instalación eléctrica. Se partirá del punto de enganche de alta tensión, perteneciente a la compañía suministradora, hasta los consumidores finales en la fábrica.

Este trabajo incluye los siguientes proyectos:

- Proyecto de la Red de Distribución de Baja Tensión.
- Proyecto del Centro de Transformación.
- Proyecto de la Línea Media Tensión.

1.4. NORMATIVA

El presente trabajo se ciñe a la siguiente normativa vigente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, según Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, Instrucciones Técnicas Complementarias y normas UNE de aplicación.
- 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 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de la Compañía distribuidora.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, según Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre.
- Código Técnico de la Edificación, según Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, según orden Ministerial del 9 de marzo de 1971.
- 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.

1.5. EMPLAZAMIENTO

El complejo en el que se pretende llevar a cabo la actividad industrial se encuentra en el municipio de Carbonero el Mayor (Segovia), en el “Polígono Industrial de Carracafria”, Carretera Valladolid, 2, con referencias catastrales 40047A024002630001EJ y 40047A024102630001EY en las parcelas 23 y 1063 del polígono 24 del término municipal de dicho municipio. Las parcelas cuentan con una superficie total de 21.658 m².

El polígono industrial donde se emplazará dicha instalación se localiza cercano a la salida 85 de la autovía A-601 (Valladolid-Segovia), emplazado además en un polígono el cual está formado en su mayoría por industrias del mismo ámbito, zona de gran tradición chacinera, realizando así una actividad con competitividad. Destacar también la distancia a capitales provinciales (a 35km de Segovia), capitales autonómicas (a 88km de Valladolid) o a la capital nacional (a 123km de Madrid) lo que nos va a permitir un enclave con gran facilidad para el transporte por carretera a puntos estratégicos.



Fig. 1. Imagen en satélite de la ubicación de la nave



Fig. 2. Mapa catastral

1.6. PRODUCTOS IMPLICADOS EN LA FABRICACIÓN.

1.6.1. Materias primas.

La materia prima principal empleada es el cerdo graso de más de 7 meses de vida y de raza Duroc. Además, se emplean varias materias primas para condimentar la carne: pimentón, sal fina, ajo, se usan también elementos para favorecer el curado: sal gruesa, manteca de cerdo y aceite de girasol, también se incluyen algunos conservantes como puede ser el curavi, el ligavi y los nitritos o nitratos. Otras de las materias primas empleadas son las tripas (naturales o sintéticas) para el embuchado de lomos y chorizos.

1.6.1.1. Cerdo graso de más de 7 meses de raza Duroc

El cerdo es la materia prima por excelencia, la materia prima principal. A partir de dicha materia prima se obtienen el magro y el tocino los cuales se va a emplear para la producción de chorizos, por otro lado, se van a obtener los dos lomos del cerdo, así como también los jamones y las paletas que posteriormente serán curados.

Se emplean cerdos grasos de raza Duroc de más de 7 meses de vida, raza procedente de Estados Unidos que se introdujo en los años 60. Genéticamente tienen más similitudes con los cerdos ibéricos que con los convencionales de raza blanca.

Son cerdos de tamaño medio, de color rojizo y abundante pelo largo, con las orejas caídas hacia adelante. El tronco es de tamaño medio, arqueado y cuenta con unas extremidades largas, medianamente finas, con unas pezuñas fuertes de color negro.

Su carne tiene un alto contenido en grasa infiltrada y su jugosidad, con más veta y un sabor más intenso. Tiene una gran similitud con la del cerdo ibérico en cuanto a valores nutricionales y organolépticos, aunque es menos grasa.

Estos cerdos llegan en camiones desde las granjas hasta la industria donde son recibidos en las cuadras de la instalación para inmediatamente proceder a su matanza.



Fig. 3. Cerdo graso Duroc

1.6.1.2. Pimentón de la Vera Dulce.

Se emplea pimentón de la vera para condimentar el chorizo y los lomos. Este producto llega a la industria en sacos de 25kg y será almacenado en la sala de especias que se encuentra en el obrador de elaboración de chorizos y lomos.

Es un condimento en polvo de color rojo y sabor dulce obtenido a partir del secado y molido de determinadas variedades de pimientos rojos como es ocales, jaranda, jariza, jeromin y bola.



Fig. 4. Pimentón de la Vera dulce

1.6.1.3. Ajo

Se emplea al igual que el pimentón para condimentar la carne que da lugar al chorizo y los lomos. Llega a la industria en forma de ajo en polvo en sacos de 25kg y se almacena en la sala de especias, facilitando así las tareas.

Se trata de un buen conservante y de sabor más intenso que el ajo crudo, aunque sin su picor.



Fig. 5. Ajo en polvo

1.6.1.4. Sal fina

Al igual que el pimentón y el ajo, la sal marina húmeda y de pequeña granulometría es empleada para condimentar el chorizo y los lomos. Llega a la industria en sacos de 25kg y se almacena en la sala de especias.



Fig. 6. Sal fina

1.6.1.5. Manteca de cerdo

La manteca de cerdo se emplea para proteger a los jamones durante su curación, la manteca se aplica al jamón en las zonas que se encuentra desprotegido como son la cadera y la corcusa, en concreto en las zonas donde el jamón no está recubierto por la piel del cerdo y las zonas donde el hueso es visible. Con la manteca de cerdo evitamos que se produzca la aparición de ácaros como es el piojillo. Esta manteca llega a la industria en pallets que se dividen a su vez en cajas de 20kg y se almacenara en la zona de expedición de los jamones.



Fig. 7. Manteca de cerdo

1.6.1.6. Aceite de girasol

Se aplica el aceite de girasol al igual que la manteca de cerdo para proteger el jamón de posibles enfermedades y ácaros, este aceite se le aplica al jamón mediante una brocha. Normalmente se aplica mezclado con manteca de cerdo derretida, creando así una mayor película protectora y más uniforme. Puede darse la posibilidad que el jamón necesite largas duraciones de curación y se le aplique un repaso de esta capa de aceite de girasol y manteca de cerdo líquida.

Este producto se suministra a la industria en garrafas de 10 litros las cuales se almacenarán en pallets en la zona de expedición de jamones.



Fig. 8. Aceite de girasol

1.6.1.7. Sal gruesa

Elemento muy importante para la curación y conservación del jamón aportando ese toque salado al mismo. Su objetivo principal es la deshidratación del jamón evitando así la putrefacción.

Se suministra a la industria mediante sacas de 1000 Kg las cuales se almacenan en una zona adecuada para ello en el saladero. Importante la hidratación de dicha sal y la conservación a una temperatura adecuada y humedad evitando así que dicha sal produzca quemazón sobre los jamones y paletas.

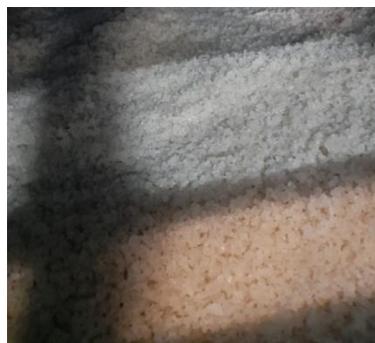


Fig. 9. Sal gruesa para salado de jamones y paletas

1.6.1.8. Curavi y ligavi

Conservantes empleados para el curado de los lomos. Es un nitrificante que nos va a permitir perfeccionar el proceso de curado de los mismo manteniendo la tradición en el sabor.

1.6.1.9. Nitrificantes

Son unos productos complementarios a la sal que se emplean en la curación de jamones y paletas mejorando la conservación de los mismos.

1.6.1.10. Tripas naturales o sintéticas

Se emplean tripas naturales para la embutición de chorizos, estas tripas son provenientes del intestino del cerdo las cuales llegan a la industria limpias y preparada para su uso y llenado para posteriormente se atadas y dar lugar a los chorizos. Son suministradas en cubo o envases y almacenadas en la cámara de maceración en la cual se encuentran en buenas condiciones de humedad y temperatura.



Fig. 10. Tripas naturales. [13]



Fig. 11. Tripas sintéticas de Fibran. [13]

Las tripas artificiales o sintéticas son empleadas en el embuchado de los lomos. Son tripas de Fibran que van a permitir el fácil embuchado de los lomos y tener unas formas más regulares. Son suministradas en cajas y almacenadas en la sala de especias.

1.6.1.11. Otros.

El resto de los materiales que se incorporan a los productos terminados son elementos como cajas de cartón, plásticos para envasados al vacío....

1.6.2. Productos terminados.

Esta industria de productos cárnicos puede fabricar tres productos principalmente, aunque tienen capacidad para modificar algunas de las características de los mismos, pero en los que están especializados son los siguientes:

1.6.2.1. Jamones grasos raza Duroc.

Los jamones de raza Duroc van a tener diferentes tiempos de maduración en función de los tamaños de los mismos y las especificaciones del cliente, así como también pueden ser entregados al cliente en diferentes formatos: jamones con pata, centreados envasados al vacío o loncheados.



Fig. 12. Jamón Duroc

1.6.2.2. Lomos embuchados de raza Duroc

Los lomos que se van a producir son lomos curados de raza cerdo graso raza Duroc, estos pueden ser entregados al cliente en diferentes formatos: medios lomos, lomos enteros, cabeceros de lomo, envasados al vacío o sin envasar al vacío, loncheados.



Fig. 13. Medios lomos embuchados envasados al vacío. [13]

1.6.2.3. Chorizos de Cantimpalos de raza Duroc

Los chorizos que se van a producir en dicha industria son de Cantimpalos ya que van a seguir todas las normativas referidas a la I.G.P. Chorizo de Cantimpalos además de localizarse la industria dentro de la zona de actuación para producción de este tipo de chorizos. Estos chorizos pueden ser entregados al cliente con diferentes características como pueden ser envasados o no al vacío, en ristra, en vuelta de 400gr, loncheados.



Fig. 14. Vuelta de chorizo de 400gr envasado con gas inerte. [13]

1.7. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

La actividad que se desarrolla en la industria se divide en un conjunto de procesos. Gracias a esto la fábrica se puede organizar de una manera que facilite al máximo la actividad.

En los diagramas se han usado colores para identificar la naturaleza de cada etapa del proceso:

- Rojo: Zonas sucias de las etapas de matanza y despiece. Operaciones de entrada del animal y desollado del mismo
- Gris: Zonas limpias de las etapas de matanza y despiece. Etapas posteriores al desollado.
- Verde: Etapa previa al secado
- Azul: Etapas de secado
- Morado: Etapas de post secado

La actividad desarrollada está dividida en dos zonas bien diferenciadas y separadas:

- Matadero
- Elaboración de productos

1.7.1. Matanza y despiece del cerdo



Los cerdos raza Duroc llegan a la industria en camiones de transporte para animales vivos los cuales son descargados en las cuadras para seguir con el proceso de muerte y despiezado. Se especifica a continuación:

- 1) Descarga. En primer lugar, se procede a la descarga de los cerdos del camión y su estabulamiento en la cuadra o lazareto, para esto es necesario un muelle, esta tarea es prácticamente manual, aunque puede ser apoyada mediante picas eléctricas para la conducción del ganado.



Fig. 15. Cuadra o lazareto para establecimiento del ganado. [11]

- 2) Muerte mediante descarga eléctrica y desangrado. Se procede a la muerte del animal mediante la conducción de este por un callejón (sistema de barras para conducir el animal) y haciéndole entrar en un *Restrainer* formado por dos cintas transportadoras en forma de V que inmovilizan al animal y al final de este origina una descarga eléctrica sobre la parte de la nuca produciéndole la muerte.



Fig. 16. Restraîner y pinza de descarga eléctrica. [11]

- 3) Desangrado. Una vez producida la muerte se procede a pincharle en la zona del cuello produciendo así el desangrado, para facilitar esta tarea se ata al animal de las patas traseras y se eleva mediante una cadena movida por un sistema motor-reductora haciendo que toda la sangre caiga a una tolva. Esta sangre puede ir con excrementos por lo tanto es desechada. El animal pasa a la siguiente etapa colgado en el sistema de cadenas.



Fig. 17. Tolva de desangrado y cadena de elevación. [11]

- 4) Escaldado. A continuación, se procede al escaldado etapa que consiste ablandar la piel y pelo del animal intentando eliminar al máximo los pelos más gordos. Para ello contamos con una bañera o cuba de escaldado la cual contiene agua a 60°C. el animal es transportado en continuo por esta cuba mediante el sistema de cadenas.



Fig. 18. Cuba de escale. [11]

- 5) Pelado. Consta en introducir al cerdo en una peladora compuesta de una serie de cuchillas que giran a gran velocidad produciendo así el corte de la gran parte del pelo del animal.



Fig. 19. Peladora. [11]

- 6) Flagelado. Proceso con el mismo objetivo que el pelado, pero en este caso los elementos que golpean al animal son de goma.



Fig. 20. Flageladora. [11]

- 7) Chamuscado. Consiste en la eliminación por completo de los pelos de la piel del animal, para ello se cuenta con un horno que emplea gas propano. Este horno tiene un sistema de aprovechando el calor residual de los humos para calentar el agua de la cuba de escalde. En este horno cada cerdo permanece alrededor de 10 segundos.
- 8) Flagelado. Se realiza una segunda etapa del flagelado con la intención de eliminar las cenizas que hayan podido quedar resultantes del chamuscado.
- 9) Desviscerado. En esta etapa se procede en primer lugar al vaciado de la zona cular mediante succión o vacío, posteriormente se produce la apertura en canal del animal y la extracción de las tripas, el callo, el pulmón e hígado y a la toma de analíticas. Operaciones realizadas de forma manual, aunque hay que contemplar el traslado del animal por cada uno de los puestos de trabajo se realiza por el sistema de cadenas. Todas las vísceras son almacenadas para su posterior gestión en una cámara de vísceras al igual que todos los animales que han sido rechazados en las pruebas veterinarias se almacenan en una sala de decomisos.



Fig. 21. Sala y cadena de desviscerado. [11]

- 10) Serrado en camales. Operación en la cual mediante una sierra eléctrico-neumática se cierra el animal en 3 partes longitudinalmente dejando el espinazo o columna vertebral por un lado y a otras dos partes por otro (camales), además en esta operación se cortan las cabezas.



Fig. 22. Sierra eléctrica. [11]

- 11) Refrigeración en cadena: Operación en la cual en continuo el animal se traslada colgado en una cadena por una cámara que se encuentra a 0°C (Oreo), esta cámara nos sirve también de retención y para ir realizando poco a poco el despiece del animal, este proceso es el cuello de botella de la instalación. En este caso el animal no logra alcanzar una temperatura muy baja. Para esto es necesario un sistema de frío industrial y un conjunto de sistemas de cadena con su motor-reductora.



Fig. 23. Cámara de oreo y retención. [11]

- 12) Despiece. En esta operación los camales salen de la sala de retención y mediante una cinta transportadora los operarios manualmente separan cada una de las piezas útiles para el resto de procesos: el magro para los chorizos, los lomos, los jamones y las paletas.



Fig. 24. Sala de despiece. [11]

1.7.2. Elaboración de productos

1.7.2.1. Jamones y paletas grasos raza Duroc.



Los jamones y paletas extraídos de cada cerdo han de realizar una serie de operaciones sucesivas para llevar a cabo su curado. Se especifican a continuación:

- 1) Pelado. Mediante una peladora hidráulica se realiza la “V” a los jamones acelerando así el curado del mismo evitando las diferencias de curación entre las diferentes zonas del jamón.



Fig. 25. Peladora neumática. [12]

- 2) Refrigeración. Posterior al pelado se refrigeran los jamones y paletas con la intención de que estos se introduzcan en la sal a una temperatura óptima para ello. Se refrigeran entre 0-3°C
- 3) Clasificación en pesos. A continuación, han de clasificarse en rangos de pesos con la intención de poder cumplir los tiempos de salado en función de su peso. Consta de sucesivas cintas transportadoras, así como también de una báscula-cinta transportadora la cual procesa los datos y hace que actúen diferentes accionadores.



Fig. 26. Clasificadora de jamones por rangos de peso. [12]

- 4) Etiquetado. Se procede con el etiquetado de los jamones mediante la impresión de etiquetas y grapado de estas al propio jamón, en esta etiqueta se localizará un código de barras el cual registrará en un ordenador toda la información sobre el peso, procedencia, peso del jamón antes de su proceso de curación, fechas importantes en la curación y vida del cerdo. Etapa formada por sucesivas cintas transportadoras, así como de una báscula-cinta transportadora la cual va a registrar los datos en un ordenador creando una etiqueta con el código de barras que será impresa al instante.



Fig. 27. Elementos para etiquetado y control de los jamones. [12]

- 5) Desangrado. Se procede con el desangrado el cual es un proceso automático y de gran importancia, se realiza mediante unos rodillos neumáticos que van a ejercer presión sobre el jamón haciendo así que salga la sangre.



Fig. 28. Desantradores neumáticos. [12]

- 6) Adicción de nitritos. A continuación, se procede a la adición de los nitritos que van a favorecer la conservación del jamón. Consta de una serie de humidificadores que humedecen el jamón con la intención de que estos nitritos se adhieran a él, los cuales se van a ir suministrando mediante una pequeña tolva y se van a adherir al jamón mediante un bombo que va a originar que se reboce entero.

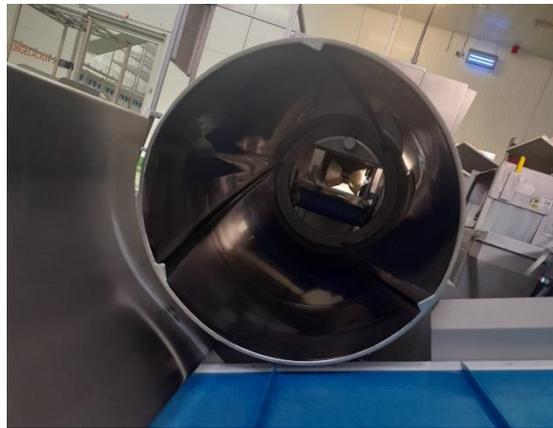


Fig. 29. Bombo nitrificante. [12]

- 7) Salado. Esta es la etapa más importante en la curación de un jamón, consisten en enterrar el jamón en sal gorda (debe estar a la temperatura y humedad adecuadas) durante 1 día/kilo de peso del jamón. Para ello es necesario una tolva en la cual se va a almacenar la sal y mediante unos tornillos sin-fin se va a extraer la sal de la tolva para posteriormente enterrar a los jamones en unos cajones que nos permitan transportarlos fácilmente al saladero. El saladero ha de estar a una temperatura de unos 2-4°C y una humedad de 95% HR.



Fig. 30. Tolva saladora. [12]



Fig. 31. Sin-fin saladora. [12]



Fig. 32. Saladero de jamones. [12]

- 8) Lavado. Operación que consiste en primer lugar, en volcar los cajones con sal y jamones sobre la tolva saladora para así separar los jamones de la sal, posteriormente se introducen los jamones en la sopladora que mediante aire eliminara los restos más gordos de sal, posteriormente se introducen en la lavadora la cual elimina mediante agua a presión todos los granos sobrantes de sal. Este proceso termina con el conformado de dichos jamones dándoles una forma más estética y son colgados en estructuras metálicas para poder transportados fácilmente por las diferentes etapas del secado.



Fig. 34. Lavadora. [12]



Fig. 33. Sopladora. [12]

- 9) Secado. Una realizada la operación de lavado se encadenan un conjunto de operaciones de secado y curado del jamón. La primera de ellas es el secado la cual consiste en mantener a los jamones por un periodo de 3 meses a una temperatura de entre 2 a 4°C y disminuir la humedad progresivamente desde el 78% HR al 72% de HR. Par ellos contaremos con un conjunto de equipos frigoríficos con el objetivo de mantener las condiciones necesarias.

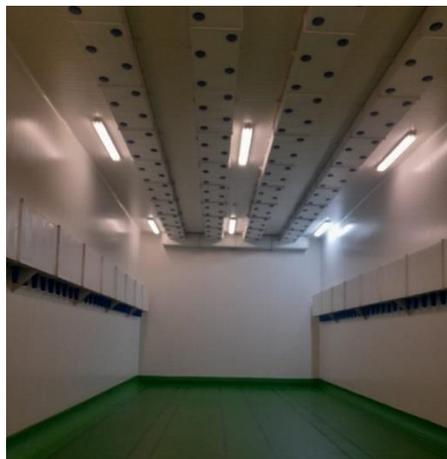


Fig. 35. Secadero con conducto para aporte de aire para secado. [12]

- 10) Conformado. Etapa en la cual consiste en dar forma al jamón mediante una serie de moldes a presión, además puede aprovecharse para dar manteca en alguna de las zonas más débiles por la que pueda producirse la entra de ácaros y enfermedades.



Fig. 36. Conformadora. [12]

- 11) Aclimatado. Etapa intermedia entre el secado y el secado natural el cual consiste en seguir aumentando el proceso de secado a mayor temperatura y disminuyendo la humedad. Las condiciones de trabajo son de 4°C y con una humedad relativa desde el 72% HR hasta el 68% HR. El jamón permanecerá en este proceso entre 1-2 meses. Dicha estancia consta al igual que el secado de un equipo de frio industrial.
- 12) Manteca. Proceso que consisten en aplicar manteca de cerdo en las partes más débiles del jamón con la intención de protegerlo de enfermedades y ácaros, además suele aplicarse aceite de girasol mezclado con manteca de cerdo liquida para crear una capa de protección más uniforme, esto puede servir también para hidratar la corteza del jamón y que el curado del jamón sea más homogéneo en su interior que en las partes más externas. Operación manual, solo se consta de una freidora para calentar el aceite y mezclarlo con la manteca.



Fig. 37. Aplicación de manteca a jamón. [12]

- 13) Secado natural. Etapa en la cual el jamón se mantiene entre los 15-16°C y una humedad de 60%HR durante 1-2 meses, dicha estancia no está equipada por equipos de frio industrial.
- 14) Estufaje. Etapa en la cual el jamón se somete a temperaturas de entre 28-30°C con la intención de que sude y su proceso de secado se acelere. Etapa de duración máxima 1 mes y con una humedad de 60%HR. En esta operación contamos con un equipo de calor industrial.
- 15) Repaso de manteca. Consta en aplicar una capa de manteca liquida junto con aceite de girasol, con los mismos objetivos la vez inicial que se aplicó. Contamos con una freidora.
- 16) Bodega natural. Consta de una etapa en la cual el jamón se mantiene entre 20-22°C y a una humedad de 60%HR en la cual el jamón permanece en ella hasta el fin de su proceso de curado. Normalmente contamos con equipos de calor industrial o incluso en esta sala pueden alojarse los condensadores de los equipos de frio de los secaderos o climatizaciones aprovechando así este calor residual.

- 17) Deshuesado. Operación no obligatoria, se realiza según los requerimientos del cliente. Consiste en la eliminación del hueso del jamón para ello contamos con una mesa de deshuesado formada por un elemento de amarre del jamón de forma neumática, este proceso es manual mediante cuchillos y otros utensilios. En esta etapa también puede realizarse el pelado al completo del jamón.



Fig. 38. Mesa deshuesadora

- 18) Loncheado. Operación que se realiza según las especificaciones del cliente y para ello se cuenta con una loncheadora industrial. Solo se aplica en aquellos jamones que han sido deshuesados y totalmente pelados.
- 19) Envasado. Etapa que consisten en envasar al vacío el producto final para poder ser entregados al consumidor. Se consta de una campana de vacío.



Fig. 39. Campana de vacío. [12]

1.7.2.2. Lomos embuchados raza Duroc



Los lomos extraídos de cada cerdo han de realizar una serie de operaciones sucesivas para llevar a cabo su curado. Se especifican a continuación:

- 1) Refrigeración. Una vez extraídos los lomos del cerdo han de ser refrigerados a una temperatura de 0°C. Para ello es necesario un equipo de frío industrial. Los lomos se refrigeran introducidos en bandejas las cuales posteriormente se lavarán para ello disponemos de una lavadora de bandejas.
- 2) Adobado. Operación basada en introducir tiradas de 250-300kg durante 15 minutos en el bombo de adobar. Esta operación se realiza al vacío, además en esta operación se incluyen las especias (sal, ajo, pimentón y los conservantes: ligavi y curavi).



Fig. 40. Bombo de adobar. [13]

- 3) Macerado. Proceso por el cual consta introducir los lomos en cajones y llevarles a una cámara de maceración durante 5 días a una temperatura entre 0-2°C. Para ello es necesario un equipo de frío industrial.



Fig. 41. Lomos adobados en cámara de maceración. [13]

- 4) Embuchado. Proceso en el que los lomos se introducen en tripas de fibran y se grapán. Además, hay que tener en cuenta que es importante añadir que los lomos en el proceso de grapado son tensados haciendo que así la carne se encuentre prieta y no se ahueque durante el secado, para esto se emplea una grapadora-tensadora además de la embuchadora.



Fig. 43. Embuchadora. [13]



Fig. 42. Tensadora-grapadora. [13]

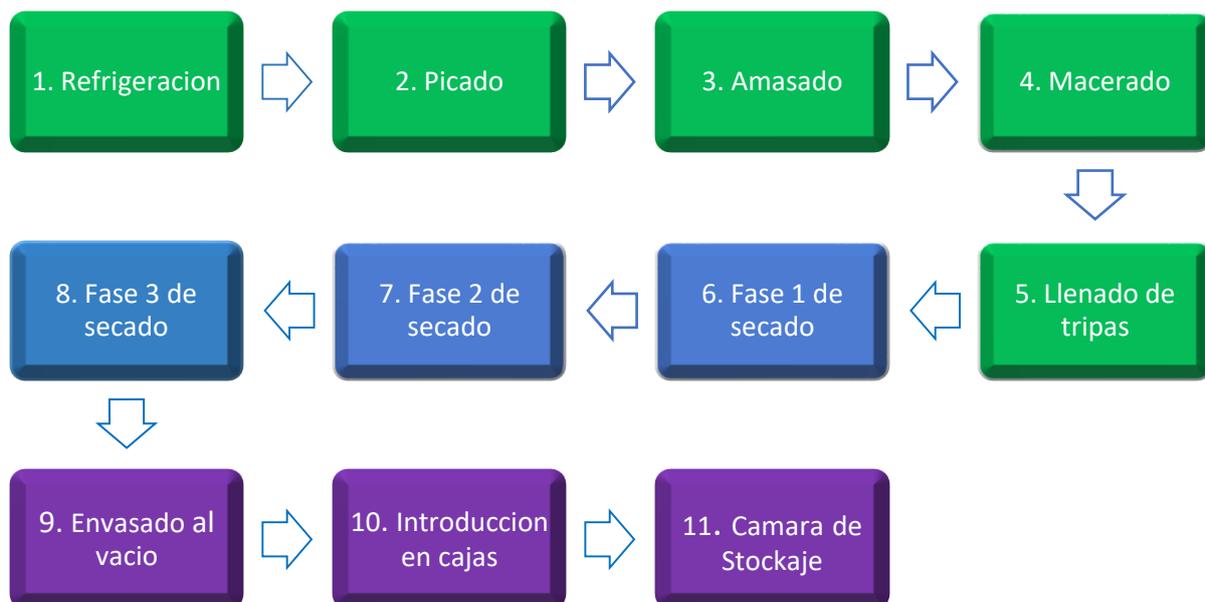
- 5) Fase 1 de secado. Primera fase de secado en la cual los lomos permanecen durante 20 días a 5°C y 85% HR. Se realiza en una cámara con equipo de frío y humedad.
- 6) Fase 2 de secado. Fase similar a la anterior, en esta ocasión los lomos permanecen 1 mes y están a 6°C y 83% HR.
- 7) Fase 3 de secado. Similar a las dos anteriores fases, pero en este caso permanecen 1 mes más y están a 9°C y 82% HR. En cada fase de secado se aumenta la temperatura y se disminuye la humedad relativa.
- 8) Envasado al vacío. Etapa que consisten en envasar al vacío el producto final para poder ser entregados al consumidor. Se consta de una campana de vacío.
- 9) Cerrado en cajas. Consiste en introducir en cajas el producto final para su posterior distribución o almacenaje en la cámara de stockaje.



Fig. 44. Cerradora de cajas. [13]

10) Cámara de stockaje. Almacén de producto terminado en el cual se encuentran a una temperatura de 5-6°C.

1.7.2.3. Chorizo de Cantimpalos raza Duroc



Una vez extraído el magro y el tocino del cerdo se ha de realizar una serie de operaciones sucesivas para llevar a cabo la producción de chorizos. Se especifican a continuación:

- 1) Refrigeración. Una vez extraído del cerdo han de ser refrigerados a una temperatura de 0°C. Para ello es necesario un equipo de frío industrial. Se refrigeran introducidos en bandejas las cuales posteriormente se lavarán para ello disponemos de una lavadora de bandejas.



Fig. 45. Magro en cámara de refrigeración. [13]

- 2) Picado. Se introduce el magro y el tocino en la picadora. A continuación, mediante diferentes tipos de cuchillas se pica la carne (rompedora de hebras, cuchillas más o menos finas...). Para ello es necesario una picadora la cual incluye un elevador que volcara la carne que es transportada mediante carros cutter.



Fig. 47. Cuchillas picadora. [13]



Fig. 46. Tornillo sin-fin y tolva de la picadora. [13]

- 3) Amasado. En esta operación se introduce la carne picada en la amasadora la cual funciona al vacío, además se incluyen las especias (sal, ajo, pimentón). Se mezcla todo durante 2 minutos.



Fig. 48. Amasadora. [13]

- 4) Macerado. Proceso que consta de volcar la carne condimentada en carros cutter y llevarles a una cámara de maceración durante 1 día a una temperatura entre 0-2°C. Para ello es necesario un equipo de frío industrial.

- 5) Llenado de tripas. Proceso en el que la carne macerada se introducen en tripas naturales y se grapan (se realiza mediante cuerdas). Proceso muy importante en el cual las tripas deben ir muy bien llenas y sin aire para facilitar y mejorar el secado, para esto se emplea una grapadora que va unida a la embutidora.



Fig. 49. Grapadora junto a la embutidora. [13]

- 11) Fase 1 de secado. Primera fase de secado en la cual los chorizos permanecen durante 6-7 días a 5°C y 85% HR. Se realiza en una cámara con equipo de frío y humedad.
- 12) Fase 2 de secado. Fase similar a la anterior, en esta ocasión permanecen también 6-7 días y están a 6°C y 83% HR.
- 13) Fase 3 de secado. Similar a las dos anteriores fases, pero en este caso también permanecen 6-7 días más y están a 9°C y 76% HR. En cada fase de secado se aumenta la temperatura y se disminuye la humedad relativa.
- 14) Envasado al vacío. Etapa que consisten en envasar al vacío el producto final para poder ser entregados al consumidor. Se consta de una campana de vacío.
- 15) Cerrado en cajas. Consiste en introducir en cajas el producto final para su posterior distribución o almacenaje en la cámara de stockaje.
- 16) Cámara de stockaje. Almacén de producto terminado en el cual se encuentran a una temperatura de 5-6°C.



Fig. 50. Cámara de stockaje. [13]

1.8. DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO INDUSTRIAL.

La actividad se va a desarrollar en un complejo industrial formado por dos naves colindantes, unidas con un mismo espacio interior. La planta está situada en la agregación o unión de dos parcelas que cuentan con un total de 21.658 m², ocupada parcialmente debido a la posibilidad de ampliación de las instalaciones en un futuro, la parcela también contara con una zona central para aparcamientos y carga y descarga de mercancías. La superficie de la nave consta de un total de 10.800 m², de los cuales 412 m² son de oficinas, vestuarios y zona de recepción, 637 m² para servicios generales y el resto para producción de los diferentes elementos.

Los procesos industriales son un conjunto de operaciones, que se llevan a cabo para la elaboración de productos que, a partir de las diferentes materias primas, nos permiten crear, fabricar o transformar un gran número de productos para satisfacer las necesidades de los usuarios.

A través de estos procesos, se pretende aprovechar al máximo los recursos naturales que se utilizan para la creación de dichos productos con el menor coste posible.

Existen cuatro tipos de procesos industriales:

- Operaciones continuas: El proceso de transformación se realiza durante un periodo de tiempo concreto y siempre de manera continuada.
- Operaciones discontinuas: El proceso de transformación se realiza en un menor tiempo, ya que se cambia de producto con frecuencia y facilidad.
- Operaciones por lotes: Se lleva a cabo a través de una secuencia claramente definida.
- Operaciones discretas: Crean un solo producto a la vez.

En nuestro caso el proceso se desarrolla mediante operaciones continuas.

Dentro de la planta se pueden distinguir 4 grandes zonas: La zona de matadero y sala de despiece, zona de elaboración y curado de chorizos y lomos, zona de curado de jamones y paletas y la zona de servicios generales, oficinas, servicios y vestuarios.

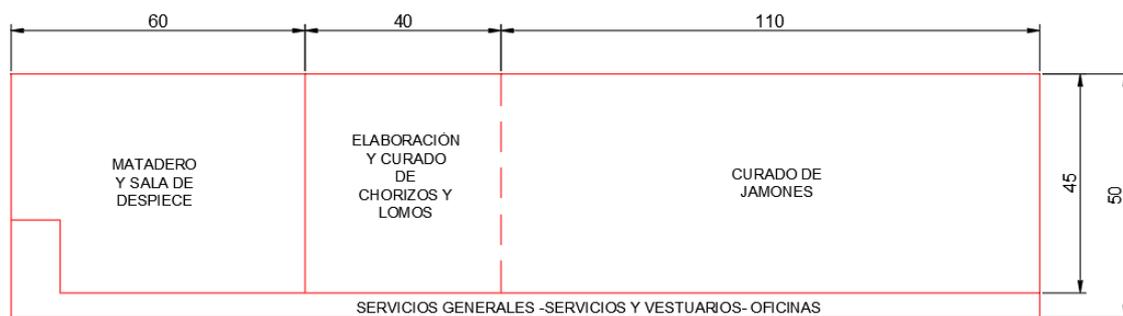


Fig. 51. Esquema del complejo industrial. Anexo IV

1.8.1. Diseño del complejo industrial

En el diseño de este complejo industrial se han tenido en cuenta una serie planteamientos que tienen como finalidad el ahorro y la eficiencia energética, lo que deberá incidir en un ahorro económico y por lo tanto repercutir en un precio más competitivo del producto ofrecido. Por ello, a la hora del diseño se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Criterios de ahorro y eficiencia energética:
 - Orientación de los edificios para aprovechar al máximo la luz diurna con claraboyas en las zonas interiores y ventanales en las fachadas que den el exterior.

- Edificios aislados térmicamente en las zonas climatizadas (secaderos, bodegas, obradores, cámaras...) para evitar pérdidas de la energía consumida en la climatización; en estos espacios para ello se emplearán paneles sándwich de tipo PIR (Poliisocianurato) los cuales, son además resistentes al fuego en caso de incendio; dispuestos tanto en el techo de la estancia, creando así un falso techo, como en las paredes. Con esto se conseguirá reducir las fluctuaciones de temperatura, un funcionamiento más regular y ahorrar energía al minimizar las pérdidas.
- Los almacenes o zonas de climatizadas se han diseñado pensando en apilar las mercancías en altura, optimizando la superficie disponible en la planta, además estos han sido dimensionados respecto a las dimensiones de nuestros elementos de almacenaje (pallets, carros...) optimizando así más la capacidad de almacenaje.
- La estructura de la cubierta y del edificio admitirán la sobrecarga y el anclaje de equipos, además de para la implantación de paneles solares fotovoltaicos, coordinados con zonas traslúcidas que reduzcan las necesidades de iluminación artificial durante el día.
- Criterios de distribución de la maquinaria en la planta:
 - Si es posible los equipos de mayor potencia eléctrica se situarán cerca del Centro de Transformación y el Centro de Transformación se situará en el centro de gravedad de las cargas, reduciendo así las pérdidas en los conductores y el coste de material y montaje al reducir las secciones.
 - La distribución de las máquinas en la planta se ha diseñado siguiendo el proceso productivo, en forma de U. De esta forma se fomenta una producción continua, evitando almacenes intermedios, minimizando tiempos de espera entre fases del proceso y reduciendo al mínimo las distancias de transporte. Esto mejora los tiempos de producción y ahorra energía de transporte. En resumen, sigue las características básicas de la metodología LEAN Manufacturing.
 - La zona de matanza y despiece cuenta con carriles anclados a la estructura de cubierta lo cual nos permitirá mover grandes pesos sin realizar grandes esfuerzos y así poder manejar las canales de cerdo mejorando la eficiencia en dichos procesos.
 - La zona de elaboración y curado de chorizos y lomos realizara el transporte de los elementos mediante carros cutter, bandejas y pallets. Estos últimos son empleados en las zonas de secado y han sido diseñados sus dimensiones para optimizar el espacio de almacenamiento y así que la altura del complejo industrial no sea mayor a los 8-9 metros permitiéndonos apilar dos de estos pallets.



Fig. 52. Carro cutter. [13]

- El curado de jamones y paletas llevara consigo asociado al transporte de los mismos pallets para las fases de secado diseñados de igual modo que los empleados para el secado de chorizos y lomos. En esta fase debido al gran peso de este producto se emplearán cintas transportadoras que nos permitirán en los obradores transportarlos de una maquina a otra sin esfuerzo humano y mejorando la eficiencia del proceso.



Fig. 53. Secadero de jamones con pallets apilados a doble altura. [12]

- Utilización de maquinaria y equipos industriales eficientes:
 - La maquinaria y los equipos, tanto del proceso como de acondicionamiento de los edificios, estarán diseñados y fabricados atendiendo a criterios de ahorro y eficiencia energética en el momento de su utilización.
 - En cada zona de las definidas en el proceso industrial (matadero y sala de despiece, elaboración y curado de lomos y chorizos, curado de jamones y paletas) se instalará un sistema automatizado de contadores que sean capaces de registrarla energía consumida. Esto permitirá a la empresa tener datos muy detallados sobre el consumo eléctrico, pudiendo utilizarlos para optimizar el gasto de energía y poder imputar el coste energético con precisión a cada una de las zonas y conociendo la producción a cada producto final fabricado.
- Recuperación de calor y utilización de fuentes de energías renovables:
 - Dicha instalación consta de grandes equipos de climatización para mantener en condiciones óptimas los productos y para su curado con lo cual se van a instalar una serie de ciclos de refrigeración basados en equipos Compresor-Condensador-Válvula de Expansión-Evaporador, aprovechando el calor generado por los condensadores de los ciclos de refrigeración a bajas temperaturas (Cámaras, secaderos, obradores) para generar calor en las estancias que necesitan mayores temperaturas (Bodegas, estufaje, secados naturales...).
 - En la zona de matanza y despiece el calor desprendido por los humos del horno de chamuscado será reutilizado para calentar el agua de la cuba de escalde.
 - Se ha planteado la colocación en la cubierta de la nave de una instalación fotovoltaica de autoconsumo sin excedentes.

El desarrollo y la implementación de las fuentes de energía renovables no formarán parte de este trabajo, ya que su propio estudio sobrepasa el alcance de este, pero sí que se ha realizado un estudio de producción de energía solar fotovoltaica.

1.8.2. Zona de procesado y elaboración de productos.

La zona de procesado y elaboración de los productos es la zona en la que se llevan a cabo los trabajos que transforman la materia prima en el producto terminado, y que se inicia con la llegada del cerdo al matadero y mediante la adición de una serie de sustancias y siguiendo una serie de procesos de elaboración, se concluye con la obtención del producto deseado. Esta zona ocupa una superficie de 9.300 m² y está dividida, según el tipo de trabajo que se lleva a cabo, en tres zonas:

- Zona de matadero y sala de despiece: En dicha zona se reciben los cerdos vivos y estos son sacrificados, desangrados, escaldados o chamuscados, desviscerados y despiezados en las partes de carne útiles. Tiene una superficie de 2.550 m².
- Zona de elaboración de chorizos y lomos: En esta zona se reciben los lomos y el magro y tocino de cerdo para poder elaborar chorizos obtenidos en la sala de despiece. Los lomos se introducen en el bombo de adobar, posteriormente se dejan macerar, a continuación, se embuchan finalmente pasan por diferentes fases de secado. La carne para elaboración de chorizos en primer lugar se pica, posteriormente se amasa junto con las especias a incluir, se deja macerar, después de embuten en tripas y por ultimo pasan por diferentes fases de secado. Tiene una superficie de 1.800 m².
- Zona de curado de jamones y paletas: Es la zona donde se reciben los jamones y paletas que han sido obtenidos en la sala de despiece. En esta fase los jamones y paletas pasan en primer lugar por una fase de clasificación por pesos, después son etiquetados para así poder seguir un buen procedimiento de trazabilidad de los mismos, se desangran, se salan y pasados los días adecuados se lavan y pasan finalmente a un conjunto de fases de secado. Tiene una superficie de 4.950 m².



Fig. 54. Divisiones internas. Anexo IV

1.8.3. Zona de servicios generales.

En esta zona, dividida en distintos compartimentos o estancias, es donde se alojan las instalaciones que sirven para el suministro de las diferentes energías o fluidos que son imprescindibles para abastecer al proceso productivo y para mantener los edificios en buenas condiciones de habitabilidad en cuanto a bienestar y confort. Tiene una superficie de 637 m².

Los servicios generales los podemos dividir en dos partes:

- Servicios generales de nave
- Servicios generales centrales

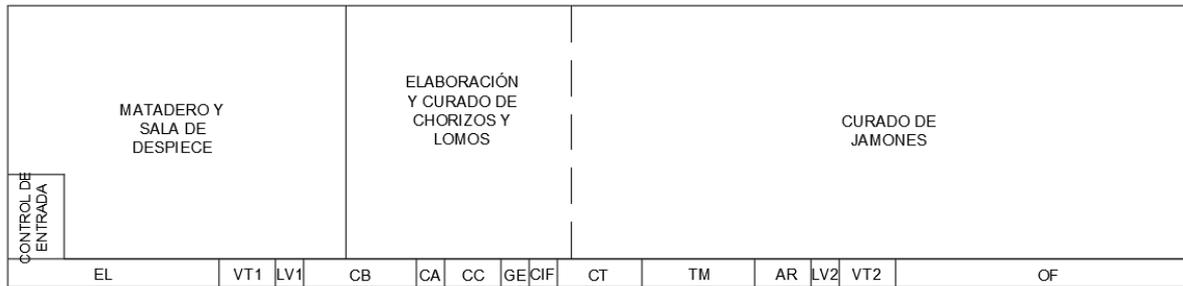


Fig. 55. Plano de los distintos compartimentos de los servicios generales. Anexo IV

1.8.3.1. *Servicios generales de nave*

Los servicios generales de la nave comprenden aquellos servicios que se encargan del acondicionamiento de la nave del proceso en cuanto a iluminación, red general de fuerza, tomas de corriente y ventilación y extracción

1.8.3.2. *Servicios generales centrales*

Los servicios generales centrales ocupan aquellas zonas donde se instalarán los equipos encargados de suministrar energías y fluidos o bien se trata de servicios auxiliares necesarios para el proceso y el acondicionamiento de los edificios.

Comprenden los siguientes servicios:

1.8.3.2.1. *Centro de transformación.*

En el centro de transformación se sitúan las cabinas de media tensión, el transformador o transformadores necesarios, el cuadro general de distribución de baja tensión y otra serie de cuadros auxiliares. Debe disponer de un espacio para la instalación de al menos un transformador más, con sus correspondientes cabinas de media tensión y su cuadro general de distribución de baja tensión, en previsión de una posible ampliación en la demanda de energía eléctrica en el futuro.

1.8.3.2.2. *Grupo electrógeno*

El grupo electrógeno suministrará energía eléctrica en baja tensión a través de su alternador cuando se produzca un corte de corriente en la red de alimentación de la compañía suministradora. Este grupo se pondrá en marcha a los pocos segundos de producirse el corte y alimentará a las líneas de emergencia, como son el alumbrado de vigilancia, evacuación y antipánico y también a las instalaciones de las zonas climatizadas con la intención de que los productos existentes en las mismas no se estropeen.

1.8.3.2.3. *Central de aire comprimido*

La central de aire comprimido suministra aire a presión a toda la maquinaria que funciona neumáticamente (Conformadora, peladora, embuchadora, campanas de vacío, desangradora...). Consta un grupo de aire comprimido, con sus elementos auxiliares como son el agua de refrigeración y el secador de aire, y de una red de suministro del mismo a los diferentes puntos de la industria.

1.8.3.2.4. *Central de bombeo de aguas*

El agua necesaria para los aseos y para aquellas instalaciones del proceso productivo que la requieran, se distribuye a través de una red de tuberías alimentadas desde grupos moto-bombas.

1.8.3.2.5. *Taller de mantenimiento y almacén de recambios.*

En el taller de mantenimiento se realizan labores de mantenimiento preventivo y reparaciones de la maquinaria presente en la fábrica. Además, contará con un almacén de piezas de recambio de las instalaciones.

1.8.3.2.6. Zona de carga de baterías.

Para el movimiento de materiales se dispone de una serie de carretillas elevadoras que funcionan con baterías de corriente continua que deben ser recargadas cuando se agote su carga. Esta carga se realiza en una zona específica y mantendrá un ritmo de carga adecuado para que en todo momento haya baterías cargadas para sustituir las agotadas para que haya carretillas disponibles para usarlas en todo momento.

1.8.3.2.7. Control de entrada de animales.

Se va a disponer de una zona de control de entrada en la cual se va a controlar la carga que entra y sale además del pesaje y desinfección de los camiones a su entrada y salida. Controlando además la documentación en regla, así como el estado de los propios animales.

1.8.3.2.8. Cuarto instalación fotovoltaica

Se albergan todos los equipos necesarios para dicha instalación, incluyendo en las propias protecciones de dicha instalación, así como inversores o baterías que puedan incluirse. Se trata de una instalación en primera fase en la que se instalaran paneles solares sobre cubierta para autoconsumo sin excedentes.

1.8.4. Oficinas.

En la zona de oficinas se sitúa la oficina de dirección, la oficina de expedición y recepción de productos, la oficina de mantenimiento y mejora continua, una zona de recepción y unos aseos. Tiene una superficie de 262 m².

1.8.5. Servicios y vestuarios.

En los vestuarios los trabajadores podrán cambiarse y guardar su ropa de trabajo, contarán también con una zona de office donde podrán comer, realizar descansos etc. Los vestuarios incluyen aseos con las instalaciones suficientes para cubrir sus necesidades de los operarios además de una zona de desinfección y lavado de la ropa del personal. Tiene una superficie de 150m².

Las distribuciones de todos los elementos y de la maquinaria se detalla en el Anexo 4 del documento de anexos.

1.9. MAQUINARIA/EQUIPOS ALIMENTADOS CON ENERGÍA ELÉCTRICA

1.9.1. Consumidores del proceso productivo

1.9.1.1. Matadero y sala de despiece

Maquinaria	Cantidad (Ud)	Potencia unidad (KW)
Muerte y desangrado		
Restrainer	1	4
Cadena para traslado del animal	1	3,6
Muelles descarga	1	5
Escaldado y chamuscado		
Peladora	1	7,45
Caldera Cuba de Escaldado	1	10
Flageladora	2	4
Horno chamuscado	1	2
Cadena para traslado del animal	1	3,6

Maquinaria	Cantidad (Ud)	Potencia unidad (KW)
Desviscerado		
Sierra eléctrica	2	3,75
Cadena para traslado del animal	1	3,6
Cámara de oreo y retención		
Cámara de Oreo + Retención	1	30
Cadena para traslado del animal	1	3,6
Sala de despiece		
Cintas sala de despiece	5	0,37
Cadena para traslado del animal	1	3,6
Cámara de refrigeración		
Cámara de refrigeración	1	32

Tabla 1. Potencias matadero y sala de despiece

1.9.1.2. Curado de jamones y paletas

Maquinaria	Cantidad (Ud)	Potencia unidad (KW)
Obrador jamones		
Cinta clasificadora	1	0,37
Clasificadora	1	1,4
Cinta trazabilidad	2	0,37
Bascula y elementos de trazabilidad	1	0,37
Desangradores	1	3
Bombo nitrificante	1	2,2
Mesa rotatoria	1	0,25
Saladora	1	9
Sopladora	1	5
Lavadora	1	3,5
Conformadora post lavado	1	0,33
Bascula	1	3
Climatización Obrador	1	8,5
Saladero		
Saladero	1	63
Secaderos		
Secadero 1	1	45
Secadero 2	1	45
Secadero 3	1	45

Maquinaria	Cantidad (Ud)	Potencia unidad (KW)
Climatización, bodegas y estufaje		
Climatización	1	12
Bodega 1	1	30
Bodega 2	1	30
Bodega 3	1	30
Estufaje	1	45
Expedición manteca y conformado		
Conformadora jamón redondo	1	0,37
Conformadora jamón con pata	1	0,37
Freidora	2	2
Lavadora de pallets	1	5
Muelle de carga	1	5
Deshuesado y loncheado		
Lonheadora	1	7
Campana de vacío	1	7,2

Tabla 2. Potencias curado de jamones y paletas

1.9.1.3. Curado de lomos y chorizos

Maquinaria	Cantidad (Ud)	Potencia unidad (KW)
Obrador chorizos y lomos		
Bombo de Adobar	1	9,8
Embuchadora de lomos	1	5
Tensadora-Grapadora de lomos	1	0,5
Picadora de carne	1	15
Amasadora de carne	1	4,48
Embutidora de chorizos	1	8
Grpadora de chorizos	1	0,5
Bascula	1	3
Climatización obrador	1	18
Lavado bandejas		
Lavadora de bandejas	1	1
Cámara de maceración		
Cámara de macerado	1	20

Maquinaria	Cantidad (Ud)	Potencia unidad (KW)
Secaderos lomos y chorizos		
Fase 1 de secado	1	20
Fase 2 de secado	1	20
Fase 3 de secado	1	20
Envasado		
Campana de vacío	1	7,2
Envasadora con gas inerte	1	8
Cerradora de cajas	1	1
Cámara de stockaje		
Cámara de stockaje	1	5,32
Muelle de carga	1	5

Tabla 3. Potencia curado de lomos y chorizos

1.9.2. Consumidores de servicios generales

1.9.2.1. Servicios generales de nave

Los servicios generales de la nave incluyen el alumbrado, la fuerza, las tomas de corriente y las cámaras de ventilación y los extractores.

- Alumbrado nave: Se trata del alumbrado general de nave, el alumbrado exterior y el alumbrado localizado.
- Fuerza nave: Consiste en canalizaciones eléctricas prefabricadas, destinadas a diversos usos tales como máquinas y herramientas.
- Tomas de corriente nave: Comprenderá las propias tomas de corriente de la nave y la de los servicios generales. Existirán dos tipos de tomas de corriente: Monofásicas de 16A y 230V y trifásicas de 32A y 400V.
- Ventilación y extracción: Compuesto por la maquinaria necesaria que se encargan de la ventilación y extracción de la nave. Se instalarán las siguientes unidades de tratamiento de aire:
 - Una cámara de ventilación con cuatro extractores asociados a la cámara en la zona del matadero y despiece.
 - Dos cámaras de ventilación con cuatro extractores asociados a cada una de las cámaras en la zona de jamones y paletas.
 - Una cámara de ventilación con cuatro extractores asociados a la cámara en la zona de los lomos y chorizos.

1.9.2.2. Servicios generales centrales

Los servicios generales centrales incluyen los receptores ubicados en la zona de servicios generales que dan servicio al complejo industrial.

- Centro de transformación: Comprenderá el alumbrado del centro de transformación, las tomas de corriente del mismo y la alimentación de la batería estacionaria de corriente continua
- Grupo electrógeno: Consiste en el alumbrado de la sala del grupo electrógeno y las tomas de corriente necesarias para dicha sala.

- Central de aire comprimido: Se trata de los compresores, los secadores y refrigeradores de los propios compresores, los pupitres de fuerza y mando de compresores, así como el alumbrado y las tomas de corriente de la sala.
- Central de bombeo de agua: Comprenderá las bombas de agua, además del alumbrado y las tomas de corriente de la sala.
- Taller de mantenimiento y almacén de recambios: Consiste en el alumbrado y las tomas de corriente del taller destinadas a la distinta maquinaria que pueda albergar el mismo.
- Zona de carga de baterías: En dicha sala se alojan las baterías de carga de las carretillas eléctricas, así como también las tomas de corriente y alumbrado de dicha sala.
- Control de entrada de animales: Ubicado en la zona frontal de la nave, en ella se van a albergar alumbrado y tomas de corriente necesarias para llevar a cabo la actividad de control, así como junto a ella se va incorporar una báscula de pesado de camiones y un arco de desinfección de los mismos a su salida.
- Cuarto instalación fotovoltaica: Se ha ubicado un cuarto en el cual se albergarán todos los equipos necesarios de para la instalación fotovoltaica, además de alumbrado y tomas de corriente.

1.9.2.3. Oficinas

Se localizará en estas todas las tomas de corriente necesarias para realizar la actividad propia de unas oficinas, así como el alumbrado necesario para las mismas y los equipos de climatización y extracción. También se localizan unos servicios para uso de dichas oficinas.

1.9.2.4. Servicios y vestuarios

Como en todas las anteriores zonas tendremos instalar en los mismos el alumbrado y tomas de corriente necesarias, así como también se albergarán los lavabos y lavadora para la limpieza y desinfección de las prendas empleadas por los usuarios.

1.9.2.5. Alimentación de emergencia

La alimentación de emergencia comprende:

- Fuerza de emergencia: Esta incluye todos los suministros eléctricos los cuales en caso de pérdida de energía de red no deben dejar detener suministro eléctrico. Es el caso de las instalaciones de las zonas climatizadas.
- Alumbrado de emergencia: Incluye el alumbrado de emergencia exigido por ley como es el alumbrado de evacuación y antipánico, pero además se va a incorporar a este el alumbrado de vigilancia el cual corresponde en un pequeño porcentaje del alumbrado de nave para en caso de que la industria no se encuentra en horas de trabajo nos permita vigilar y controlar la misma.

1.10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.10.1. Consideraciones técnicas previas al diseño

Previo al diseño de la instalación eléctrica vamos a plantear una serie de criterios o premisas con objeto de que la instalación, desde su inicio y hasta el final de su vida útil, permita adaptarse a la evolución, tanto tecnológica como de nuevas necesidades, que vaya sufriendo la planta industrial, sin que ello suponga grandes cambios e importantes costes económicos, manteniendo siempre una instalación eficiente desde el punto de vista del uso de los recursos energéticos.

A continuación, analizaremos algunas de las consideraciones que se ha tener en cuenta.

1.10.1.1. Calidad de la energía eléctrica

Los procesos productivos pueden verse afectados por la calidad de la energía eléctrica. Las perturbaciones que pueden producirse en la red pueden provenir del exterior de las redes de distribución de la compañía suministradora o ser generadas en el interior de la planta incidiendo en el normal funcionamiento de los receptores a ellas conectadas.

En el caso de que estas perturbaciones provengan del exterior debemos reclamar a la compañía suministradora las acciones pertinentes encaminadas a minimizar sus efectos y en el caso de que las perturbaciones sean generadas en nuestra propia instalación, adoptar igualmente las medidas necesarias mediante la corrección o instalación de equipos que anulen o corrijan las desviaciones con respecto a los parámetros normales de la onda senoidal.

Para poder analizar las causas de un problema en la red eléctrica que haya producido un mal funcionamiento de la instalación, debemos instalar un analizador de redes en la acometida en baja tensión de cada transformador, que registre todo tipo de perturbaciones. La planta también dispondrá de un analizador de redes portátil para instalarlo en aquellos puntos que sufran problemas de calidad.

1.10.1.2. Red eléctrica de alimentación y punto de enganche

Una vez estimada la potencia total a demandar por la planta, tanto en los procesos productivos como en el acondicionamiento de edificios y de las instalaciones centrales, nos planteamos cuál será el punto de enganche, la tensión de suministro y la empresa suministradora.

Sabiendo que la nave se localiza en un polígono industrial y que la empresa de distribución de energía eléctrica en la zona es Unión Fenosa Distribuidora (UFD) se puede llegar al razonamiento de que la potencia a contratar es elevada por lo tanto se descarta el suministro en baja tensión, este por lo tanto será en media tensión mediante corriente alterna trifásica a la tensión de 13,2 kV y 50 Hz. El punto de enganche lo definirá la compañía suministradora respetando las condiciones particulares exigidas por esta compañía.

Para asegurar la continuidad de suministro, se plantea la opción de realizar la alimentación a través de dos líneas, una en servicio y otra en reserva, desde distintos Centros de Distribución de la compañía suministradora. Se descarta esta opción ya que los cortes de suministro no suelen ser frecuentes y la construcción de la línea de reserva duplicaría la inversión a realizar. Además, la planta dispondrá de un suministro complementario mediante un grupo electrógeno conectado a las cargas que requieren continuidad de suministro.

1.10.1.3. Centro de transformación

Se plantea un único centro de transformación en el cual se incluirán en este todos los transformadores de MT/BT que sean oportunos para la alimentación de los consumos de energía eléctrica.

Este centro de transformación estará integrado junto al resto de servicios generales con el fin de optimizar los espacios y facilitar los suministros al resto de cargas. Se colocará lo más centrado en la distribución de las cargas facilitando y disminuyendo las pérdidas y los costes de la instalación.

Este centro de transformación será del abonado de tipo interior y de obra.

1.10.1.4. Número de transformadores

En la definición del número de transformadores es de vital importancia la obtención de la potencia total de consumo de energía eléctrica. Se plantea la instalación mínima de dos transformadores de igual potencia con el fin de asegurar el suministro energético, aunque sea de forma parcial, en caso de fallo de uno de ellos.

Destacar también que las instalaciones se dimensionaran con el objetivo de poner incluir un transformador más en caso de aumento de la potencia instalada o de ampliación de las instalaciones.

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

1.10.1.6. Tipos de suministro de energía eléctrica en baja tensión

Al estar dotada de una única red eléctrica de alimentación y aunque los fallos de suministro no suelen ser frecuentes, la planta dispondrá de un suministro complementario mediante un grupo electrógeno conectado a las cargas que requieren continuidad de suministro para asegurar su funcionamiento en caso de fallo en la línea de alimentación.

Contamos con dos tipos de suministros en función de la situación:

- Suministro normal: Es el aportado por la red eléctrica de la distribuidora y transformado de MT/BT por el centro de transformación
- Suministro complementario: Desde un grupo electrógeno entra funcionamiento de forma automática cuando detecta falta de tensión que su valor está por debajo el 70% de la tensión nominal.

1.10.2. Criterios técnicos de diseño

1.10.2.1. Características principales de la línea de media tensión

La línea de alimentación partirá del punto de enganche, definido por la compañía suministradora y alimentará al centro de transformación del abonado.

Dicha línea discurrirá por una canalización enterrada bajo tubo. La sección de los conductores se calculará en función de la potencia de consumo estimada, a la cual se la aumentará en un porcentaje a mayores con el objetivo de permitirnos aumentar la potencia de consumo en caso de ampliación de la industria. Por otro lado, en esa misma canalización se incluirán tubos de reserva debido a las posibles ampliaciones que puedan sufrirse. Es muy importante a tener en cuenta las ampliaciones en este tipo de industrias ya que su mayor cuello de botella es la superficie para el curado de los distintos productos.

El diseño de la línea en media tensión, su construcción y mantenimiento será llevado a cabo por la empresa distribuidora siendo la industria de fabricación de productos cárnicos la encargada de abonar el importe económico.

1.10.2.2. Características principales del centro de transformación

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

1.10.2.2.1. Local del centro de transformación

Ubicado en el edificio de servicios generales, con unas dimensiones que se permitan el movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación, la ejecución de las maniobras propias de la explotación

en condiciones óptimas de seguridad para las personas que las realicen así como el mantenimiento del material y sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del mismo.

Las dimensiones de los pasillos serán las siguientes:

- Pasillos de maniobra: 1m para el caso de la existencia de elementos en tensión a un solo lado y 1,2 m en el caso de que existan en ambos lados.
- Pasillos de inspección: 0,8 m para el caso de la existencia de elementos en tensión a un solo lado y 1m en el caso de que existan en ambos lados.
- Todos los pasillos deberán estar libres de todo obstáculo hasta una altura de 2,30 m.

El local dispondrá de ventilación natural para la renovación del aire. La altura entre la entrada y salida del aire la máxima posible. Las dimensiones de las rejillas dependerán de las potencias de los transformadores.

1.10.2.2.2. Transformadores:

- Aislamiento seco encapsulados en resina epoxi.
- Tensión: 13,2 kV/400-230 V
- Tomas de regulación de la tensión sin carga: $\pm 2.5\%$.

El número máximo de transformadores conectados en paralelo vendrá limitado por las potencias de cortocircuito del lado de baja tensión y los poderes de corte de los dispositivos de protección.

1.10.2.2.3. Celdas para los transformadores:

- Albergar a los transformadores de potencia.
- Estarán protegidos por tabiques o muros y rejillas.

1.10.2.2.4. Cabinas de media tensión

Compuestas por las siguientes celdas:

- Celda de línea: Punto de llegada, al centro de transformación, de los conductores de la línea de alimentación en media tensión; estará equipada con seccionador de corte en carga y seccionador de puesta a tierra.
- Celda de medida: Compuesta por tres transformadores de intensidad y tres de tensión. El equipo de medida con el contador, placas de comprobación, etc. se situarán en un armario, fuera de la celda, para evitar cualquier riesgo para el personal que pudiese realizar la lectura. Dispondrá también de un analizador de redes para controlar la calidad de suministro.
- Celdas de protección de los transformadores: Alojan los elementos de seccionamiento y protección individual de cada transformador. Estará formada por un interruptor automático con relés indirectos a través de transformadores de intensidad.

1.10.2.2.5. Cuadro General de Distribución de baja tensión

- Tipo modular y extensible.
- Interruptores automáticos generales en la entrada y de salida.
- Interruptores dotados de dispositivos candables en posición de abierto.
- Conexiones de consumidores sin interrupción de la alimentación.
- Contaje de energía en cada acometida y en cada salida a través de tres transformadores de intensidad ($I_n/5$).
- Prever como mínimo un 20% de espacio disponible.

1.10.2.2.6. Cuadros de Baja Tensión

- Resto de cuadros de servicios auxiliares, ubicados en el propio centro de transformación y alimentados desde el Cuadro General de Distribución.

1.10.2.2.7. *Batería estacionaria de corriente continua*

- Alimentación de protecciones y maniobra del Centro de Transformación.

1.10.2.3. *Características principales de la red de baja tensión*

La red de distribución en baja tensión parte de las bornes del secundario del transformador dando lugar al cuadro general de distribución desde el cual se reparte la energía a los cuadros secundarios. Cada salida del cuadro de distribución o de cada uno del cuadro constara con un dispositivo de mando y protección, además con el fin de conseguir una mayor disponibilidad de la energía eléctrica los suministros se dividen en diferentes líneas limitando así las consecuencias de una avería permitiendo a su vez una localización más sencilla y realizar operaciones de mantenimiento de modo más cómodo y afectando a la menor parte posible de la instalación.

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.

El número de circuito que han de realizarse tiene que ser el suficiente atendiendo entre otros los siguientes criterios:

- Redes de proceso separadas de las de acondicionamiento de edificios
- Realización de redes separadas con cargas más contaminantes
- Circuitos de fuerza por línea de proceso o área de trabajo
- Alimentación a los circuitos de control y a los de potencia independiente
- Alimentación de equipos especialmente sensibles a las perturbaciones mediante fuentes de alta calidad
- Para garantizar el mayor equilibrado posible de las cargas, en el caso de cargas monofásicas, éstas se repartirán uniformemente entre las tres fases o conductores polares a lo largo de la instalación.
- Recubrimientos cortafuego de 2 horas en los pasos de las paredes y el suelo.
- Las bandejas y canalizaciones serán de dimensiones suficientes para permitir la refrigeración de los cables que soportan sin alcanzar la temperatura máxima admisible.
- Redes que permitan medir la energía eléctrica consumida por cada línea de proceso y de acondicionamiento de edificios.

1.10.2.3.1. *Caídas de tensión*

Las máximas caídas de tensión admisibles serán según el Apartado 2.2.2 de la ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, serán de:

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

1.10.2.3.2. *Puestas a tierra*

La red de líneas de tierra o puesta a tierra limitan la diferencia de tensión entre las masas metálicas y la tierra protegiendo junto con los elementos de protección contra contactos indirectos a toda persona que pueda estar en contacto con dichas masas metálicas, así como para garantizar la actuación de las protecciones instaladas.

1.10.2.3.3. *Esquema de distribución*

Respecto al esquema de distribución debemos elegir uno que nos garantice la correcta actuación de las protecciones y de las puestas a tierra. En este caso se elegirá un sistema de distribución TN-S, el cual consta de conexión directa a tierra del neutro del transformador y la

conexión de todas las masas que normalmente no están en tensión, pero pueden estarlo, mediante un conductor de protección separado en todo el sistema. Se ha escogido y dimensionado dicho tipo de sistemas en función de lo establecido por la ITC-BT-08 del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

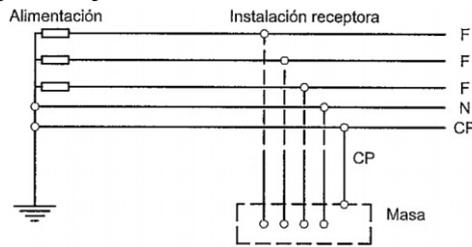


Fig. 56. Esquema de distribución TN-S

1.10.2.3.4. Conductores eléctricos

Se emplearán dos tipos de conductores

- Conductores aislados (cables).
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas
 - *Distribución con conductores aislados.* En principio la sección del conductor neutro será igual a la de los conductores de fase. Se utilizarán cables no propagadores del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida y libre de halógenos.
 - *Distribución con canalizaciones eléctricas prefabricadas.* Las canalizaciones prefabricadas se distinguen por su facilidad de puesta en servicio y flexibilidad de instalación y modificación.

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

1.10.2.3.5. Sección de los conductores

Las secciones de los conductores se calcularán en base a las caídas de tensión máximas admisibles y a la intensidad máxima admisible del cable y resistirá las corrientes de cortocircuito que puedan darse en cualquier punto del recorrido del cable hasta que actúe el dispositivo de protección sin que alcance la temperatura máxima admisible.

1.10.2.3.6. Dispositivos de protección y mando

Para proteger a los circuitos frente a sobrecargas y cortocircuitos, en el origen, se instalará un dispositivo de protección de seccionamiento omnipolar. Cada dispositivo de protección tendrá una intensidad nominal que corresponda con la sección de los conductores a proteger y estarán convenientemente coordinados, siendo selectivos con otros dispositivos generales que les precedan.

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

La protección contra contactos indirectos se realizará mediante la puesta a tierra de las masas y los elementos conductores a los que se acceda simultáneamente y estará asociada a la utilización de dispositivos de protección con corte automático de la alimentación de acuerdo con lo especificado en el apartado 4.1.1 de la ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Si se emplean dispositivos de protección diferenciales, la sensibilidad de dichos dispositivos se elegirá en función de la línea que protege, de manera que para receptores de iluminación y de tomas de corriente se emplearán interruptores de alta sensibilidad, mientras que para el resto de los receptores se emplearán de baja sensibilidad.

En los circuitos de las líneas del proceso debido a que el ambiente de la zona industrial puede dar lugar a pequeñas derivaciones a tierra que individualmente no dispararían su interruptor, sin embargo, la suma de todas ellas si hicieran disparar un interruptor diferencial puesto en cabecera no se instalarán interruptores diferenciales. Para corregir esto, se instalará en cada una de las salidas del Cuadro General de Distribución relés diferenciales regulables con un nivel de alarma y otro de disparo, de tal manera que cuando se llegue al nivel de alarma se compruebe la corriente de defecto a tierra y se busque aguas abajo si alguna de las salidas secundarias tiene una corriente de defecto demasiado elevada y, si es necesario, repararla.

Todos los elementos de protección se seleccionarán e instalarán acorde a las ITC-BT-22, ITC-BT-23 y ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión.

1.10.2.3.7. Receptores

1.10.2.3.7.1. Motores y variadores de velocidad

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

Un motor eléctrico es un dispositivo que transforma la potencia eléctrica de entrada en potencia mecánica de salida en forma de una rotación.

Un variador de velocidad es un convertidor electrónico que adapta continuamente la electricidad suministrada a un único motor con el fin de controlar su potencia mecánica de salida de acuerdo con la característica par-velocidad de la carga accionada por el motor, ajustando la entrada de corriente eléctrica a una frecuencia y una tensión variables que se suministran al motor.

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

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

1.10.2.3.7.2. Iluminación

Este punto se corresponde con las directrices impuestas por el CTE8 código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico HE de Ahorro Energético, en concreto con la Sección HE 3 (Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación).

La sección HE-3 del Código Técnico de la Edificación establece como exigencia básica que los edificios dispongan de instalaciones de iluminación, adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente.

Para ello la eficiencia energética del sistema de iluminación no deberá superar un valor límite y deberá contar también con un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural mediante la instalación y utilización de sistemas de control y regulación, en aquellas zonas en las que la aportación de luz natural así lo permita.

Los componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de la instalación de iluminación vamos a encontrarlos de cuatro tipos fundamentales:

- Regulación y control bajo demanda del usuario, por un interruptor, pulsador o potenciómetro
- Control de encendido y apagado según presencia en la zona ya sea por infrarrojos, microondas, etc.
- Mediante relojes programadores
- Mediante elementos de control temporizados en función del tiempo prefijado.

Cada zona dispondrá de un sistema de control y regulación que incluya:

- Un sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico
- Un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico

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

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

Se instalarán además sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regule el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, estos se colocarán en la primera línea de luminaria paralela a las ventanas a una distancia inferior de 3 metros y en todas las líneas de luminarias situadas bajo un lucernario. Para ello se emplearán sensores de luz y su regulación puede ser todo o nada, se encienden o apagan alcanzado un nivel de iluminación, o de regulación progresiva, ajustándose la iluminación al aporte de luz natural.

Distinguiremos diferentes tipos de alumbrados:

- *Alumbrado normal del edificio:* Este tipo de alumbrado se definirá mediante tres niveles de iluminación (1/3, 2/3 y 3/3 de la nominal), la distribución de la iluminación será por zonas en función del proceso productivo. Las zonas situadas a lo largo de los ventanales se tratarán específicamente.
- *Alumbrado de procesos:* Asegura el nivel de iluminación adecuado a los trabajadores para desempeñar sus actividades sobre el nivel del plano de trabajo. Estas luminarias tendrán sistemas de control y regulación que pueden ser de regulación bajo demanda del usuario o mediante detectores de presencia.
- *Alumbrado de emergencia:* Dicho alumbrado debe permitir la correcta evacuación de las personas en caso de emergencia evitando que las personas entren en pánico y les permita ser guiadas hasta el camino de salida al exterior. Este alumbrado entra en funcionamiento cuando hay un fallo en el alumbrado normal. Se divide en el alumbrado de seguridad y en el de reemplazamiento:

- *Alumbrado de seguridad:* garantizan la seguridad de las personas que evacuan una zona o deben concluir actividades antes de abandonar el lugar, la cual debe entrar en funcionamiento al detectar un fallo en el alumbrado general o si la tensión baja un porcentaje determinado de su valor nominal.

El alumbrado de seguridad estará formado por:

- *Alumbrado de evacuación:* debe proporcionar iluminación suficiente para que el usuario sea capaz de reconocer las rutas de evacuación.
- *Alumbrado antipánico:* debe proporcionar iluminación suficiente para que el usuario sea capaz de reconocer las rutas de evacuación.
- *Alumbrado de reemplazamiento:* se encarga de dar la iluminación necesaria para continuar con las actividades cotidianas.

- *Alumbrado exterior*: destinado a la iluminación de los viales exteriores al complejo industrial pero dentro de su parcela colocados sobre brazos en las fachadas.

Principio de distribución de una zona de alumbrado:

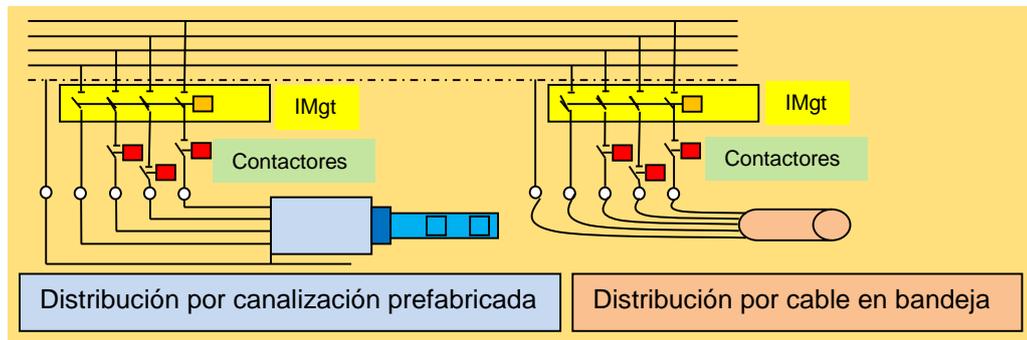


Fig. 57. Esquema de distribución de las zonas de alumbrado

Las redes de alimentación de los alumbrados generales de la nave se realizarán mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas y el resto mediante cable en bandeja.

1.10.2.3.7.3. Otros usos

Comprende todo tipo de receptores que no sean iluminación ni motores, como pueden ser tomas de corriente, climatizadores y todo tipo de consumidores que no estén implícitamente definidas el tipo de cargas de que se tratan.

1.10.2.3.8. Compensación del factor de potencia

Los consumos de energía reactiva por parte de algunos de los elementos integrados en dichas instalaciones dan lugar a la instalación de elementos que compensen dicho desfase, el cual provoca pérdidas en los conductores, caídas de tensión, y un consumo de energía suplementario, que no es aprovechable directamente por los receptores en forma de energía mecánico o calor.

Por lo tanto, se instalan un conjunto de baterías de condensadores que van a compensar dicho consumo de energía reactiva. Podemos realizar diferentes tipos de compensaciones: general, por grupos de cargas o individuales.

Se usarán baterías de condensadores automáticas de una potencia variable que asegure, en todo momento, que el factor de potencia esté por encima del 0,95. Estarán conectadas al embarrado del cuadro de distribución general aguas debajo de la protección correspondiente.

Los condensadores generan energía reactiva en las redes, provocando:

- Elimina las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- La revisión y el mantenimiento del equipo son fáciles de realizar.
- Facilidad para realizar ampliaciones.
- Se adapta mejor a los requerimientos de energía en cada instante.
- El valor de la potencia de los condensadores instalados es menor que en el caso de hacer toda la compensación individual.

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

Pueden darse los tres casos siguientes:

- Tasa de distorsión armónica baja: Instalar baterías convencionales.

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

1.10.2.3.9. Alimentación de cargas crítica

Las cargas críticas deben mantenerse siempre en tensión, incluso en los casos de fallos de la alimentación normal. Para ellos debemos de disponer de otros elementos de alimentación como son grupos generadores o fuentes de alimentación ininterrumpida (SAI):

- *Grupo generador.* Equipo conectado mediante un inversor de redes que permita alimentar las cargas críticas en caso de fallo de la alimentación normal.
- *SAI.* Su función es suministrar energía eléctrica acumulada en sus baterías cuando se producen apagones o cortes de suministro eléctrico, impidiendo así posibles averías de los dispositivos conectados al evitar que se apaguen repentinamente.

Por otro lado, podemos realizar la combinación de un SAI y grupo generador, siendo esta la forma más óptima para la alimentación de cargas críticas ya que el SAI nos va a permitir la suficiente autonomía de los equipos hasta que se produce el arranque del grupo electrógeno.

Las cargas críticas del proceso se alimentarán desde un grupo electrógeno, que se pondrá en marcha cuando se produzca un corte de tensión o esta baje 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 marcha, al cabo de pocos segundos, estos equipos recibirán tensión del grupo electrógeno.

Las cargas críticas del Edificio de Oficinas, como son las alimentaciones a los equipos informáticos recibirán tensión de una fuente de alimentación ininterrumpida SAI en línea.

1.10.2.3.10. Control y supervisión de los consumos eléctricos

No es objeto de dicho proyecto el diseño del sistema de Gestión Técnica Centralizada, aunque se van a diseñar las nuevas instalaciones con el fin de controlar y recoger datos en base a cada una de las fases de producción.

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. Permittiéndonos optimizar las instalaciones, controlar a distancia manualmente o automáticamente las instalaciones, obtención de datos en tiempo real permitiendo así con todo esto obtener información sobre el coste de cada uno de nuestros productos en materia de energía eléctrica.

Permiten la creación de archivos históricos para determinar la evolución de nuestros costes y hacer estimaciones de coste a medio o corto plazo ajustando así los precios de venta de nuestros productos basados en datos reales y de modo fiable.

1.10.2.3.10.1. Previsión de instalaciones a supervisar y controlar

Las instalaciones que se pretende supervisar y controlar son las siguientes:

- Zona de matanza y sala de despiece
- Zona de curado de jamones y paletas
- Zona de elaboración de chorizos y lomo
- Servicios generales

1.10.2.3.10.2. Tipos de señales a recoger en campo

Las señales serán de dos tipos distintos:

- Señales todo/nada: Son aquellas en la que el sensor de campo proporciona información de la posición de abierto o cerrado de un contacto libre de tensión (señales de entrada) o

acciona el sensor mediante el cierre o la apertura de contactos accionados por relés (señales de salida).

- Señales de entrada: Por contactos libres de tensión
 - Alarma: Indicación de actuación de algún elemento. Proporciona una señal acústica y luminosa parpadeante hasta que la alarma haya sido reconocida y permaneciendo en rojo mientras persista.
 - Señalización: Estado de conexión o desconexión de un elemento.
- Señales de salida: Por contactos accionados por relés
 - Mando: Actuación sobre la conexión o desconexión de un elemento.
- Señales analógicas: Son aquellas en la que el sensor recoge señales analógicas de campo (señales de entrada), que pueden ser en tensión o en corriente (normalmente en corriente de 4 a 20 mA). Todas las señales analógicas tratadas son señales de entrada, ya que el funcionamiento en automático de las instalaciones es autónomo mediante controladores locales.

1.10.2.3.10.3. Supervisión y control de la zona matanza y sala de despiece

Señales todo/nada

Entradas

- Señalización de descarga activa del restrainer de muerte
- Alarma de cadena de transporte de animales
- Alarma apertura cámaras climatizadas
- Señalización de descenso de animal a cintas de sala de despiece
- Alarma de muelle de carga en funcionamiento
- Sensores para activación de cintas sala despiece y paso a siguiente

Salidas

- Contacto encendido restrainer
- Contacto encendido cadena de transporte de animales

Señales analógicas

- Analizador de redes de proceso de la zona de matanza y sala de despiece
- Sensores de humedad y temperatura para control de las zonas climatizadas

1.10.2.3.10.4. Supervisión y control de la zona de curado de jamones y paletas

Señales todo/nada

Entradas

- Señalización de vuelco de cajón de la saladora
- Señalización de conformadora en funcionamiento
- Señalización de desangradores en funcionamiento
- Alarma apertura cámaras climatizadas
- Alarma de muelle de descarga en funcionamiento
- Sensores para activación de cintas y paso a siguiente operación del proceso

Salidas

- Contacto de vuelco de cajón de la saladora
- Contacto de sinfín activo para llenado de sal de los cajones

Señales analógicas

- Analizador de redes de proceso de la zona de curado de jamones y paletas
- Sensores de humedad y temperatura para control de las zonas climatizadas

1.10.2.3.10.5. Supervisión y control de la zona de elaboración de chorizos y lomos

Señales todo/nada

Entradas

- Señalización de encendido de picadora
- Señalización de encendido de amasadora
- Señalización de encendido de embutidora y grapadora
- Señalización de encendido de bombo de adobar
- Señalización de encendido de embuchadora/tensadora
- Alarma apertura cámaras climatizadas
- Alarma de muelle de descarga en funcionamiento

Salidas

- Contacto de encendido de picadora
- Contacto de encendido de amasadora
- Contacto de encendido de embutidora y grapadora
- Contacto de encendido de bombo de adobar
- Contacto de encendido de embuchadora/tensadora

Señales analógicas

- Analizador de redes de proceso de la zona de elaboración de chorizos y lomos
- Sensores de humedad y temperatura para control de las zonas climatizadas

1.10.2.3.10.6. Supervisión y control de servicios generales

Señales analógicas

- Analizador de redes de la acometida del transformador 1
- Analizador de redes de la acometida del transformador 2
- Analizador de redes de servicios generales de nave
- Analizador de redes de servicios generales centrales
- Analizador de redes de oficinas
- Analizador de redes de servicios y vestuarios
- Analizador de redes de alimentaciones de emergencia

TOTAL SEÑALES DEL COMPLEJO		
Señales todo/nada		Señales analógicas
Nº entradas	Nº salidas	Nº entradas
Zona matanza y despiece		
6	2	2
Zona de curado de jamones y paletas		
6	2	2
Zona de elaboración de chorizos y lomo		
7	5	2
Servicios generales		
		7
TOTAL SEÑALES		
19	9	13

Tabla 4. Señales del complejo industrial

1.10.2.3.11. Instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo sin excedentes

Partiendo del objetivo de obtener una mayor eficiencia energética y así obtener unos menores consumos de energía eléctrica proveniente de la red eléctrica se ha planteado la colocación en la cubierta de la nave una instalación fotovoltaica de autoconsumo sin excedentes.

Dicha instalación consiste en aprovechar la energía de la radiación solar en energía eléctrica aprovechable.

El funcionamiento es el siguiente: La radiación solar se convierte en corriente continua mediante los módulos solares, un total de 480 módulos con una potencia de 460 Wp cada uno, esta corriente continua se transforma en corriente alterna mediante los inversores, contando con un total de 2 inversores de 100 kW cada uno colocado junto al cuadro general de distribución de la instalación fotovoltaica. Finalmente, la corriente en baja tensión se inyecta directamente en la red interior del suministro eléctrico de la propiedad, autoconsumiendo la totalidad de la producción energética.

Estos módulos se ubican sobre la cubierta de la nave mediante unas estructuras de micro perfil, asegurando una buena fijación de los módulos ante cualquier tipo de cargas debido a inclemencias meteorológicas.

El inversor nos proporciona a la salida una tensión trifásica adecuada para la conexión al suministro eléctrico de la propiedad (400 V).

La potencia nominal del generador, se obtiene de sumar las potencias de los 480 módulos de 460 Wp cada uno, lo que suma un total de 220,08 kWp.

La potencia nominal de cada uno de los inversores, especificada por el fabricante y en condiciones nominales de funcionamiento, es de 100 KW. Contamos con un total de 2 inversores iguales.

1.10.2.3.11.1. Estudio de producción

Basándonos en los datos descritos anteriormente sobre el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se ha definido el siguiente estudio de producción de energía mediante el software PVGIS [17].

Para esto se ha tenido en cuenta además de los datos ya aportados información sobre la inclinación de los módulos siendo en este caso coplanares a la cubierta y esta de una inclinación de 20°. Además, se ha definido la orientación de los módulos la cual es de -2° de orientación hacia el sur, es decir tienen un azimut de -2°. Por lo tanto, se ha obtenido que la producción solar respectivamente a los diferentes meses del año es:

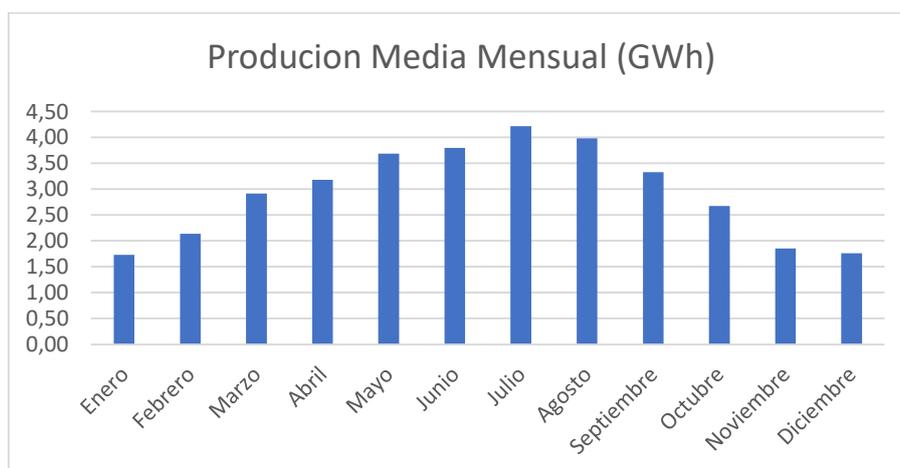


Fig. 58 Producción mensual en GWh.

Producción Media Mensual (GWh)	
Enero	1,73
Febrero	2,14
Marzo	2,92
Abril	3,18
Mayo	3,69
Junio	3,80
Julio	4,22
Agosto	3,99
Septiembre	3,33
Octubre	2,67
Noviembre	1,85
Diciembre	1,76
Total	35,27

Tabla 5. Producción mensual en GWh

1.10.3. Diseño de la instalación eléctrica

La instalación eléctrica a proyectar abarca desde el punto de enganche, en media tensión, definido por la compañía distribuidora de energía eléctrica, hasta los cuadros eléctricos de los equipos consumidores de baja tensión, pasando previamente por el centro de transformación para pasar de media a baja tensión.

Tendremos por lo tanto que realizar tres proyectos:

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

El diseño de la instalación eléctrica debe comenzar por el proyecto de baja tensión, para una vez conocidas las cargas o potencias totales a distribuir, realizar el proyecto del centro de transformación y por último se realizará el de la línea de media tensión que alimentará al centro de transformación.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en los apartados **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 1.10.2.

1.10.3.1. *Red de distribución en baja tensión*

Para el diseño de la red de distribución de baja tensión se ha partido de la relación de consumidores de la fábrica, teniendo en cuenta su potencia, su factor de potencia y el coeficiente de simultaneidad, así como de la ubicación de los cuadros eléctricos que alimentan dichos consumidores.

Siguiendo un plano en planta en el cual se definan la distribución de las instalaciones del proceso productivo y de los servicios generales se van a definir la localización de los armarios eléctricos teniendo en cuenta el concepto de agrupamiento de las cargas y las prioridades de cada una.

Desde el cuadro general de distribución del centro de transformación se partirá a cada una de las líneas de consumo o cuadros secundarios. Asegurando así una buena gestión de la energía eléctrica. Cada salida un consumo o dispositiva estará protegida con diferentes elementos de mando y protección, siendo alimentados mediante cables aislados, para los casos en los que la potencia de consumo sea muy elevada se realizará la alimentación de los mismos mediante dos conductores por fase. Al igual que aquellos consumos los cuales su ubicación no este definida serán alimentados mediante canalizaciones eléctricas prefabricadas. Todas y cada

una de las redes se encontrarán aisladas mediante tubos o canales protectoras y debidamente ancladas y fijadas.

Se instalará también un conjunto de baterías de condensadores las cuales nos eviten el consumo de energía reactiva, en concreto el evitaren que el factor de potencia sea inferior a 0,95 y así se produzca un ahorro en la factura eléctrica. Conectado directamente al embarrado del cuadro general de distribución en baja tensión, protegido mediante los elementos pertinentes.

El proyecto de baja tensión se realizará con el **Software DMELECT Módulo CIEBT** [19].

1.10.3.1.1. Alimentación del suministro normal

La alimentación general tiene su origen en las bornas de baja tensión de los transformadores del Centro de Transformación MT/BT del abonado, que mediante las canalizaciones adecuadas a la potencia nominal del transformador suministran energía eléctrica al embarrado del Cuadro General de Distribución (CGD).

Las características de la alimentación del suministro normal son:

A. GENERAL	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. Simult.	F. Pot.
Bornas BT Trafo 1	TRAFO 1	Cuadro General de Distribución			
		400/230	4	0,7	0,95
Bornas BT Trafo 2	TRAFO 2	Cuadro General de Distribución			
		400/230	6	0,7	0,95

Tabla 6. Alimentación normal

1.10.3.1.2. Alimentación de suministro complementario

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

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

Las características de la alimentación del grupo electrógeno son:

A. GENERAL	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. Simul.	F. Pot.
Grupo	ALIM.	Doble embarrado Cuadro General de Distribución			
electrógeno	EMERGENCIA	400/230	10	1	0,9

Tabla 7. Alimentación del grupo electrógeno

1.10.3.1.3. Cuadro general de distribución

Recibe tensión de las bornas de baja tensión de dos transformadores, que trabajarán en paralelo, a través de dos interruptores automáticos de baja tensión.

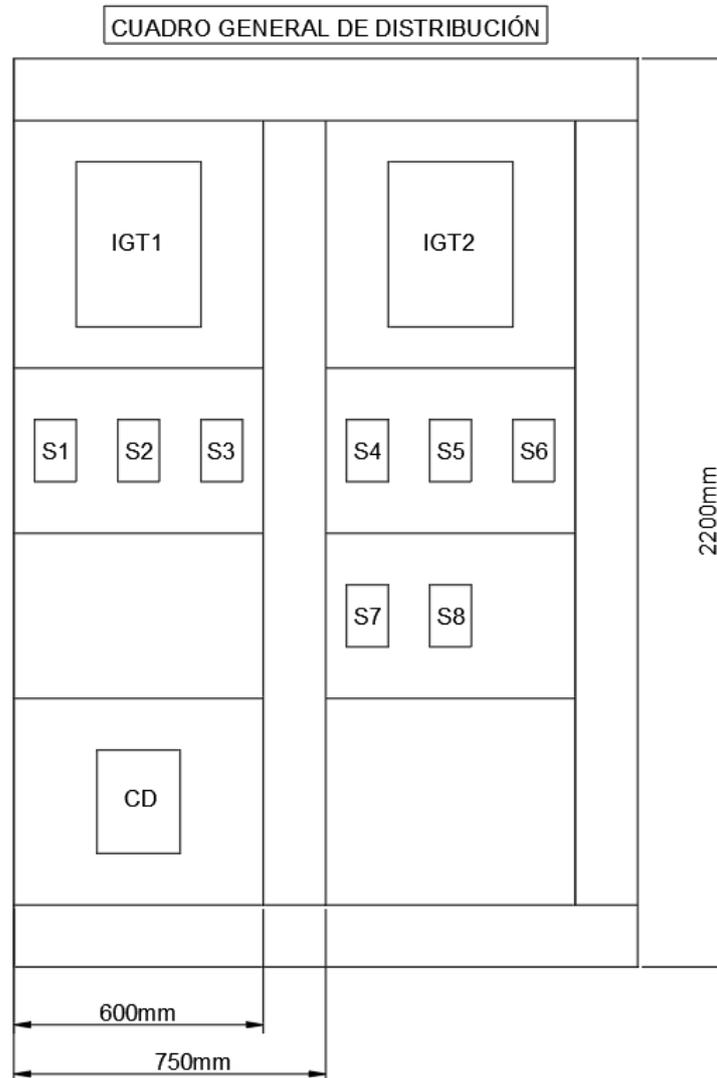


Fig. 59. Cuadro General de Distribución

INTERRUPTORES CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			
IGT1	Acometida Trafo 1	IGT2	Acometida Trafo 2
S1	Matadero y sala de despique	S4	Servicios generales de nave
S2	Curado de jamones y paletas	S5	Servicios generales centrales
S3	Curado de lomos y chorizos	S6	Oficinas
CD	Condensadores	S7	Servicios y vestuarios
		S8	Alimentación de emergencia

Tabla 8. Interruptores del Cuadro General de Distribución

Desde el Cuadro General de Distribución partirán las salidas a alimentar a las distintas instalaciones receptoras o a cuadros secundarios de nivel 1.

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN					
SALIDA	REF. CUADRO	REF. CIRCUITO	INSTALACIÓN RECEPTORA		
			Tensión (V)	Longitud (m)	C. simultaneidad
Salida 1	S1 MATAD	Alimentación subcuadro nivel 1. Matadero y sala de despiece			
		400	130	0,6	0,8
Salida 2	S2 JAM	Alimentación subcuadro nivel 1. Curado jamones y paletas			
		400	40	0,7	0,8
Salida 3	S3 LMCH	Alimentación subcuadro nivel 1. Curado lomos y chorizos			
		400	80	0,6	0,8
Salida 4	S4 SG NAVE	Alimentación subcuadro nivel 1. Servicios generales nave			
		400/230	15	0,7	0,9
Salida 5	S5 SG CENT	Alimentación subcuadro nivel 1. Servicios generales centrales			
		400/230	12	0,6	0,8
Salida 6	S6 OFIC	Alimentación Subcuadro nivel 1. Oficinas			
		400/230	10	0,9	0,9
Salida 7	S7 SERVES	Alimentación subcuadro nivel 1. Servicios y vestuarios			
		400/230	12	0,8	0,9
Salida 8	S8 EMERG	Alimentación subcuadro nivel 1. Alimentación emergencia			
		400/230	13	1	0,85
Salida CD	Batería	Alimentación cuadro condensadores			
	Condensadores	400	8	1	0,95

Tabla 9. 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 sus características:

SALIDA	REF. CUADRO	INSTALACIÓN RECEPTORA			
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. Simult.	F. Potenc.
Salida 9	S9 EME AL	Cuadro emergencia alumbrado			
		400/230	10	1	1
Salida 10	S10 EME FZA	Cuadro emergencia fuerza			
		400	10	1	0,8

Tabla 10. Salidas del grupo electrógeno

1.10.3.1.4. Subcuadros nivel 1

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

SUBCUADROS NIVEL 1				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 1.1	S1 MATAD	Matadero y sala de despiece		
		S1.1 MU DES	Alim. sub. nivel 2. Muerte y desangrado	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	15	0,7
		S1.2 ES CH	Alim. sub. nivel 2. Escaldado y chamuscado	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	20	0,8
		S1.3 DESV	Alimentación sub. nivel 2 Desviscerado	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	25	0,7
		S1.4 OR RET	Alim. sub. nivel 2. Oreo y retención	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	40	0,8
		S1.5 DESP	Alimentación sub. nivel 2. Despiece	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	45	0,9
Cuadro 1.2	S2 JAM	Curado jamones y paletas		
		S2.1 OBJAM	Alim. sub. nivel 2. Obrador jamones	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	10	0,7
		S2.2 CLBOES	Alim. sub. nivel 2. Clima, bodega y estufage	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	30	0,8
		S2.3 EXCON	Alim. sub. nivel 2. Expedición y conformado	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	90	0,7
		S2.4 DELON	Alim. sub. nivel 2. Deshuesado loncheado.	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	110	0,9
Cuadro 1.3	S3 LMCH	Curado lomos y chorizos		
		S3.1 OBLCH	Alim. sub. nivel 2. Obrador lomos chorizos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	20	0,7
		S3.2 LABAN	Lavado de bandejas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	25	1
		S3.3 CAMAC	Cámara de maceración	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	35	20
		S3.4 ENV	Alim. sub. nivel 2. Envasado	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	45	0,9
		S3.5 STOK	Alim. sub. nivel 2. Cámara stockaje	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400	85	0,7

SUBCUADROS NIVEL 1				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 1.4	S4 SG NAVE	Servicios generales de nave		
		S4.1 ALNAV	Alim. sub. nivel 2. Alumbrado Nave	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400/230	1	1
		S4.2 FZN	Alim. sub. nivel 2. Fuerza Nave	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	1	0,2
		S4.3 TCN	Alim. sub. nivel 2. Tomas de corriente nave	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	1	0,2
		S4.4 VENEXT	Alim. sub. nivel 2. Ventilación/extracc. nave	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	1	0,9
Cuadro 1.5	S5 SG CENT	Servicios generales centrales		
		S5.1 CT	Alim. sub. nivel 2 Centro de transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	6	0,6
		S5.2 CIF	Alim. sub. nivel 2 Cuarto instalac. fotovoltaica	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,6
		S5.3 GE	Alim. sub. nivel 2 Grupo electrógeno	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	15	0,6
		S5.4 CAC	Alim. sub. nivel 2 Central aire comprimido	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	30	0,6
		S5.5 CBA	Alim. sub. nivel 2 Central bombeo de aguas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	40	0,6
		S5.6 TMYR	Alim. sub. nivel 2 Taller mantenim./recamb.	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	45	0,6
		S5.7 ZCB	Alim. sub. nivel 2 Zona carga baterías	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	50	0,8
		S5.8 CEANI	Alim. sub. nivel 2 Control entrada animales	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	150	0,7
Cuadro 1.6	S6 OFIC	Oficinas		
		S6.1 ALOFI	Alimentac. subc. nivel 2 Alumbrado oficinas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	100	1
		S6.2 FZAOFI	Alimentación subcu. nivel 2 Fuerza oficinas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	100	0,7

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 1.7	S7 SERVES	Servicios y vestuarios			
		S7.1 SEVEZ1	Aliment. subc. nivel 2 Servicios vestuarios Z1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	80	0,9	0,9
Cuadro 1.9	S9 ALEMER	Cuadro alumbrado emergencia			
		S9.1 VIGMD	Alumbrado vigilancia matadero y despiece		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	110	0,11	1
Cuadro 1.9	S9 ALEMER	S9.2 VIGJP Alumbrado vigilancia jamones y paletas			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	95	0,11	1
		Cuadro 1.9	S9 ALEMER	S9.3 VIGLCH Alumbrado vigilancia lomos y chorizos	
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>			<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	80			0,11	1
Cuadro 1.9	S9 ALEMER			S9.4 VIGSG Alumbrado vigilancia servicios generales	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	110	0,11	1
		Cuadro 1.9	S9 ALEMER	S9.5 EVAMD Alumbrado evacuación matadero despiece	
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>			<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	90			0,1	1
Cuadro 1.9	S9 ALEMER			S9.6 EVAJP Alumbrado evacuación jamones y paletas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	80	0,1	1
		Cuadro 1.9	S9 ALEMER	S9.7 EVALC Alumbrado evacuación lomos y chorizos	
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>			<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	70			0,1	1
Cuadro 1.9	S9 ALEMER			S9.8 EVASG Alumbrado evacuación servicios generales	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	100	0,1	1
		Cuadro 1.9	S9 ALEMER	S9.9 ANTMD Alumbrado antipánico matadero y despiece	
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>			<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	90			0,1	1
Cuadro 1.9	S9 ALEMER			S9.10 ANTJP Alumbrado antipánico jamones y paletas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	80	0,1	1
		Cuadro 1.9	S9 ALEMER	S9.11 ANTLC Alumbrado antipánico lomos y chorizos	
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>			<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
400/230	70			0,1	1
Cuadro 1.9	S9 ALEMER			S9.12 ANTSG Alumbrado antipánico servicios generales	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	100	0,1	1
		Cuadro 1.10	S10 FZAEMER	Cuadro fuerza emergencia	
S10.1 CREFM	Cámara refrigeración zona matadero				
<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>			<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
400	60			32	0,8
Cuadro 1.10	S10 FZAEMER	S10.2 SAJAM Saladero zona de jamones			
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia KW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	63	0,8

SUBCUADROS NIVEL 1					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
		S10.3 SECZJ	Aliment. subc. nivel 2 secadero zona jamones		
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. simultaneid.	F. Potencia
		400	60	0,9	0,8
		S10.4 SEZLC	Alim. sub. nivel 2 secado z. lomos/chorizos		
		Tensión (V)	Longitud (m)	C. simultaneid.	F. Potencia
		400	80	0,9	0,8

Tabla 11. Subcuadros Nivel 1

1.10.3.1.5. Subcuadros nivel 2

Centro de Transformación se alimentan a los subcuadros de nivel 1 siguientes, con sus líneas de reparto:

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
Cuadro 2.1	S1.1 MU DES	Muerte y desangrado			
		S1.1.1 RESTR	Restrainer		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	30	4	0,8
		S1.1.2 CATRA	Cadena para traslado del animal		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	25	3,6	0,8
		S1.1.3 MUDES	Muelles descarga		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	15	5	0,8
Cuadro 2.2	S1.2 ES CH	Escaldado y chamuscado			
		S1.2.1 PELA	Peladora		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	25	7,45	0,8
		S1.2.2 CCDES	Caldera Cuba de Escaldado		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	35	10	0,8
		S1.2.3 FREG1	Flageladora 1		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	25	4	0,8
		S1.2.4 FREG2	Flageladora 2		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	25	4	0,8
		S1.2.5 HORCH	Horno chamuscado		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	10	2	0,8
		S1.2.6 CATRA	Cadena para traslado del animal		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	20	3,6	0,8
Cuadro 2.3	S1.3 DESV	Desviscerado			
		S1.3.1 SIEEL1	Sierra eléctrica 1		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	10	3,75	0,8
		S1.3.2 SIEEL2	Sierra eléctrica 2		
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia
		400	15	3,75	0,8

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
		S1.3.3 CATRA	Cadena para traslado del animal		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	3,6	0,8
Cuadro 2.4	S1.4 OR RET	Oreo y retención			
		S1.4.1.CORRE	Cámara de oreo y retención		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	30	0,8
		S1.4.2.CATRA	Cadena para traslado de animal		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	3,6	0,8
Cuadro 2.5	S1.5. DESP	Sala de despiece			
		S1.5.1. CISDE1	Cinta sala de despiece 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	0,37	0,8
		S1.5.2.CISDE2	Cinta sala de despiece 2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	45	0,37	0,8
		S1.5.3.CISDE3	Cinta sala de despiece 3		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	50	0,37	0,8
		S1.5.4.CISDE4	Cinta sala de despiece 4		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	55	0,37	0,8
		S1.5.5.CISDE5	Cinta sala de despiece 5		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	60	0,37	0,8
		S1.5.6.CATRA	Cadena para traslado de animal		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	3,6	0,8
Cuadro 2.6	S2.1 OBJAM	Obrador jamones			
		S2.1.1 CICLA	Cinta clasificadora		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	0,37	0,8
		S2.1.2 CLASI	Clasificadora		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	1,4	0,8
		S2.1.3 CTRA1	Cinta 1 trazabilidad		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	0,37	0,8
		S2.1.4 CTRA2	Cinta 2 trazabilidad		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	0,37	0,8
		S2.1.5 BATRA	Bascula y elementos de trazabilidad		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	0,37	0,9
		S2.1.6 DESAN	Desangradores		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	3	0,8

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
		S2.1.7 BONIT	Bombo nitrificante		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	2,2	0,8
		S2.1.8 MEROT	Mesa rotatoria		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	0,25	0,8
		S2.1.9 SALAD	Saladora		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	9	0,8
		S2.1.10 SOPLA	Sopladora		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	5	0,8
		S2.1.11 LAVAD	Lavadora		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	35	3,5	0,8
		S2.1.12 COPLA	Conformadora post lavado		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	0,33	0,8
		S2.1.13 BASCU	Bascula		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	3	0,8
		S2.1.14 CLIOB	Climatización Obrador		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	8,5	0,8
Cuadro 2.7	S2.2 CLBOES	Climatización, bodegas y estufaje			
		S2.2.1 CLIMAT	Climatización		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	50	12	0,8
		S2.2.2 BODE1	Bodega 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	30	0,8
		S2.2.3 BODE2	Bodega 2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	45	30	0,8
		S2.2.4 BODE3	Bodega 3		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	60	30	0,8
		S2.2.5 ESTUF	Estufaje		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	45	0,8
Cuadro 2.8	S2.3 EXCON	Expedición manteca y conformado			
		S2.3.1 CONF JR	Conformadora jamón redondo		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	0,37	0,8
		S2.3.2 CONF JP	Conformadora jamón con pata		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	0,37	0,8
		S2.3.3 FREID1	Freidora 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	25	2	0,8

SUBCUADROS NIVEL 2				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S2.3.4 FREID2	Freidora 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	30	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S2.3.5 LAVPAL	Lavadora de pallets	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	40	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S2.3.6 MUECAR	Muelle de carga	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	45	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 2.9	S2.4 DELON	Deshuesado y loncheado		
		S2.6.1 LONCH	Loncheadora	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	20	7
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S2.6.2 CAMVAC	Campana de vacío	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	25	7,2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 2.10	S3.1 OBLCH	Obrador lomos y chorizos		
		S3.1.1 BOMADO	Bombo de Adobar	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	30	9,8
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.2 EMBLOM	Embuchadora de lomos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	25	5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.3 TEGRAL	Tensadora-Grapadora de lomos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	20	0,5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.4 PICCAR	Picadora de carne	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	30	15
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.5 AMACAR	Amasadora de carne	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	20	4,48
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.6 EMBCHO	Embutidora de chorizos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	15	8
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.7 GRACHO	Grapadora de chorizos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	10	0,5
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.8 BASCUL	Bascula	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	10	3
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.1.9 CLIOBR	Climatización obrador	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	40	18
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
Cuadro 2.11	S3.4 ENV	Envasado		
		S3.4.1 CAMVAC	Campana de vacío	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	15	7,2
				<i>F. Potencia</i>
				0,8
		S3.4.2 ENVGASI	Envasadora con gas inerte	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	10	8
				<i>F. Potencia</i>
				0,8

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
		S3.4.3 CERCAJ	Cerradora de cajas		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	1	0,8
Cuadro 2.12	S3.5 STOK	Cámara de stockaje			
		S3.5.1 CAMSTO	Cámara de stockaje		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	5,32	0,8
		S3.5.2 MUECAR	Muelle de carga		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	5	0,8
Cuadro 2.13	S4.1 ALNAV	Alumbrado de nave			
		S4.1.1 ALGMC1	Alumbrado general zona matadero circuit 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.2 ALGMC2	Alumbrado general zona matadero circuit 2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.3 ALGMC3	Alumbrado general zona matadero circuit 3		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.4 ALGJC1	Alumbrado general zona jamones circuito 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.5 ALGJC2	Alumbrado general zona jamones circuito 2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.6 ALGJC3	Alumbrado general zona jamones circuito 3		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.7 ALGLC1	Alumbrado general zona lomos circuito 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.8 ALGLC2	Alumbrado general zona lomos circuito 2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.9 ALGLC3	Alumbrado general zona lomos circuito 3		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.10 ALLCF	Alumbrado localizado ciclos refrigeración		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.11 ALLEL	Alumbrado localizado envasa lomo chorizo		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.12 ALLDL	Alumbrado localizado deshuesad loncheado		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1
		S4.1.13 ALEXC1	Alumbrado exterior circuito 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	Consumos en ruta		1

SUBCUADROS NIVEL 2				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
		S4.1.14 ALEXC2	Alumbrado exterior circuito 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	1
Cuadro 2.14	S4.2FZN	Fuerza de nave		
		S4.2.1 CAPRL1	Canalización prefabricada línea 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	0,8
		S4.2.2 CAPRL2	Canalización prefabricada línea 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	0,8
Cuadro 2.15	S4.3 TCN	Tomas de corriente nave		
		S4.3.1 TCMT	Tomas de corriente zona matadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	0,8
		S4.3.2 TCJM	Tomas de corriente zona jamones	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	0,8
		S4.3.3 TCLCH	Tomas de corriente zona lomos y chorizos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	Consumos en ruta	0,8
Cuadro 2.16	S4.4 VENEXT	Ventilación y extracción nave		
		S4.3.1 VEZMT	Ventilación y extracción zona matadero	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	95	12
				0,8
		S4.3.2 VEZJZ1	Ventilación y extracción zona jamones z 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	55	12
				0,8
		S4.3.3 VEZJZ2	Ventilación y extracción zona jamones z 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	105	12
				0,8
		S4.3.4 VEZLC	Ventilación y extracción zona lomos chorizos	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	45	12
				0,8
Cuadro 2.17	S5.1 CT	Centro de transformación		
		S5.1.1 ALCT	Alumbrado Centro Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	0,2
				1
		S5.1.2 TCCT	Tomas corriente Centro Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	6
				0,9
		S5.1.3 VENCT	Ventilación Centro Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	10	3
				0,8
		S5.1.4 BTESCT	Batería estacionaria Centro Transformación	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	10	2
				0,8
Cuadro 2.18	S5.2 CIF	Cuarto instalación fotovoltaica		
		S5.2.1 ALCIF	Alumbrado cuarto instalación fotovoltaica	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	0,1
				1

SUBCUADROS NIVEL 2					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
		S5.2.2 TCCIF	Tomas corriente cuarto instalac fotovoltaica		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	6	0,9
Cuadro 2.19	S5.2 GE	Grupo electrógeno			
		S5.2.1 ALGE	Alumbrado sala grupo electrógeno		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,1	1
		S5.2.2 TCGE	Tomas corriente sala grupo electrógeno		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	6	0,9
Cuadro 2.20	S5.4 CAC	Central de aire comprimido			
		S5.4.1 CUCOM1	Cuadro compresor1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	30	0,8
		S5.4.2 CUAFF1	Cuadro agua refrigeración compresor1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	5	0,8
		S5.4.3 CUSA1	Cuadro secador aire compresor 1		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	2	0,9
		S5.4.4 CUCOM2	Cuadro compresor2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	30	0,8
		S5.4.5 CUAFF2	Cuadro agua refrigeración compresor2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	5	0,8
		S5.4.6 CUSA2	Cuadro secador aire compresor 2		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	2	0,9
		S5.4.7 ALACOM	Alumbrado central aire comprimido		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	0,2	1
		S5.4.8 TCACOM	Tomas corriente central aire comprimido		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	6	0,9
Cuadro 2.20	S5.5 CBA	Central bombeo de agua			
		S5.5.1 B1AGU	Bomba 1 agua alimentación planta		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	5	0,8
		S5.5.2 B2AGU	Bomba 2 agua alimentación planta		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	15	5	0,8
		S5.5.3 ALBAG	Alumbrado central bombeo de agua		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	0,1	1
		S5.5.4 TCBAG	Tomas de corriente central bombeo de agua		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	10	6	0,9

SUBCUADROS NIVEL 2				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 2.22	S5.6 TMYR	Taller mantenimiento y almacén recambios		
		S5.6.1 ALTM	Alumbrado taller de mantenimiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	0,6
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S5.6.2 FZATM	Fuerza taller de mantenimiento	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	20
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S5.6.3 ALAR	Alumbrado almacén recambios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S5.6.4 TCAR	Tomas corriente almacén recambios	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	6
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 2.23	S5.7 ZCB	Zona carga baterías		
		S5.7.1 ALCB	Alumbrado sala carga baterías carretillas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	20	0,3
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S5.7.2 FZACB	Fuerza sala carga baterías carretillas	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400	20	20
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 2.24	S5.8 CEANI	Control entrada de animales		
		S5.8.1 ALCEAN	Alumbrado zona control entrada animales	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S5.8.2 FZACEAN	Fuerza zona control entrada animales	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	9
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 2.25	S6.1 ALOFI	Alumbrado oficinas		
		S6.1.1 ALOFZ1	Alim. sub. nivel 3 alumbrado oficinas z 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400/230	10	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S6.1.2 ALOFZ2	Alim. sub. nivel 3 alumbrado oficinas z 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400/230	10	1
				<i>F. Potencia</i>
				1
Cuadro 2.26	S6.2 FZAOFI	Fuerza oficinas		
		S6.2.1 FZAOFZ1	Alim. sub. nivel 3 fuerza oficinas zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400/230	10	0,7
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S6.2.2 FZAOFZ2	Alim. sub. nivel 3 fuerza oficinas zona 2	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>C. simultaneid.</i>
		400/230	10	0,7
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
Cuadro 2.27	S7.1 SEVEZ1	Servicios y vestuarios zona 1		
		S7.1.1 ALSVZ1	Alumbrado servicios y vestuarios zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	0,2
				<i>F. Potencia</i>
				1
		S7.1.2 TC SVZ1	Tomas corriente servicios y vestuarios z 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	10	6
				<i>F. Potencia</i>
				0,9
		S7.1.3 LBSVZ1	Lavabotas servicios y vestuarios zona 1	
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>
		400/230	15	2
				<i>F. Potencia</i>
				0,9

SUBCUADROS NIVEL 2												
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA									
		S7.1.4 LRSVZ1	Lavadora ropa servicios y vestuarios z 1									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400/230	15	6	0,8							
Cuadro 2.28	S7.2 SEVEZ2	Servicios y vestuarios zona 2										
		S7.2.1 ALSVZ2	Alumbrado servicios y vestuarios zona 2									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400/230	10	0,2	1							
		S7.2.2 TC SVZ2	Tomas corriente servicio y vestua. zona 2									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400/230	10	6	0,9							
		S7.2.3 ALSVZ2	Lavabotas servicios y vestuarios zona 2									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400/230	15	2	0,9							
		S7.2.4 TC SVZ2	Lavadora ropa servicios y vestuarios z 2									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400/230	15	6	0,8							
Cuadro 2.29	S10.3 SECZJ	Secadero zona jamones y paletas										
		S10.3.1 SECD1	Secadero 1									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400	10	45	0,8							
		S10.3.2 SECD2	Secadero 2									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400	25	45	0,8							
		S10.3.3 SECD3	Secadero 3									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400	40	45	0,8							
Cuadro 2.30	S10.4 SEZLC	Secado zona lomos y chorizos										
		S10.4.1 SECF1	Fase 1 de secado									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400	10	20	0,8							
		S10.4.2 SECF2	Fase 2 de secado									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400	20	20	0,8							
		S10.4.3 SECF3	Fase 3 de secado									
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW	F. Potencia							
		400	30	20	0,8							

Tabla 12. Subcuadros de Nivel 2

CONSUMOS EN RUTA												
REF. Cuadro	REF. Circuito					INSTALACIÓN RECEPTORA						
S4.1 ALNAV	Alumbrado de nave											
	S4.1.1 ALGMC1					Alumbrado general zona matadero circuito 1						
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Longitud (m)	80	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	S4.1.2 ALGMC2					Alumbrado general zona matadero circuito 2						
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Longitud (m)	65	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

CONSUMOS EN RUTA														
REF. Cuadro	REF. Circuito				INSTALACIÓN RECEPTORA									
	S4.1.3 ALGMC3				Alumbrado general zona matadero circuito 3									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°		
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54		
Longitud (m)	80	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	S4.1.4 ALGJC1				Alumbrado general zona jamones circuito 1									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Longitud (m)	40	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10
	S4.1.5 ALGJC2				Alumbrado general zona jamones circuito 2									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Longitud (m)	25	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10
	S4.1.6 ALGJC3				Alumbrado general zona jamones circuito 3									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Longitud (m)	10	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10
	S4.1.7 ALGLC1				Alumbrado general zona lomos circuito 1									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°						
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54				
Longitud (m)	40	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
	S4.1.8 ALGLC2				Alumbrado general zona lomos circuito 2									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°						
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54					
Longitud (m)	25	5	5	5	5	5	5	5	5					
	S4.1.9 ALGLC3				Alumbrado general zona lomos circuito 3									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°						
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54	54	54	54					
Longitud (m)	10	5	5	5	5	5	5	5	5					
	S4.1.10 ALLCF				Alumbrado localizado ciclos refrigeración									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°								
Potencia (W)	54	54	54	54	54	54								
Longitud (m)	50	5	5	5	5	5								
	S4.1.11 ALLEL				Alumbrado localizado envasado lomos y chorizos									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°									
Potencia (W)	54	54	54	54	54									
Longitud (m)	50	2	2	2	2									
	S4.1.12 ALLDL				Alumbrado localizado deshuesado loncheado									
Tramo	1°	2°	3°	4°										
Potencia (W)	54	54	54	54										
Longitud (m)	125	2	2	2										
	S4.1.13 ALEXC1				Alumbrado exterior circuito 1									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	
Potencia (W)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Longitud (m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
	S4.1.14 ALEXC2				Alumbrado exterior circuito 2									
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	
Potencia (W)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
Longitud (m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	

CONSUMOS EN RUTA										
REF. Cuadro	REF. Circuito				INSTALACIÓN RECEPTORA					
S4.2FZN	Fuerza de nave									
	S4.2.1 CAPRL1				Canalización prefabricada línea 1					
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Potencia (kW)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Longitud (m)	25	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	S4.2.2 CAPRL2				Canalización prefabricada línea 2					
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Potencia (kW)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Longitud (m)	25	10	10	10	10	10	10	10	10	10
S4.3 TCN	Tomas de corriente nave									
	S4.3.1 TCMT				Tomas de corriente zona matadero					
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	65	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	S4.3.2 TCJM				Tomas de corriente zona jamones					
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	25	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	S4.3.3 TCLCH				Tomas de corriente zona lomos y chorizos					
Tramo	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Potencia (kW)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Longitud (m)	25	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabla 12. Consumos en ruta

1.10.3.1.6. Subcuadros nivel 3

Desde cuadros nivel 2 se alimentan los cuadros de nivel 3 siguientes, con sus líneas:

SUBCUADROS NIVEL 3				
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA	
Cuadro 3.1	S6.1.1 ALOFZ1	Alumbrado oficinas zona 1		
		S6.1.1.1 ALOFZ11	Alumbrado oficinas zona 11	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		400	10	0,4
		F. Potencia	1	
		S6.1.1.2 ALOFZ12	Alumbrado oficinas zona 12	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		400/230	20	0,4
		F. Potencia	1	
		S6.1.1.3 ALSEOF	Alumbrado servicios de oficinas	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		400/230	30	0,1
		F. Potencia	1	
Cuadro 3.2	S6.1.2 ALOFZ2	Alumbrado oficinas zona 2		
		S6.1.2.1 ALOFZ21	Alumbrado oficinas zona 21	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		400/230	30	0,4
		F. Potencia	1	
		S6.1.2.2 ALOFZ22	Alumbrado oficinas zona 22	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		400/230	40	0,4
		F. Potencia	1	
Cuadro 3.3	S6.2.1 FZAOFZ1	Fuerza oficinas zona 1		
		S6.2.1.1 TCOFZ11	Tomas de corriente oficinas zona 11	
		Tensión (V)	Longitud (m)	Potencia kW
		400/230	10	9
		F. Potencia	0,9	

SUBCUADROS NIVEL 3					
CUADRO	REF. Cuadro	REF. Circuito	INSTALACIÓN RECEPTORA		
		S6.2.1.2 TCOFZ12	Tomas de corriente oficinas zona 12		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	20	9	0,9
		S6.2.1.3 CLOFZ11	Climatización oficinas zona 11		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	10	10	0,9
		S6.2.1.4 CLOFZ12	Climatización oficinas zona 12		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	20	10	0,9
Cuadro 3.4	S6.2.2 FZAOFZ2	Fuerza oficinas zona 2			
		S6.2.2.1 TCOFZ21	Tomas de corriente oficinas zona 21		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	30	9	0,9
		S6.2.2.2 TCOFZ22	Tomas de corriente oficinas zona 22		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400/230	40	9	0,9
		S6.2.2.3 CLOFZ21	Climatización oficinas zona 21		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	30	10	0,9
		S6.2.2.4 CLOFZ22	Climatización oficinas zona 22		
		<i>Tensión (V)</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Potencia kW</i>	<i>F. Potencia</i>
		400	40	10	0,9

Tabla 13. Subcuadros de Nivel 3

1.10.3.1.7. Demanda de potencia

Sumando la potencia demandada por los consumidores de cada línea de la industria se obtiene la siguiente demanda de potencia:

SALIDA	DENOMINACIÓN	POTENCIA INSTALADA kW
S1	Matadero y sala de despiece	125,8
S2	Curado jamones y paletas	411,6
S3	Curado lomos y chorizos	171,8
S4	Servicios generales nave	245,9
S5	Servicios generales centrales	176
S6	Oficinas	77,7
S7	Servicios y vestuarios	28,4
S8	Alimentación alumbrado emergencia	1,3
	TOTAL	1.238,5
	-Potencia instalada de alumbrado	13,3
	-Potencia instalada de fuerza	1.225,2

Tabla 14. Demanda de cada línea y total

1.10.3.2. Diseño del centro de transformación

Para el diseño del Centro de Transformación del abonado deberemos tener en cuenta todo lo expuesto en los apartados **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 1.10.2.

El Centro de transformación tendrá unas dimensiones de 15 x 5 m, con pasillos suficientes para poder realizar las maniobras propias de la explotación en condiciones óptimas de seguridad y con rejillas de ventilación que comunicarán el local con el exterior.

Formarán parte del Centro de Transformación el siguiente equipamiento principal:

- 4 cabinas de media tensión:
 - 1 entrada
 - 1 medida
 - 2 de protección de los transformadores.
- 2 transformadores de 800 kVA, secos encapsulados en resina epoxi, de una tensión 13,2 kV/400 V, con tomas de regulación de la tensión sin carga: $\pm 2.5\%$.
- 1 Cuadro General de Distribución de baja tensión compuesto por 2 paneles para ubicar los interruptores de las instalaciones del proceso productivo y las de servicios generales.
- Además, se instalarán una serie de cuadros secundarios como:
 - 2 cuadros de baterías de condensadores.
 - 1 batería de corriente continua para la alimentación de las protecciones y de la maniobra.
 - 1 cuadro para las instalaciones de Servicios Generales Centrales.
 - 1 cuadro para las instalaciones de Servicios Generales de Nave.
 - 1 cuadro para las necesidades del propio Centro de Transformación.
 - 1 cuadro de emergencia que recibe una doble alimentación, por un lado, del cuadro general de distribución y por otro del grupo electrógeno mediante un inversor.
 - 1 cuadro de oficinas
 - 1 cuadro de servicios y vestuarios

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

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

El proyecto se realizará con el **Software DMELECT Módulo CT** [19].

1.10.3.3. Diseño de la red eléctrica de alimentación

Para el diseño de la línea de media tensión se tendrá en cuenta todo lo expuesto en los apartados **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 1.10.2 en lo relativo a la red eléctrica de alimentación.

La línea de media tensión (alterna trifásica de 13,2 kV y 50 Hz). Partirá del punto de enganche de la compañía suministradora de energía y alimentará al Centro de Transformación del abonado a través de una celda de línea equipada con un seccionador de corte en carga.

La longitud de la línea es de 400 m y estará enterrada bajo tubo.

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

El diseño de la red de Media Tensión estará de acuerdo con la Reglamentación vigente y en las normas particulares fijadas por la empresa suministradora.

El proyecto de la línea de MT se realizará con el **Software DMELECT módulo Instalaciones Urbanización** [19].

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. RED DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

La red de distribución de baja tensión se ha calculado usando el *módulo CIEBT* (Cálculo de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión) del programa *DMELECT*, en su versión de 2017 [19].

Los cálculos detallados se encuentran en el Anexo I.

2.1.1. Fórmulas empleadas

2.1.1.1. *Intensidad de caída de tensión*

Para instalaciones monofásicas se usarán las 2 primeras fórmulas, mientras que para los sistemas trifásicos se usarán las 2 últimas.

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

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

$$I = \frac{P_c}{1,732 \cdot U \cdot \cos(\theta) \cdot R} \quad (3)$$

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

Donde:

- P_c : Potencia de cálculo (W)
- L : Longitud de cálculo (m)
- e : Caída de tensión (V)
- K : Conductividad del conductor
- I : Intensidad (I)
- U : Tensión de servicio (V)
- S : Sección del conductor (mm^2)
- $\cos(\theta)$: Factor de potencia
- R : Rendimiento, sólo en líneas de motor
- n : Número de conductores por fase
- X_U : Reactancia por unidad de longitud ($\frac{\text{m}\Omega}{\text{m}}$)

2.1.1.2. *Conductividad eléctrica*

Se usarán las siguientes ecuaciones:

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

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

$$T = T_o \left[(T_{\text{máx}} - T_o) \cdot \left(\frac{I}{I_{\text{máx}}} \right)^2 \right] \quad (7)$$

Donde:

- K : Conductividad del conductor a una determinada temperatura
- ρ : Resistividad del conductor a una determinada temperatura

- ρ_{20} : Resistividad del conductor a 20 °C
 - $Cu = 0,017241 \Omega mm^2/m$
 - $Al = 0,028264 \Omega mm^2/m$
- α : Coeficiente de temperatura del conductor
 - $Cu = 0,003929$
 - $Al = 0,004032$
- T : Temperatura del conductor (°C)
- T_o : Temperatura ambiente (°C)
 - Cables enterrados: 25°C
 - Cables al aire: 40°C
- $T_{m\acute{a}x}$: Temperatura máxima admisible de conductor en función del aislante (°C)
 - XLPE, EPR: 90°C
 - PVC: 70°C
- I : Intensidad prevista por el conductor (A)
- $I_{m\acute{a}x}$: 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 : Intensidad que circula por el conductor
- I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección
- I_z : Intensidad admisible del conductor
- I_2 : Intensidad que asegura el correcto funcionamiento del dispositivo de protección (para interruptores automáticos se suele tomar como $1,45 \cdot I_z$, en caso de fusibles, $1,6 \cdot I_z$)

2.1.1.4. Compensación de la energía reactiva

Se tienen las siguientes fórmulas:

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

$$Q_c = P \cdot [\tan(\theta_1) - \tan(\theta_2)] \quad (11)$$

- Para sistemas monofásicos o trifásicos conectados en estrella:

$$C = Q_c \cdot \frac{1000}{U^2 \cdot \omega} \quad (12)$$

- Para sistemas trifásicos conectados en triángulo:

$$C = Q_c \cdot \frac{1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega} \quad (13)$$

Donde:

- P : Potencia activa de la instalación (W)
- L : Potencia reactiva de la instalación (kVAr)
- e : Potencia reactiva que compensar (kVAr)
- θ_1 : Ángulo de desfase de la instalación sin compensar
- θ_2 : Ángulo de desfase de la instalación objetivo

- U : Tensión compuesta (V)
- $\omega: 2 \cdot \pi \cdot f ; f = 50 \text{ Hz}$
- C : Capacidad de los condensadores (C)

2.1.1.5. Cortocircuito

$$I_{PccI} = \frac{C_t \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_T} \quad (14)$$

Donde:

- I_{PccI} : Intensidad permanente de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
- C_T : Coeficiente de tensión
- U : Tensión monofásica (V)
- Z_T : Impedancia total aguas arriba del punto de cortocircuito, sin incluir la línea o circuito ($m\Omega$)

$$I_{PccF} = \frac{C_t \cdot U_F}{2 \cdot Z_T} \quad (15)$$

Donde:

- I_{PccF} : Intensidad permanente de cortocircuito al fin de la línea (kA)
- C_T : Coeficiente de tensión
- U : Tensión monofásica (V)
- Z_T : Impedancia total incluyendo la propia de la línea o circuito ($m\Omega$)

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \quad (16)$$

Donde:

- R_T : Suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito.
- X_T : Suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de cortocircuito.

$$R = \frac{1000 \cdot L \cdot C_R}{k \cdot S \cdot n} \quad (17)$$

$$X = \frac{X_u \cdot L}{n} \quad (18)$$

Donde:

- R : Resistencia de la línea ($m\Omega$)
- X : Reactancia de la línea ($m\Omega$)
- L : Longitud de la línea (m)
- C_R : Coeficiente de resistividad
- K : Conductividad del metal
- S : Sección de la línea (mm^2)
- X_u : Reactancia de la línea por unidad de longitud ($m\Omega/m$)
- n : Número de conductores por fase.

$$t_{mcicc} = \frac{C_C \cdot S^2}{I_{PccF}^2} \quad (19)$$

Donde:

- t_{mcicc} : Tiempo máximo que un conductor soporta una intensidad permanente de cortocircuito (s)
- C_C : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento
- S : Sección de la línea (mm^2)
- I_{PCCF} : Intensidad permanente de cortocircuito al fin de la línea (kA)

$$t_{ficc} = \frac{cte\ fusible}{I_{PCCF}^2} \quad (20)$$

Donde:

- t_{ficc} : Tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito (s)
- I_{PCCF} : Intensidad permanente de cortocircuito al fin de la línea (kA)

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{0,8 \cdot U_F}{2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{\left(\frac{1,5}{K \cdot S \cdot n}\right)^2 + \left(\frac{X_U}{1000 \cdot n}\right)^2}} \quad (21)$$

Donde:

- $L_{m\acute{a}x}$: Longitud máxima de conductor protegido a cortocircuito (m)
- U_F : Tensión de fase (V)
- K : Conductividad
- S : Sección del conductor (mm^2)
- X_U : Reactancia por unidad de longitud ($m\Omega/m$)
- n : Número de conductores por fase.
- C_T : Coeficiente de tensión
- C_R : Coeficiente de resistividad
- I_{F5} : Intensidad de fusión de fusible a los 5 segundos (A)

Curvas válidas para protección de Interruptores Automáticos dotados de relé electromagnético:

- Curva B: $I_{mag} = 5 \cdot I_n$
- Curva C: $I_{mag} = 10 \cdot I_n$
- Curva D y MA: $I_{mag} = 20 \cdot I_n$

2.1.1.6. Embarrado

Para el cálculo electrodinámico se emplea la siguiente expresión:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{I_{PCC}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot n \cdot W_y} \quad (22)$$

Donde:

- $\sigma_{m\acute{a}x}$: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm^2)
- I_{PCC} : Intensidad permanente de cortocircuito (kA)
- L : Separación entre apoyos (cm)
- d : Separación entre pletinas (cm)
- n : Número de pletinas por fase.
- W_y : Modulo resistente por pletina en el eje y-y (cm^3)

Para la comprobación de la sollicitación térmica en el cortocircuito:

$$I_{CCSS} = \frac{K_C \cdot S}{1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}} \quad (23)$$

- I_{CCSS} : Intensidad de cortocircuito soportada por el conductor durante el tiempo de duración del cortocircuito (kA)
- S : Sección total de las pletinas (mm^2)
- t_{cc} : Tiempo de duración del cortocircuito (s)
- K_C : Constante del conductor
 - $Cu = 164$
 - $Al = 107$

2.1.1.7. Resistencia de tierra

Para el caso de una placa enterrada:

$$R_T = 0,8 \cdot \frac{\rho}{P} \quad (24)$$

Donde:

- R_T : Resistencia de tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- P : Perímetro de la placa (m)

Para el caso de una pica vertical:

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

Donde:

- R_T : Resistencia de tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L : Longitud de la pica (m)

Para el caso de un conductor enterrado horizontalmente:

$$R_T = 2 \cdot \frac{\rho}{L} \quad (26)$$

Donde:

- R_T : Resistencia de tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L : Longitud del conductor (m)

Para el caso de una asociación en paralelo de varios electrodos:

$$R_T = \frac{1}{\frac{L_C}{2 \cdot \rho} + \frac{L_P}{\rho} + \frac{P}{0,8 \cdot \rho}} \quad (27)$$

Donde:

- R_T : Resistencia de tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- L_C : Longitud total del conductor (m)
- L_P : Longitud total de las picas (m)
- P : Perímetro de las placas (m)

2.1.2. Resultados obtenidos

Se muestran los resultados obtenidos de los cálculos de todas las líneas de la red de baja tensión. Los esquemas unifilares de todos los cuadros eléctricos se encuentran en los planos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25 de los anexos del proyecto.

2.1.2.1. Cuadro general de distribución

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
TRAFO 2	760000	6	3x600/300Cu	1154.73	1350	0.19	0.19	
TRAFO 1	760000	4	3x600/300Cu	1154.73	1350	0.13	0.13	
S8. EMERG	377187	13	2(4x150+TTx95)Cu	640.52	718	0.17	0.17	150x60
Batería	1238418	8	3(3x185+TTx95)Cu	1129.69	1227	0.1	0.29	400x100
Condensadores								
S1 MATAD	56280	130	3x25+TTx16Cu	101.54	115	3.88	4.08	400x100
S2 JAM	149520	40	3x95+TTx50Cu	269.77	271	0.86	1.06	400x100
S3 LMCH	67080	80	3x35+TTx16Cu	121.03	143	2.01	2.21	400x100
S4 SG NAVE	176526	15	4x120+TTx70Cu	283.11	314	0.29	0.49	400x100
S5 SG CENT	106560	12	4x70+TTx35Cu	192.26	223	0.24	0.43	400x100
S6 OFIC	71154	10	4x25+TTx16Cu	114.12	115	0.39	0.58	400x100
S7 SERVES	22976	13	4x6+TTx6Cu	36.85	49	0.64	0.83	400x100
S9 EME AL	2232	10	4x2.5+TTx2.5Cu	3.22	28	0.1	0.3	400x100
S10 EME FZA	290000	10	2(3x95+TTx50)Cu	523.24	542	0.21	0.4	400x100

Tabla 15. Resultados CGD

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pc} I (kA)	P de C (kA)	I _{pc} F (A)	t _{meicc} (sg)	Curva válida
TRAFO 2	6	3x600/300Cu	24.25	25	10260.44	69.93	1250;B
TRAFO 1	4	3x600/300Cu	24.25	25	10473.06	67.12	1250;B
S8. EMERG	13	2(4x150+TTx95)Cu	14.2	15	5986.47	51.35	800;B
Bateria	8	3(3x185+TTx95)Cu	46.14	50	20383.18	15.16	1250;C
Condensadores							
S1 MATAD	130	3x25+TTx16Cu	46.14	50	716.14	24.92	125;B
S2 JAM	40	3x95+TTx50Cu	46.14	50	7629.82	3.17	400;C
S3 LMCH	80	3x35+TTx16Cu	46.14	50	1610.52	9.66	125;C
S4 SG NAVE	15	4x120+TTx70Cu	46.14	50	15617.46	1.21	400;C
S5 SG CENT	12	4x70+TTx35Cu	46.14	50	13699.61	0.53	250;C
S6 OFIC	10	4x25+TTx16Cu	46.14	50	7946.28	0.2	125;C
S7 SERVES	13	4x6+TTx6Cu	46.14	50	1696.94	0.26	40;C
S9 EME AL	10	4x2.5+TTx2.5Cu	46.14	50	928.6	0.15	10;C
S10 EME FZA	10	2(3x95+TTx50)Cu	46.14	50	18912.84	2.06	630;C

Tabla 16. Resultados de cortocircuito del CGD

2.1.2.2. Subcuadro S1. Matadero y sala de despiece

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, al,Band.
S1.1 MUDES	8820	15	3x2.5+TTx2.5Cu	15.91	28	0.65	4.73	75x60
S1.2. ESCH	24840	20	3x10+TTx10Cu	44.82	68	0.62	4.7	75x60
S1.3 DESV	7770	25	3x2.5+TTx2.5Cu	14.02	28	0.94	5.02	75x60
S1.4 ORRET	26880	40	3x16+TTx16Cu	48.5	91	0.82	4.9	75x60
S1.5. DESP	4905	45	3x4+TTx4Cu	8.85	38	0.65	4.73	75x60

Tabla 17. Resultados subcuadro S1

2.1.2.3. Subcuadro S1.1. Muerte y desangrado

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.1. RESTR	4000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	7.22	24	0.57	5.3	20
S1.1.2 CATRA	3600	25	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.42	5.15	20
S.1.1.3 MUDES	5000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.36	5.09	20

Tabla 18. Resultado subcuadro S1.1.

2.1.2.4. Subcuadro S1.2. Escaldado y chamuscado

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.2.1. PELA	7450	25	3x2.5+TTx2.5Cu	13.44	24	0.92	5.62	20
S1.2.2 CCDES	10000	35	3x2.5+TTx2.5Cu	18.04	24	1.79	6.5	20
S.2.3 FREG1	4000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	7.22	24	0.47	5.17	20
S1.2.4. FREG2	4000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	7.22	24	0.47	5.17	20
S1.2.5 HORCH	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.09	4.79	20
S1.2.6 CATRA	3600	20	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.34	5.04	20

Tabla 19. Resultado subcuadro S1.2

2.1.2.5. Subcuadro S1.3. Desviscerado

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.3.1 SIEEL1	3750	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	24	0.18	5.2	20
S1.3.2. SIEEL2	3750	15	3x2.5+TTx2.5Cu	6.77	24	0.27	5.29	20
S1.3.3 CATRA	3600	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.17	5.19	20

Tabla 20. Resultado subcuadro S1.3

2.1.2.6. Subcuadro S1.4. Oreo y retención

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.4.1 CORRE	30000	20	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.48	5.37	32
S1.4.2 CATRA	3600	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.17	5.07	20

Tabla 21. Resultado subcuadro S1.4

2.1.2.7. Subcuadro S1.5. Sala de despiece

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S1.5.1 CISDE1	370	40	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.07	4.79	20
S1.5.2 CISDE2	370	45	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.08	4.8	20
S1.5.3 CISDE3	370	50	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.09	4.81	20
S1.5.4 CISDE4	370	55	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.09	4.82	20
S1.5.5 CISDE5	370	60	3x4+TTx4Cu	0.67	32	0.06	4.79	20
S1.5.6. CATRA	3600	10	3x2.5+TTx2.5Cu	6.5	24	0.17	4.9	20

Tabla 22. Resultado subcuadro S1.5

2.1.2.8. Subcuadro S2. Jamones

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S2.1 OBJAM	26362	10	3x10+TTx10Cu	47.56	68	0.33	1.39	75x60
S2.2 CLBOES	117600	30	3x70+TTx35Cu	212.18	223	0.68	1.74	75x60
S2.3 EXCON	10318	90	3x4+TTx4Cu	18.62	38	2.82	3.87	75x60
S2.4 DELON	12780	110	3x4+TTx4Cu	23.06	38	4.36	5.42	75x60

Tabla 23. resultado subcuadro S2

2.1.2.9. Subcuadro S2.1. Obrador jamones

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S2.1.1 CICLA	370	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.02	1.41	20
S2.1.2 CLASI	1400	15	3x2.5+TTx2.5Cu	2.53	24	0.1	1.49	20
S2.1.3 CTRA1	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	1.43	20
S2.1.4. CTRA2	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	1.43	20
S2.1.5 BATRA	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	1.43	20
S2.1.6 DESAN	3000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.35	1.74	20
S2.1.7 BONIT	2200	20	3x2.5+TTx2.5Cu	3.97	24	0.21	1.6	20
S2.1.8 MEROT	250	15	3x2.5+TTx2.5Cu	0.45	24	0.02	1.41	20
S2.1.9 SALAD	9000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	16.24	24	1.13	2.52	20
S2.1.10 SOPLA	5000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.72	2.11	20
S2.1.11 LAVAD	3500	35	3x2.5+TTx2.5Cu	6.31	24	0.58	1.97	20
S2.1.12 COPLA	330	40	3x2.5+TTx2.5Cu	0.6	24	0.06	1.45	20
S2.1.13 BASCU	3000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.42	1.81	20
S2.1.14 CLIOB	8500	40	3x2.5+TTx2.5Cu	15.34	24	1.7	3.09	20

Tabla 24. Resultado subcuadro S2.1

2.1.2.10. Subcuadro S2.2. Climatizaciones bodegas y estufaje

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S2.2.1 CLIMAT	12000	50	3x4+TTx4Cu	21.65	32	1.89	3.63	20
S2.2.2 BODE1	30000	30	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.71	2.45	32
S2.2.3 BODE 2	30000	45	3x16+TTx16Cu	54.13	77	1.07	2.81	32
S2.2.4 BODE3	30000	60	3x16+TTx16Cu	54.13	77	1.43	3.17	32
S2.2.5 ESTUF	45000	15	3x25+TTx16Cu	81.19	100	0.35	2.09	40

Tabla 25. Resultado subcuadro S2.2

2.1.2.11. Subcuadro S2.3. Expedición manteca y conformado

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S2.3.1 CONF JR	370	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.03	3.91	20
S2.3.2 CONF JP	370	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.67	24	0.02	3.89	20
S2.3.3 FREID1	2000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.23	4.11	20
S2.3.4 FREID2	2000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.28	4.15	20
S2.3.5 LAVPAL	5000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.95	4.83	20
S2.3.6 MUECAR	5000	45	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	1.07	4.95	20

Tabla 26. Resultado subcuadro S2.3

2.1.2.12. Subcuadro S2.4. Deshuesado y loncheado

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S2.6.1 LONCH	7000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	12.63	24	0.68	6.1	20
S2.6.2 CAMVAC	7200	25	3x2.5+TTx2.5Cu	12.99	24	0.88	6.3	20

Tabla 27. Resultados subcuadro S2.4

2.1.2.13. Subcuadro S3. Lomos y chorizos

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.1 OBLCH	44996	20	3x16+TTx16Cu	81.19	91	0.75	2.96	75x60
S3.2 LABAN	1000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	28	0.12	2.32	75x60
S3.3 CAMAC	20000	35	3x6+TTx6Cu	36.09	49	1.49	3.7	75x60
S3.4 ENV	14580	45	3x4+TTx4Cu	26.31	38	2.07	4.28	75x60
S3.5. STOK	7224	85	3x2.5+TTx2.5Cu	13.03	28	2.97	5.18	75x60

Tabla 28. Resultados subcuadro S3

2.1.2.14. Subcuadro S3.1. Obrador lomos y chorizos

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.1.1 BOMADO	9800	30	3x2.5+TTx2.5Cu	17.68	24	1.5	4.46	20
S3.1.2 EMBLOM	5000	25	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.6	3.55	20
S3.1.3 TEGRAL	500	20	3x2.5+TTx2.5Cu	0.9	24	0.05	3	20
S3.1.4 PICCAR	15000	30	3x4+TTx4Cu	27.06	32	1.48	4.43	20
S3.1. AMACAR	4480	20	3x2.5+TTx2.5Cu	8.08	24	0.43	3.38	20
S3.1.6 EMBCHO	8000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.59	3.55	20
S3.1.7 GRACHO	500	10	3x2.5+TTx2.5Cu	0.9	24	0.02	2.98	20
S3.1.8 BASCUL	3000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.14	3.1	20
S3.1.9 CLIOBR	18000	40	3x6+TTx6Cu	32.48	41	1.55	4.51	25

Tabla 29. Resultados subcuadro S3.1

2.1.2.15. Subcuadro S3.4. Envasado

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.4.1 CAMVAC	7200	15	3x2.5+TTx2.5Cu	12.99	24	0.53	4.81	20
S3.4.2 ENVGASI	8000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.4	4.68	20
S3.4.3 CERCAJ	1000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	1.8	24	0.05	4.33	20

Tabla 30. Resultados subcuadro S3.4

2.1.2.16. Subcuadro S3.5. Camara de stockaje

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S3.5.1 CAMSTO	5320	20	3x2.5+TTx2.5Cu	9.6	24	0.51	5.68	20
S23.5.2 MUECA	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.24	5.41	20

Tabla 31. Resultados subcuadro S3.5

2.1.2.17. Subcuadro S4. Servicios generales de nave

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist. Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Pa. rc. (%)	C.T.To tal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.1. ALNAV	14180	1	4x35+TTx16Cu	20.47	133	0	0.49	
S4.2. FZN	20000	1	4x35+TTx16Cu	36.09	133	0.01	0.49	
S4.3. TCN	18000	1	4x35+TTx16Cu	28.87	133	0.01	0.49	
S4.4. VENEXT	43200	1	4x35+TTx16Cu	77.94	133	0.02	0.5	

Tabla 32. Resultados subcuadro S4

2.1.2.18. Subcuadro S4.1. Alumbrado nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál. (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.1.1 ALGMC1	1166.4	135	4x2.5+TTx2.5Cu	1.68	24	0.58	1.08	20
S4.1.2 ALGMC2	1166.4	120	4x2.5+TTx2.5Cu	1.68	24	0.5	0.99	20
S4.1.3 ALGMC3	1166.4	135	4x2.5+TTx2.5Cu	1.68	24	0.58	1.08	20
S4.1.4 ALGJC1	1360.8	145	4x2.5+TTx2.5Cu	1.96	24	0.54	1.03	20
S4.1.5 ALGJC2	1360.8	130	4x2.5+TTx2.5Cu	1.96	24	0.45	0.94	20
S4.1.6 ALGJC3	1360.8	115	4x2.5+TTx2.5Cu	1.96	24	0.35	0.84	20
S4.1.7. ALGLC1	777.6	75	4x1.5+TTx1.5Cu	1.12	17.5	0.35	0.84	20
S4.1.8 ALGLC2	777.6	60	4x1.5+TTx1.5Cu	1.12	17.5	0.26	0.75	20
S4.1.9 ALGLC3	777.6	45	4x1.5+TTx1.5Cu	1.12	17.5	0.17	0.66	20
S4.1.10ALLCF	583.2	75	4x1.5+TTx1.5Cu	0.84	17.5	0.28	0.78	20
S4.1.11 ALLEL	486	58	4x1.5+TTx1.5Cu	0.7	17.5	0.2	0.7	20
S4.1.12 ALLDL	388.8	131	4x2.5+TTx2.5Cu	0.56	24	0.23	0.72	20
S4.1.13 ALEXC1	1404	260	4x4+TTx4Cu	2.03	32	0.57	1.06	25
S4.1.14 ALEXC2	1404	260	4x4+TTx4Cu	2.03	32	0.57	1.06	25

Tabla 33. Resultados subcuadro S4.1

2.1.2.19. Subcuadro S4.2. Fuerza nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál. (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.2.1 CAPRL1	50000	115	4x25+TTx16Cu	90.21	100	1.87	2.36	50
S4.2.2 CAPRL2	50000	115	4x25+TTx16Cu	90.21	100	1.87	2.36	50

Tabla 34. Resultados subcuadro S4.2

2.1.2.20. Subcuadro S4.3. Tomas de corriente nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál. (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S4.3.1 TCMT	30000	110	4x16+TTx16Cu	54.13	77	2.08	2.57	40
S4.3.2 TCJM	30000	115	4x16+TTx16Cu	54.13	77	1.66	2.16	40
S4.3.3 TCLCH	30000	61	4x16+TTx16Cu	54.13	77	1.02	1.52	40

Tabla 35. Resultados subcuadro S4.3

2.1.2.21. Subcuadro S4.4. Ventilación y extracción nave

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S4.3.1 VZMT	12000	95	3x4+TTx4Cu	21.65	32	3.59	4.09	20
S4.3.2 VEZJZ1	12000	55	3x4+TTx4Cu	21.65	32	2.08	2.58	20
S4.3.3 VEZJZ2	12000	105	3x4+TTx4Cu	21.65	32	3.97	4.47	20
S4.3.4 VEZLC	12000	45	3x4+TTx4Cu	21.65	32	1.7	2.2	20

Tabla 36. Resultados subcuadro S4.4

2.1.2.22. Subcuadro S5. Servicios generales centrales

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S5.1 CT	6816	6	4x16+TTx16Cu	11.57	85	0.03	0.46	
S5.2 CIF	3708	10	4x2.5+TTx2.5Cu	6.3	28	0.17	0.61	75x60
S5.3. GE	3708	15	4x2.5+TTx2.5Cu	5.95	28	0.26	0.7	75x60
S5.4 CAC	48216	30	4x16+TTx16Cu	86.99	91	1.23	1.66	75x60
S5.5 CBA	9708	40	4x2.5+TTx2.5Cu	17.52	28	1.93	2.37	75x60
S5.6 TMYR	16464	45	4x6+TTx6Cu	29.71	49	1.53	1.97	75x60
S5.7. ZCB	16432	50	4x6+TTx6Cu	29.65	49	1.7	2.13	75x60
S5.8. CEANI	6552	150	4x4+TTx4Cu	10.51	32	2.91	3.35	25

Tabla 37. Resultados subcuadro S5

2.1.2.23. Subcuadro S5.1. Centro de transformación

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S5.1.1 ALCT	360	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.04	0.51	20
S5.1.2 TCCT	6000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.43	0.9	20
S5.1.3 VENCT	3000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	5.41	24	0.14	0.61	20
S5.1.4 BTESCT	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.61	24	0.09	0.56	20

Tabla 38. Resultados subcuadro S5.1

2.1.2.24. Subcuadro S5.2 Cuarto instalación fotovoltaica

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S5.2.1 ALCIF	180	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.01	0.62	20
S5.2.2 TCCIF	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	0.9	20

Tabla 39. Resultados subcuadro S5.2

2.1.2.25. Subcuadro S5.3. Grupo electrogeno

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo,Canal, Band.
S5.3.1 ALGE	180	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.01	0.71	20
S5.3.2 TCGE	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	0.98	20

Tabla 40. Resultados subcuadro S5.3

2.1.2.26. Subcuadro S5.4. Central de aire comprimido

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.4.1 CUCOM1	30000	10	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.24	1.9	32
S5.4.2 CUAF1	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.24	1.9	20
S5.4.3 CUSA1	2000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.09	1.75	20
S5.4.4 CUCOM2	30000	15	3x16+TTx16Cu	54.13	77	0.36	2.02	32
S5.4.5 CUAF2	5000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.36	2.02	20
S5.4.6 CUSA2	2000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.14	1.8	20
S5.4.7 ALACOM	360	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.06	1.72	20
S5.4.8 TCACOM	6000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.57	2.23	20

Tabla 41. Resultados subcuadro S5.4

2.1.2.27. Subcuadro S5.5. Central de bombeo de agua

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.5.1 B1AGU	5000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.24	2.61	20
S5.5.2 B2AGU	5000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	24	0.36	2.73	20
S5.5.3 ALBAG	180	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.01	2.38	20
S5.5.4 TCBAG	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	2.66	20

Tabla 42. Resultados subcuadro S5.5

2.1.2.28. Subcuadro S5.6. Taller de mantenimiento y almacén de recambios

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.6.1 ALTM	1080	15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.56	17.5	0.13	2.09	20
S5.6.2 FZATM	20000	15	4x6+TTx6Cu	32.08	41	0.65	2.61	25
S5.6.3 ALAR	360	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.06	2.02	20
S5.6.4 TCAR	6000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.57	2.54	20

Tabla 43. Resultados subcuadro S5.6

2.1.2.29. Subcuadro S5.7. Zona de carga de baterías

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.7.1 ALCB	540	20	4x1.5+TTx1.5Cu	0.78	17.5	0.08	2.22	20
S5.7.2 FZACB	20000	20	3x6+TTx6Cu	32.08	41	0.86	2.99	25

Tabla 44. Resultados subcuadro S5.7

2.1.2.30. Subcuadro S5.8. Control de entrada de animales

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S5.8.1 ALCEAN	360	15	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.04	3.39	20
S5.8.2 FZACEA	9000	15	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.67	4.02	20

Tabla 45. Resultados subcuadro S5.8

2.1.2.31. Subcuadro S6. Oficinas

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S6.1 ALOFI	3060	100	4x2.5+TTx2.5Cu	4.42	28	1.43	2.01	75x60
S6.2 FZAOFI	53200	100	4x25+TTx16Cu	85.32	115	2.72	3.31	75x60

Tabla 46. Resultados subcuadro S6

2.1.2.32. Subcuadro S6.1. Alumbrado oficinas

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S6.1.1 ALOFZ1	1620	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2.34	24	0.08	2.09	20
S6.1.2 ALOFZ2	1440	10	4x1.5+TTx1.5Cu	2.08	17.5	0.11	2.12	20

Tabla 47. Resultados subcuadro S6.1

2.1.2.33. Subcuadro S6.1.1. Alumbrado oficinas zona 1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S6.1.1.1 ALOFZ11	720	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.04	24	0.03	2.12	20
S6.1.1.2 ALOFZ12	720	20	4x1.5+TTx1.5Cu	1.04	17.5	0.11	2.2	20
S6.1.1.3 ALSEOF	180	30	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.04	2.13	20

Tabla 48. Resultados subcuadro S6.1.1

2.1.2.34. Subcuadro S6.1.2. Alumbrado oficinas zona 2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S6.1.2.1 ALOF21	720	30	4x1.5+TTx1.5Cu	1.04	17.5	0.17	2.29	20
S6.1.2.2 ALOF22	720	40	4x1.5+TTx1.5Cu	1.04	17.5	0.22	2.35	20

Tabla 49. Resultados subcuadro S6.1.2

2.1.2.35. Subcuadro S6.2. Fuerza oficinas

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S6.2.1 FZAOFZ1	26600	10	4x10+TTx10Cu	42.66	57	0.34	3.65	32
S6.2.2 FZAOFZ2	26600	10	4x16+TTx16Cu	42.66	77	0.2	3.51	40

Tabla 50. Resultados subcuadro S6.2

2.1.2.36. Subcuadro S6.2.1. Fuerza oficinas zona 1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S6.2.1.1 TCOFZ11	9000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.45	4.09	20
S6.2.1.2 TCFZ12	9000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	0.89	4.54	20
S6.2.1.3 CLOFZ11	10000	10	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	0.5	4.15	20
S6.2.1.4 CLOFZ12	10000	20	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	1.01	4.65	20

Tabla 51. Resultados subcuadro S6.2.1

2.1.2.37. Subcuadro S6.2.2 Fuerza oficinas zona 2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S62.2.1 TCOFZ21	9000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	1.34	4.85	20
S62.2.2 TCOFZ22	9000	40	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	24	1.78	5.29	20
S62.2.3 CLOFZ21	10000	30	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	1.51	5.02	20
S62.2.4 CLOFZ22	10000	40	3x2.5+TTx2.5Cu	16.04	24	2.01	5.52	20

Tabla 52. Resultados subcuadro S6.2.2

2.1.2.38. Subcuadro S7. Servicios y vestuarios

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S7.1 SEVEZ1	12924	80	4x4+TTx4Cu	20.73	38	3.17	4	75x60
S7.2 SEVEZ2	12924	60	4x4+TTx4Cu	20.73	38	2.38	3.21	75x60

Tabla 53. Resultados subcuadro S7

2.1.2.39. Subcuadro S7.1. Servicios y vestuarios zona 1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S7.1.1 ALSVZ1	360	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.03	4.03	20
S7.1.2 TCSVZ1	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	4.29	20
S7.1.3 LBSVZ1	2000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.14	4.14	20
S7.1.4 LRSVZ1	6000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	10.83	24	0.43	4.43	20

Tabla 54. Resultados subcuadro S7.1

2.1.2.40. Subcuadro S7.2. Servicios y vestuarios zona 2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S7.2.1 ALSVZ2	360	10	4x1.5+TTx1.5Cu	0.52	17.5	0.03	3.24	20
S7.2.2 TCSVZ2	6000	10	4x2.5+TTx2.5Cu	9.62	24	0.29	3.49	20
S7.2.3 LBSVZ2	2000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	3.21	24	0.14	3.35	20
S7.2.4 LRSVZ2	6000	15	3x2.5+TTx2.5Cu	10.83	24	0.43	3.64	20

Tabla 55. Resultados subcuadro S7.2

2.1.2.41. Subcuadro S9. Alumbrado de emergencia

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S9.1 VIGMD	198	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.29	24	0.1	0.4	20
S9.2 VIGJP	198	95	4x1.5+TTx1.5Cu	0.29	17.5	0.15	0.44	20
S9.3 VIGLCH	198	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.29	17.5	0.12	0.42	20
S9.4 VIGSG	198	110	4x2.5+TTx2.5Cu	0.29	24	0.1	0.4	20
S9.5EVAMD	180	90	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.13	0.42	20
S9.6 EVAJP	180	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.11	0.41	20
S9.7 EVALC	180	70	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.1	0.4	20
S9.8 EVASG	180	100	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.14	0.44	20
S9.9 ANTMD	180	90	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.13	0.42	20
S9.10 ANTJP	180	80	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.11	0.41	20
S9.11 ANTLC	180	70	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.1	0.4	20
S9.12 ANTSG	180	100	4x1.5+TTx1.5Cu	0.26	17.5	0.14	0.44	20

Tabla 56. Resultados subcuadro S9

2.1.2.42. Subcuadro S10. Fuerza emergencia

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.P arc. (%)	C.T.To tal (%)	Dimensiones (mm) Tubo, Canal, Band.
S10.1 CREFM	32000	60	3x10+TTx10Cu	57.74	68	2.52	2.93	400x100
S10.2 SAJAM	63000	30	3x25+TTx16Cu	113.67	115	1.04	1.44	400x100
S10.3 SECZJ	121500	60	3x70+TTx35Cu	219.22	223	1.42	1.82	400x100
S10.4 SECLC	54000	80	3x25+TTx16Cu	97.43	115	2.27	2.67	400x100

Tabla 57. Resultados subcuadro S10

2.1.2.43. Subcuadro S10.3. Secadero zona de jamones

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál. (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S10.3.1 SECD1	45000	10	3x25+TTx16Cu	81.19	100	0.23	2.06	40
S10.3.2 SECD2	45000	25	3x25+TTx16Cu	81.19	100	0.59	2.41	40
S10.3.3 SECD3	45000	40	3x25+TTx16Cu	81.19	100	0.94	2.76	40

Tabla 58. Resultados subcuadro S10.3

2.1.2.44. Subcuadro S10.4. Secaderos zonas de lomos y chorizos

Denominación	P.Cál. (W)	Dist. Cál. (m)	Sección (mm ²)	I.Cál. (A)	I.Admi. (A)	C.T.P. (%)	C.T.T (%)	Dim (mm) Tubo, Canal, Band.
S10.4.1 SECF1	20000	10	3x6+TTx6Cu	36.09	41	0.44	3.11	25
S10.4.2 SECF2	20000	20	3x6+TTx6Cu	36.09	41	0.88	3.56	25
S10.4.3 SECF3	20000	30	3x6+TTx6Cu	36.09	41	1.33	4	25

Tabla 59. Resultados subcuadro S10.4

2.2. CÁLCULO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación se ha calculado usando el *módulo CT de cálculo de centros de transformación de interior y de tipo intemperie* del programa DMELECT, en su versión de 2017 [19].

2.2.1. Intensidad en alta tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{1,732 \cdot U_p} \quad (28)$$

Donde:

- I_p : Intensidad primaria (A)
- S : Potencia del transformador (kVA)
- U_p : Tensión compuesta primaria (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
Trafo 1	800	13.2	34.99
Trafo 2	800	13.2	34.99

Tabla 60. Características principales de los transformadores en el primario

2.2.2. Intensidad en baja tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario viene dada por la expresión:

$$I_S = \frac{1000 \cdot S}{1,732 \cdot U_P} \quad (29)$$

Donde:

- I_S : Intensidad secundaria (A)
- S : Potencia del transformador (kVA)
- U_S : Tensión compuesta secundaria (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Is (A)
Trafo 1	800	400	1154.73
Trafo 2	800	400	1154.73

Tabla 61. Características principales de los transformadores en el secundario

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 la intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{1,732 \cdot U_P} \quad (30)$$

Donde:

- I_{CCP} : Intensidad de cortocircuito primaria (kA)
- S_{CC} : Potencia de cortocircuito de la red (kVA)
- U_P : Tensión compuesta primaria (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
350	13.2	15.31

Tabla 62. Características de cortocircuito del primario

Para el cálculo de la Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión) utilizaremos la siguiente expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot S}{1,732 \cdot U_{CC}(\%) \cdot U_S} \quad (31)$$

Donde:

- I_{CCS} : Intensidad de cortocircuito secundaria (kA)
- S : Potencia del transformador (kVA)
- U_{CC} : Tensión de cortocircuito del transformador (%)
- U_S : Tensión compuesta en carga en el secundario (kV)

Se obtienen los siguientes datos:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
Trafo 1	800	400	5	23.09
Trafo 2	800	400	5	23.09

Tabla 63. Características de cortocircuito del secundario

2.2.4. Embarrado

Las características del embarrado son:

- Intensidad asignada: 630 A.
- Límite térmico, 1 s: 16 kA eficaces.
- Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto, dicho 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 SchneSF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

2.2.4.2. Comprobación por solicitud electrodinámica

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{m\acute{a}x} \geq \frac{I_{CCP}^2 \cdot L^2}{60 \cdot d \cdot W} \quad (32)$$

Donde:

- $\sigma_{m\acute{a}x}$: Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2.800 kg/cm^2
- I_{CCP} : Intensidad permanente de cortocircuito trifásico (kA)
- L : Separación longitudinal entre apoyos (m)
- d : Separación entre fases (cm)
- W : Módulo resistente de los conductores (cm^3)

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SchneSF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

2.2.4.3. Comprobación por solicitud térmica a cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\frac{\Delta T}{t}} \quad (33)$$

Donde:

- I_{th} : Intensidad eficaz (A)
- α : Para el cobre tiene un valor de 13.
- S : Sección del embarrado (mm^2)
- ΔT : Incremento máximo de la temperatura. Para el cobre tiene un valor de $150 \text{ }^\circ\text{C}$.

- t : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Puesto que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que $I_{th} \geq 16kA$ durante 1 segundo.

2.2.5. Protecciones

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. 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 AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando 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 así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

2.2.5.2. Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles 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.

Para el transformador 1, cuya potencia es de 800kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el transformador 2, cuya potencia es de 800kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

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:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h} \cdot \Delta T^3} \quad (34)$$

Donde:

- S_r : Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador (m^2)
- W_{cu} : Perdidas en el cobre del transformador (kW)
- W_{fe} : Perdidas en el hierro del transformador (kW)
- k : Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.
- h : Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, 1.6 m.
- ΔT : Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15 °C.

Transformador	Potencia (kVA)	Perdidas $W_{cu}+W_{fe}$ (kW)	S_r (m^2)
Trafo 1	800	12	1.36
Trafo 2	800	12	1.36

Tabla 64. Ventilación mínima del centro de transformación

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 la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de $300 \Omega m$.

2.2.8.2. Corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente a la 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 a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Cuando se produce un defecto, éste es 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).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

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

- Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{d\max}$: 300 A
- Tiempo máximo de eliminación del defecto: 0,7 segundos.

2.2.8.3. Diseño de la instalación de tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

En lo referente 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.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm^2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado 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

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de alimentación: 13.200 V
- Puesta a tierra del neutro: Rígidamente unida a tierra
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión: 10.000 V
- Características del terreno: $\rho_{\text{terreno}} = 300 \Omega m$; $\rho_{\text{hormigón}} = 3000 \Omega m$

Para el caso de la tierra de protección, para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d, UE), se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$R_t = K_r \cdot \rho \quad (35)$$

$$I_d = I_{d,m\acute{a}x} \quad (36)$$

$$UE = R_t \cdot I_d \quad (37)$$

El electrodo adecuado tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82
- Geometría: Anillo
- Dimensiones : 8 x 4 m
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 m

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia: $K_r = 0,065 \frac{\Omega m}{m}$
- De la tensión de paso: $K_p = 0,0134 \frac{V}{(\Omega m) \cdot A}$
- De la tensión de contacto exterior: $K_c = 0,0284 \frac{V}{(\Omega m) \cdot A}$

Con estos parámetros se obtienen los siguientes valores:

$$R_t = 19,5 \Omega$$

$$I_d = 300 A$$

$$UE = 5850 V$$

Para el caso de la tierra de servicio, el electrodo tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/42
- Geometría: Picas en hilera
- Profundidad del electrodo: 0,5 m
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 2 m
- Separación entre picas: 3 m

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia: $K_r = 0,104 \frac{\Omega m}{m}$

Se obtiene el siguiente valor:

$$R_{t,NEUTRO} = 31,2 \Omega$$

2.2.8.5. Tensiones en el exterior de la instalación

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

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

$$U'_P = K_P \cdot \rho \cdot I_d \quad (38)$$

Sustituyendo valores se obtiene un valor de la tensión de paso exterior de:

$$U'_P = 1.206 V$$

2.2.8.6. Tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

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

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

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

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

$$U'_P(acc) = K_C \cdot \rho \cdot I_d \quad (39)$$

$$U'_P(acc) = 2556 V$$

2.2.8.7. Tensiones aplicadas

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

$$U_P = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_S}{1000} \right] \quad (40)$$

$$U_P(acc) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_S + 3 \cdot \rho_H}{1000} \right] \quad (41)$$

$$C_S = 1 - 0,106 \cdot \left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right] \quad (42)$$

$$t = t' + t'' \quad (43)$$

Donde:

- U_P : Tensión de paso admisible en el exterior (V)
- $U_P(acc)$: Tensión en el acceso admisible (V)
- U_{ca} : Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1) (V)
- R_{ac} : Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc. (Ω)
- C_S : Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo
- h_s : Espesor de la capa superficial del terreno (m)
- ρ : Resistividad natural del terreno (Ωm)
- ρ_s : Resistividad superficial del terreno (Ωm)
- ρ_H : Resistividad del hormigón (3000 Ωm)
- t : Tiempo de duración de la falla (s)
- t' : Tiempo de desconexión inicial (s)

- t'' : Tiempo de la segunda desconexión (s)

Según el punto 2.2.8.2, el tiempo de duración de la falta es 0,7 segundos, por lo tanto:

$$t = t' = 0,7 \text{ segundos}$$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores se obtienen los siguientes resultados:

$$U_p = 11.233,6 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acc}) = 24.614,8 \text{ V}$$

$$C_s = 2$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 1206 \text{ V}$	\leq	$U_p = 11233.6 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_p(\text{acc}) = 2556 \text{ V}$	\leq	$U_p(\text{acc}) = 24614.8 \text{ V}$

Tabla 65. Resultado de tensiones

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 5850 \text{ V}$	\leq	$U_{bt} = 10000 \text{ V}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A}$	$>$	

Tabla 66. Resultado de tensiones e intensidades de defecto

2.2.8.8. Tensiones transferibles al exterior.

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

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

$$Dn - p \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} \quad (44)$$

Donde:

- ρ : Resistividad natural del terreno (Ωm)
- I_d : Intensidad de defecto (A)

Sustituyendo se obtiene:

$$Dn - p \geq 14,32 \text{ m} \quad (45)$$

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

2.3. CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

La red de distribución de media tensión se ha calculado usando el apartado *Red AT* del módulo *Instalaciones Urbanización* del programa *DMELECT*, en su versión de 2017 [19].

2.3.1. Formulas empleadas

Para el cálculo de la intensidad y la caída de tensión se emplearán las siguientes expresiones:

$$I = \frac{1000 \cdot S}{1,732 \cdot U} \quad (46)$$

Donde:

- I : Intensidad (A)
- S : Potencia de cálculo (kVA)
- U : Tensión de servicio (V)

$$e = 1,732 \cdot I \cdot \left[\left(\frac{L \cdot \cos(\theta)}{k \cdot s \cdot n} \right) + \left(\frac{X_u \cdot L \cdot \sin(\theta)}{1.00 \cdot n} \right) \right] \quad (47)$$

- e : Caída de tensión (V)
- L : Longitud de cálculo (m)
- k : Conductividad a 20 °C
- s : Sección del conductor (mm^2)
- n : Número de conductores por fase.
- X_u : Reactancia por unidad de longitud ($m\Omega/m$)

Para los cálculos de cortocircuito:

$$I_{pccM} = \frac{1000 \cdot S_{cc}}{1,732 \cdot U} \quad (48)$$

Donde:

- I_{pccM} : Intensidad permanente de cortocircuito máxima de la red (A)
- S_{cc} : Potencia de cortocircuito (MVA)
- U : Tensión nominal (V)

$$I_{ccS} = \frac{K_c \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (49)$$

Donde:

- I_{ccS} : Intensidad de cortocircuito soportada por el conductor durante un tiempo t_{cc} (A)
- K_c : Constante del conductor que depende de su naturaleza y su aislamiento
- S : Sección del conductor (mm^2)
- t_{cc} : Tiempo máximo de duración del cortocircuito (s)

2.3.2. Características generales de la red

Las características generales de la red de media tensión son las siguientes:

- Nudo de origen: Punto de enganche de la compañía
- Nudo de destino: Centro de transformación de la planta
- Longitud de la línea: 400 m
- Tensión: 13.200 V
- Caída de Tensión máxima: 5%
- Factor de potencia: 0,8
- Coeficiente de simultaneidad: 1
- Temperatura de cálculo de conductividad eléctrica:
 - Conductores aislados: 20 °C
 - Conductores desnudos: 50 °C
- Constante de cortocircuito K_c :

Constante de aislamiento	Cobre	Aluminio	Aluminio-Acero
PVC, Sección ≤ 300 mm	115	76	
PVC, Sección > 300 mm	102	68	
XLPE	143	94	
EPR	143	94	
HEPR, U₀/U ≤ 18/30	135	89	
HEPR, U₀/U > 18/30	143	94	
Desnudos	164	107	135

Tabla 67. Constantes de cortocircuito para cada tipo de conductor

2.3.3. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos para la red de media tensión son los siguientes:

Línea	N Orig.	N Dest.	L(m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Canal.	Desig.	Polar	I. Cálcul (A)	Secció (mm ²)	D.tub (mm)	I. Admisi (A)/Fci
Línea MT	Red AT	CT	400	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 12/20 H16	Unip.	69,98	3x95	150	190/1

Tabla 68. Resultados línea de media tensión

Los resultados acerca de las caídas de tensión son:

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
Red AT	0	13.200	0	69,984 A(1.600 kVA)
CT	-16,029	13.183,971	0,121	-69,984 A(-1.600 KVA)

Tabla 69. Resultados de caída de tensión

Los resultados acerca de las pérdidas de potencia activa son:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa (kW)
Línea MT	Red AT	CT	1,768

Tabla 70. Perdidas red de media tensión

Los resultados acerca de las protecciones de la línea son:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	U _n (kV)	U ₁ (kV)	U ₂ (kV)	I _{Aut} ;I _n /I _{Reg} (Amp)
Línea MT	Red AT	CT	17,5	95	38	400/130

Tabla 71. Protecciones de la red de media tensión

Donde:

- U_n : Tensión más elevada de la red.
- U_1 : Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. (Tensión de cresta).
- U_2 : Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. (Tensión eficaz)

Los resultados acerca de los cálculos de cortocircuito son los siguientes:

- S_{cc} : 350 MVA
- U : 13 kV
- t_{cc} : 0,5 segundos
- I_{pccM} : 10.934,99 A

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm ²)	I _{ccs} (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
Línea MT	Red AT	CT	3x95	12.628,93	400	12,5

Tabla 72. Resultados de cortocircuito de la red de media tensión

Los datos generales del cortocircuito en pantalla son los siguientes:

- I_{pcc} en la pantalla = 1.000A
- Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1s

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Sección pantalla = 16 mm²
- I_{cc} admisible en pantalla = 3.130 A

3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

3.1. RED DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION

3.1.1. Cables

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.01.01	m Cable eléctrico 1X1.5mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	7.265,00	1,12	8.136,80€
01.01.02	m Cable eléctrico 1X2.5mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	13.040,00	1,49	19.429,60€
01.01.03	m Cable eléctrico 1X4mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	5.540,00	1,84	10.193,60€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.01.04	m Cable eléctrico 1X6mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego claseCca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) ycubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		698,00	3,33	2.324,34€
01.01.05	m Cable eléctrico 1X10mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego claseCca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) ycubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		140,00	4,26	596,40€
01.01.06	m Cable eléctrico 1X16mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego claseCca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) ycubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		3.074,00	5,94	18.259,56€
01.01.07	m Cable eléctrico 1X25mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego claseCca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) ycubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		1.190,00	7,92	9.424,80€
01.01.08	m Cable eléctrico 1X35mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego claseCca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) ycubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		106,00	10,69	1.133,14€
01.01.09	m Cable eléctrico 1X50mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego claseCca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) ycubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		60,00	13,90	834,00€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.01.10	m Cable eléctrico 1X70mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	63,00	19,62	1.236,06€
01.01.11	m Cable eléctrico 1X95mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	50,00	24,38	1.219,00€
01.01.12	m Cable eléctrico 1X120mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	60,00	31,16	1.869,60€
01.01.13	m Cable eléctrico 1X150mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	104,00	37,17	3.865,68€
01.01.14	m Cable eléctrico 3X2.5mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	150,00	2,69	403,50€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.01.15	m Cable eléctrico 3X4mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		290,00	3,70	1.073,00€
01.01.16	m Cable eléctrico 3X6mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		35,00	6,12	214,20€
01.01.17	m Cable eléctrico 3X10mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		90,00	8,96	806,40€
01.01.18	m Cable eléctrico 3X16mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		60,00	13,29	797,40€
01.01.19	m Cable eléctrico 3X25mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		240,00	19,35	4.644,00€
01.01.20	m Cable eléctrico 3X35mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.			
		80,00	51,64	4.131,20€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.01.21	m Cable eléctrico 3X70mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	90,00	103,28	9.295,20€
01.01.22	m Cable eléctrico 3X95mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	60,00	140,16	8.409,60€
01.01.23	m Cable eléctrico 3X185mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tripolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	24,00	272,95	6.550,80€
01.01.24	m Cable eléctrico 4X2.5mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tetrapolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	175,00	3,29	575,75€
01.01.25	m Cable eléctrico 4X4mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tetrapolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	140,00	7,33	1.026,20€

<u>CÓDIGO</u>	<u>RESUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
01.01.26	m Cable eléctrico 4X6mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tetrapolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	108,00	7,43	802,44€
01.01.27	m Cable eléctrico 4X16mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tetrapolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	30,00	16,55	496,50€
01.01.28	m Cable eléctrico 4X25mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tetrapolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	110,00	24,45	2.689,50€
01.01.29	m Cable eléctrico 4X35mm² de 0,6/1 kV de tensión nominal. Cable tetrapolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K), con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	3,00	33,76	101,28€
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 CABLES				120.539,55€

3.1.2. Tubos

<u>CÓDIGO</u>	<u>RESUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
01.02.01	m Canalización de tubo rígido de PVC de 20mm de diámetro Canalización de tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547. Instalación fija en superficie.	4.729,00	3,62	17.118,98€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.02	m Canalización de tubo rígido de PVC de 25mm de diámetro Canalización de tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547. Instalación fija en superficie.	805,00	4,47	3.598,35€
01.02.03	m Canalización de tubo rígido de PVC de 32mm de diámetro Canalización de tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547. Instalación fija en superficie.	190,00	5,26	999,40€
01.02.04	m Canalización de tubo rígido de PVC de 40mm de diámetro Canalización de tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547. Instalación fija en superficie.	386,00	6,89	2.659,54€
01.02.05	m Canalización de tubo rígido de PVC de 50mm de diámetro Canalización de tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547. Instalación fija en superficie.	230,00	8,75	2.012,50€
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 TUBOS				26.388,77€

3.1.3. Bandejas

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.01	m Bandeja perforada de PVC de 60x75 mm Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035.	420,00	28,40	11.928,00€
01.03.02	m Bandeja perforada de PVC de 60x150 mm Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035.	13,00	34,11	443,43€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.03	m Bandeja perforada de PVC de 100x400 mm Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento, con soporte horizontal, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7035.			
		130,00	96,29	12.517,70€

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 BANDEJAS 24.889,13€

3.1.4. Interruptores automáticos

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.01	u Interruptor automático magnetotérmico, tetrápolar, 10A. Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrápolar (4P), intensidad nominal 10 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-4-10C10 "CHINT ELECTRICS".			
		46,00	118,93	5.470,78€
01.04.02	u Interruptor automático magnetotérmico, tetrápolar, 16A. Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrápolar (4P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-4-16C10 "CHINT ELECTRICS".			
		17,00	128,93	2.191,81€
01.04.03	u Interruptor automático magnetotérmico, tripolar, 16A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-16C10 "CHINT ELECTRICS".			
		67,00	90,88	6.088,96€
01.04.04	u Interruptor automático magnetotérmico, tetrápolar, 20A. Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrápolar (4P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-4-20C10 "CHINT ELECTRICS".			
		1,00	132,24	132,24€
01.04.05	u Interruptor automático magnetotérmico, tripolar, 20A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-20C10 "CHINT ELECTRICS".			
		8,00	101,86	814,88€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.06	u Interruptor automático magnetotérmico, tretrapolar, 25A. Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-4-25C10 "CHINT ELECTRICS".	3,00	138,90	416,70€
01.04.07	u Interruptor automático magnetotérmico, tripolar, 25A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 25 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-25C10 "CHINT ELECTRICS".	6,00	110,45	662,70€
01.04.08	u Interruptor automático magnetotérmico, tripolar, 32A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-32C10 "CHINT ELECTRICS".	2,00	112,30	224,60€
01.04.09	u Interruptor automático magnetotérmico, tretrapolar, 40A. Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-4-40C10 "CHINT ELECTRICS".	4,00	153,20	612,80€
01.04.10	u Interruptor automático magnetotérmico, tripolar, 40A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 40 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-40C10 "CHINT ELECTRICS".	6,00	116,69	700,14€
01.04.11	u Interruptor automático magnetotérmico, tretrapolar, 50A. Interruptor automático magnetotérmico, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-4-50C10 "CHINT ELECTRICS".	2,00	234,04	468,08€
01.04.12	u Interruptor automático magnetotérmico, tripolar, 50A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 50 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-50C10 "CHINT ELECTRICS".	2,00	169,73	339,46€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.13	u Interruptor automático magnetotérmico, tretrapolar, 63A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-63C10 "CHINT ELECTRICS".	4,00	258,57	1.034,28€
01.04.14	u Interruptor automático magnetotérmico, tripolar, 63A. Interruptor automático magnetotérmico, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 63 A, poder de corte 10 kA, curva C, modelo NB1-3-50C10 "CHINT ELECTRICS".	8,00	187,53	1.500,24€
01.04.15	u Interruptor automático, tetrapolar, 80A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	1,00	472,48	472,48€
01.04.16	u Interruptor automático, tetrapolar, 100A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	5,00	537,12	2.685,60€
01.04.17	u Interruptor automático, tripolar, 100A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 100 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	6,00	378,45	2.270,70€
01.04.18	u Interruptor automático, tetrapolar, 125A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	1,00	560,80	560,80€
01.04.19	u Interruptor automático, tripolar, 125A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 125 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	3,00	434,34	1.303,02€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.20	u Interruptor automático, tetrapolar, 250A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	1,00	1.388,12	1.388,12€
01.04.21	u Interruptor automático, tripolar, 250A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	2,00	1.093,30	2.186,60€
01.04.22	u Interruptor automático, tetrapolar, 400A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 400 A, poder de corte 70 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	1,00	2.621,99	2.621,99€
01.04.23	u Interruptor automático, tripolar, 400A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 400 A, poder de corte 70 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	1,00	2.001,96	2.001,96€
01.04.24	u Interruptor automático, tripolar, 630A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 630 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	1,00	2.683,70	2.683,70€
01.04.25	u Interruptor automático, tetrapolar, 800A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 800 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	1,00	4.118,03	4.118,03€
01.04.26	u Interruptor automático, tetrapolar, 1250A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 1250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.	2,00	5.951,09	11.902,18€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.27	u Interruptor automático, tripolar, 1250A Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 1250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In.			
		1,00	4.951,00	4.951,00€
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 INTERRUPTORES AUTOMATICOS.....				59.803,85€

3.1.5. Interruptores diferenciales

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.01	u Interruptor diferencial modular 25A 30mA Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.			
		44,00	268,22	11.801,68€
01.05.02	u Interruptor diferencial modular 25A 300mA Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.			
		86,00	233,21	20.056,06€
01.05.03	u Interruptor diferencial modular 40A 300mA Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.			
		8,00	239,42	1.915,36€
01.05.04	u Interruptor diferencial modular 63A 300mA Interruptor diferencial instantáneo, de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.			
		10,00	308,99	3.089,90€
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 INTERRUPTORES				36.863,00€

3.1.6. Rele diferencial

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06.01	u Rele diferencial y transformador toroidal, 100A, 300mA Relé diferencial electrónico ajustable, con rearme automático y transformador toroidal incorporado de 28 mm de diámetro útil para el paso de cables, de 6 módulos, ajuste de la intensidad de disparo de 0,025 a 25 A, ajuste del tiempo de disparo de 0,02 a 5 s			
		6,00	286,16	1.716,96



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06.02	u Rele diferencial y transformador toroidal, 125A, 300mA Relé diferencial electrónico ajustable, con rearme automático y transformador toroidal incorporado de 28 mm de diámetro útil para el paso de cables, de 6 módulos, ajuste de la intensidad de disparo de 0,025 a 25 A, ajuste del tiempo de disparo de 0,02 a 5 s	1,00	321,90	321,90€
01.06.03	u Rele diferencial y transformador toroidal, 800A, 300mA Relé diferencial electrónico ajustable, con rearme automático y transformador toroidal incorporado de 28 mm de diámetro útil para el paso de cables, de 6 módulos, ajuste de la intensidad de disparo de 0,025 a 25 A, ajuste del tiempo de disparo de 0,02 a 5 s	1,00	435,78	435,78€
01.06.04	u Rele diferencial y transformador toroidal, 1250A, 30mA Relé diferencial electrónico ajustable, con rearme automático y transformador toroidal incorporado de 28 mm de diámetro útil para el paso de cables, de 6 módulos, ajuste de la intensidad de disparo de 0,025 a 25 A, ajuste del tiempo de disparo de 0,02 a 5 s	1,00	1.267,89	1.267,89€
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 RELE DIFERENCIAL				3.742,53€

3.1.7. Interruptores de corte en carga

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.07.01	u Interruptor de corte en carga, 10A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 10 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV.	4,00	37,45	149,80€
01.07.02	u Interruptor de corte en carga, 16A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 16 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV.	8,00	50,34	402,72€
01.07.03	u Interruptor de corte en carga, 20A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV.	2,00	62,11	124,22€
01.07.04	u Interruptor de corte en carga, 25A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 20 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV.	4,00	70,04	280,16€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.07.05	u Interruptor de corte en carga, 32A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 32 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV.	1,00	79,55	79,55€
01.07.06	u Interruptor de corte en carga, 40A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 40 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 6 kV, intensidad de cortocircuito (Icw) 1260 A durante 1 s.	3,00	122,66	367,98€
01.07.07	u Interruptor de corte en carga, 50A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 50 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 6 kV, intensidad de cortocircuito (Icw) 1260 A durante 1 s.	4,00	130,60	522,40€
01.07.08	u Interruptor de corte en carga, 63A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 6 kV, intensidad de cortocircuito (Icw) 1260 A durante 1 s.	2,00	135,78	271,56€
01.07.09	u Interruptor de corte en carga, 80A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 80 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 6 kV, intensidad de cortocircuito (Icw) 1260 A durante 1 s.	1,00	142,34	142,34€
01.07.10	u Interruptor de corte en carga, 100A Interruptor en carga, tetrapolar (4P), intensidad nominal 100 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 6 kV, intensidad de cortocircuito (Icw) 2500 A durante 1 s.	5,00	161,43	807,15€
01.07.11	u Interruptor-seccionador, 125A Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, con fusible de 125 A.	3,00	136,19	408,57€
01.07.12	u Interruptor-seccionador, 200A Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 200 A, con fusible de 200 A.	1,00	225,35	225,35€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.07.13	u Interruptor-seccionador, 250A Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 250 A, con fusible de 250 A.			
		2,00	277,06	554,12€
01.07.14	u Interruptor-seccionador, 320A Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 320 A, con fusible de 320 A.			
		2,00	311,48	622,96€
01.07.15	u Interruptor-seccionador, 630A Interruptor-seccionador con mando rotativo, tetrapolar (4P), intensidad nominal 630 A, con fusible de 630 A.			
		1,00	529,67	529,67€

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.07 INTERRUPTORES DE CORTE..... 5.488,55€

3.1.8. Elementos de control-maniobra

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.08.01	u Contactor tetrapolar 1000A Contactor de 4 contactos NA, para motor de 455 kW, de intensidad nominal 1000 A y tensión de bobina 400 V, modelo NC2-4-630-00-400 "CHINT ELECTRICS".			
		2,00	394,84	789,68€

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.08 ELEMENTOS DE 789,68€

3.1.9. Envolventes

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.09.01	u Armario de distribución modular Armario de distribución metálico, de superficie, con puerta ciega, grado de protección IP40, aislamiento clase II, para 48 módulos, en 2 filas.			
		42,00	256,98	10.793,16€

TOTAL SUBCAPÍTULO 01.09 ENOLVENTES..... 10.793,16€

TOTAL CAPÍTULO 01 RED DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION.... 289.298,22€

3.2. CENTRO DE TRANSFORMACION

3.2.1. Celdas de alta tensión

<u>CÓDIGO</u>	<u>RESUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
02.01.01	u Celda de línea Celda de SF6 de línea de 630A , 16 kA/1s , 24 kV.			
		1,00	6.854,30	6.854,30€
02.01.02	u Celda de protección con automático Celda de SF6 para protección con interruptor automático 630A, 16 kA/1s, 24 kV.			
		2,00	15.043,59	30.087,18€
02.01.03	u Celda de medida Celda de SF6 para medida de 630A, 16 kA/1s , 24 kV.			
		1,00	2.304,69	2.304,69€
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 CELDAS DE ALTA TENSION				39.246,17€

3.2.2. Interconexión entre celdas de alta tensión y centro de transformación

<u>CÓDIGO</u>	<u>RESUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
02.02.01	u Cables alta tensión aislamiento seco Cables de interconexión entre las celdas de protección con interruptor automático y las bornas de alta tensión de los transformadores.			
		2,00	8.549,31	17.098,62€
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 INTERCONEXION ENTRE AT Y TRAF0 .				17.098,62€

3.2.3. Equipos de potencia

<u>CÓDIGO</u>	<u>RESUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
02.03.01	u Transformador de aislamiento seco Transformador de 800KVA con aislamiento seco de 13,2KV/400V y tomas de regulación de la tensión sin carga de +-2,5%			
		2,00	7.546,56	15.093,12€
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.03 EQUIPOS DE POTENCIA				15.093,12€

3.2.4. Interconexión de transformadores y cuadro de baja tensión

<u>CÓDIGO</u>	<u>RESUMEN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
02.04.01	m Barras blindadas de 300mm2 Barras de cobre con sección de 300mm2, perforadas, de aislamiento 450/750V			
		10,00	16,12	161,20€



CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.04.02	m Barras blindadas de 600mm2 Barras de cobre con sección de 600mm ² , perforadas, de aislamiento 450/750V			

30,00 32,25 967,50€

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.04 INTERCONEXION DE..... 1.128,70€

3.2.5. Equipos de baja tensión

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.05.01	u Armario de distribución			

2,00 1.534,36 3.068,72€

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.05 EQUIPOS DE BAJA TENSION..... 3.068,72€

3.2.6. Red de tierras

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.06.01	u Red de tierra bajo losa de hormigón			

Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 33 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm², y 12 picas.

1,00 777,36 777,36€

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.06 RED DE TIERRAS 777,36€

3.2.7. Varios

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.07.01	u Rejillas de protección			

Rejillas de protección para evitar el contacto del transformador

3,00 33,78 101,34€

02.07.02 u Extintor portátil de nieve carbónica CO2.

Extintor portátil de nieve carbónica CO₂, con 5 kg de agente extintor, de eficacia 89B, con casco de acero con acabado exterior con pintura epoxi color rojo. Incluso soporte y accesorios de montaje.

2,00 100,53 201,06€

TOTAL SUBCAPÍTULO 02.07 VARIOS 302,40€

TOTAL CAPÍTULO 02 CENTRO DE TRANSFORMACION 76.715,09€

3.3. RED DE MEDIA TENSION

3.3.1. Cables

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

03.01.01 m Cable eléctrico para media tensión de aluminio 1x95mm²

Cable eléctrico unipolar, tipo AL RHZ1-2OL 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, rígido (clase 2), de 1x95/1x16 mm² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 16 mm² de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo DMZ1 Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta y resistencia a la abrasión.

		1.200,00	17,44	20.928,00€
--	--	----------	-------	------------

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 CABLES				20.928,00€
---	--	--	--	-------------------

3.3.2. Tubos

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

03.02.01 m Tubo de doble capa 160mm

Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso cinta de señalización.

		400,00	16,70	6.680,00€
--	--	--------	-------	-----------

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 TUBOS				6.680,00€
--	--	--	--	------------------

3.3.3. Protecciones

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

03.03.01 u Interruptor automático, 400A

Interruptor automático de 400A, para media tensión 13,2KV y con poder de corte de 12,5KA.

		1,00	1.886,66	1.886,66€
--	--	------	----------	-----------

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.03 PROTECCIONES				1.886,66€
---	--	--	--	------------------

TOTAL CAPÍTULO 03 RED DE MEDIA TENSION				29.494,66€
---	--	--	--	-------------------



3.4. REDACCION Y ELABORACION DEL PROYECTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.01	h Ingeniero industrial Ingeniero industrial encargado de la elaboración y redacción del proyecto de la instalación eléctrica incluyendo toma de datos, diseño, cálculos y redacción			
		240,00	11,04	2.649,60€
04.02	mes Ordenador portátil Ordenador portátil para la elaboración del proyecto, el coste se define como el coste de amortización de dicho equipo en un mes.			
		5,00	15,62	78,10€
04.03	mes Autocad 2019 Coste licencia software Autocad 2019 por meses			
		5,00	291,00	1.455,00€
04.04	mes dmelect 2017 Coste licencia software dmelect 2017 por meses			
		5,00	20,00	100,00€
04.05	mes Presto 8.8 Coste licencia software Presto 8.8 por meses			
		5,00	25,00	125,00€
TOTAL CAPÍTULO 04 REDACCION Y ELABORACION PROYECTO				4.407,70€
TOTAL			399.915,67€

3.5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
01	RED DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION	289.298,22€
02	CENTRO DE TRANSFORMACION.....	76.715,09€
03	RED DE MEDIA TENSION.....	29.494,66€
04	REDACCION Y ELABORACION PROYECTO	4.407,70€
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....		399.915,67€

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVA MIL NOVECIENTOS QUINCE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS.**

4. CONCLUSIONES

Se ha realizado el proyecto de diseño de la instalación eléctrica de una industria de la elaboración de productos cárnicos que nos permite asegurar el suministro eléctrico de todos los consumidores del proceso productivo, así como de los servicios generales, oficinas, vestuarios y servicios. Cumpliendo en todo momento con las exigencias de la normativa vigente.

Para ello se han desarrollado tres proyectos:

- Red de distribución en baja tensión. Conociendo la relación de consumidores se diseña la red de baja tensión, partiendo de este proyecto para el diseño de los otros dos.
- Centro de transformación. Se diseña el local del centro de transformación, así como también las protecciones y equipos necesarios.
- Línea de media tensión. Se define la línea que va alimentar la instalación.

Una vez ubicada la planta en una parcela de un polígono, se han definido los procesos productivos, las materias primas y productos terminados implicados. En la definición del proceso se han explicado las operaciones a realizar además de algunas de las maquinarias necesarias o condiciones específicas para llevar a cabo la actividad.

El proceso productivo se ha dividido en dos grandes zonas: una zona de matanza y sala de despiece y otra gran zona de elaboración de producto la cual a su vez se divide en la zona de producción de chorizos y lomos y la zona de producción de jamones. Destacar que también se encuentra una zona en la que se localizan los servicios generales, las oficinas y los vestuarios y servicios.

A continuación, se han llevado a cabo la recopilación de los consumidores de energía eléctrica, así como la implantación de la maquinaria y equipos en la planta de la nave industrial. También se han definido los consumos energéticos de los servicios generales como puede ser alumbrado y tomas de corriente principalmente, además de compresores de aire comprimido, bombas de agua etc.

Con un primer cálculo de la potencia eléctrica total demandada se ha elegido junto a la compañía distribuidora de energía eléctrica el punto de enganche y la tensión de suministro, además de disponer de un suministro complementario mediante un grupo electrógeno que dará servicio a determinadas cargas críticas.

Para la red de distribución de Baja Tensión se han dividido los circuitos para conseguir una mayor disponibilidad y calidad de la energía eléctrica y permitir una buena gestión energética, atendiendo a los siguientes criterios:

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

Todas las líneas disponen de un dispositivo de mando y protección contra sobrecargas y cortocircuitos, también se incluirán elementos a modo de barreras y obstáculos que protejan contra contactos directos. Se instalarán interruptores diferenciales o relés diferenciales junto con el transformador diferencial que protejan contra contactos indirectos. También se han instalado interruptores de corte en carga a la entrada de cada subcuadro o cuadro secundario.

Los conductores tienen aislamiento de tipo polietileno reticulado (XPLE), son de tipo no propagadores de incendio y emisión de humos y opacidad reducida. Constan de un nivel de



aislamiento de 0,6/1kV. 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. Los conductores se montarán sobre una serie de bandejas perforadas que alberguen los circuitos principales a lo largo de la nave. Y los circuitos de menor tamaño irán conducidos mediante tubos.

Para el arranque de los motores se seguirá el criterio de que hasta 15 kW tendrá un arranque directo, para valores entre 15 y 50 kW será un arranque estrella-triángulo, y para potencias mayores será un arrancador suave con variadores de velocidad.

El alumbrado general de nave se ha instalado sobre canalización eléctrica prefabricada. También, se ha planteado de la instalación de dos circuitos de fuerza de nave que estén formados por canalización eléctrica prefabricada. La iluminación se realizará de acuerdo con lo especificado en la sección HE-3 del Código Técnico de la Edificación. Se utilizarán lámparas LED.

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 Centro de Transformación, que es del tipo de abonado, se ha ubicado lo más cerca posible del centro de gravedad de las cargas y dispondrá de dos transformadores secos encapsulados en resina epoxi, de 13,2kV/400-230V, de la misma potencia trabajando en paralelo, y reservando un espacio para un tercer transformador.

La línea de alimentación de media tensión partirá del punto de enganche de la compañía suministradora de energía y será enterrada bajo tubo. Se calculará en función de la potencia total instalada, pero teniendo en cuenta la posibilidad de un aumento de la potencia del 30%.

Se van a instalar analizadores de redes con el fin de monitorizar el buen funcionamiento de la instalación y facilitar la detección de fallos. Por otro lado, también se instalarán contadores que nos permitan estimar el coste económico de los diferentes procesos productivos pudiendo así ajustar el precio de nuestros productos.

En el diseño además se han tenido en cuenta la inclusión de criterios que nos permitan realizar una instalación eficiente desde el punto de vista energético, junto con la inclusión de una primera fase de una instalación de producción de energía solar fotovoltaica sobre la cubierta la cual se podrá aumentar en caso de que se requiera.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *BOE-A-1971-380 Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.* (s. f.).
- [2] *BOE-A-1995-24292 Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.* (s. f.).
- [3] *BOE-A-1997-8669 Real decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.* (s. f.).
- [4] *BOE-A-1997-22614 Real decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.* (s. f.).
- [5] *BOE-A-2000-24019 Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.* (s. f.).
- [6] *BOE-A-2002-18099 Real decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja Tensión.* (s. f.).
- [7] *BOE-A-2004-21216 Real decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales.* (s. f.).
- [8] *BOE-A-2006-5515 Real decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.* (s. f.).
- [9] *BOE-A-2013-13645 Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.* (s. f.).
- [10] *BOE-A-2014-6084 Real decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.* (s. f.).
- [11] *Visita a Embutidos Postigo S.A.* (2023). [Conjunto de datos].
- [12] *Visita a Contodo S.L.* (2023). [Conjunto de datos].
- [13] *Visita a La Venta Tabanera S.L.* (2023). [Conjunto de datos].
- [14] *Instalación eléctrica de una industria de fabricación de conformados metálicos.* (2022). [Trabajo Fin de Master]. Universidad de Valladolid.
- [15] *Instalación eléctrica de una industria de fabricación de muebles metálicos.* (2019). [Trabajo Fin de Master]. Universidad de Valladolid.
- [16] *Instalación eléctrica de una industria destinada a la fabricación de materiales cerámicos.* (2021). [Trabajo Fin de Master]. Universidad de Valladolid.
- [17] *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission.* (2016, 11 enero).
- [18] Presto. (2000). [Software]. En *Realización de mediciones y presupuesto* (8.8).
- [19] dmELECT. (2017). [Software]. En *Realización de cálculos y esquemas eléctricos* (Versión 2017).
- [20] AutoCAD. (2019). [Software]. En *Realización de planos y esquemas* (Versión 2019).