



Universidad
Zaragoza

1542

Trabajo Fin de Grado

**CLIMATIZACIÓN EN NAVE INDUSTRIAL
DESTINADA A EMBOTELLAMIENTO DE ACEITE**

**AIR CONDITIONING IN AN INDUSTRIAL
WAREHOUSE INTENDED FOR OIL BOTTLING**

Autor

Mario Muñoz Sánchez

Director

Martín Orna Carmona

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia
2019



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

**CLIMATIZACIÓN EN NAVE INDUSTRIAL
DESTINADA A EMBOTELLAMIENTO DE ACEITE**

**AIR CONDITIONING IN AN INDUSTRIAL
WAREHOUSE INTENDED FOR OIL BOTTLING**

424.19.30

Autor: Mario Muñoz Sánchez

Director: Martín Orna Carmona

Fecha: 25 de Junio de 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN	1
1.1. PALABRAS CLAVE	3
2. ABSTRACT	4
3. INTRODUCCIÓN	6
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	11
4.1. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL	11
4.1.1. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	11
4.1.2. CONDICIONAMIENTOS URBANÍSTICOS	12
4.1.3. SISTEMA SERVICIOS	14
4.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO	15
4.1.5. PRODUCCIÓN LÍNEA DE EMBOTELLADO	16
4.2. INGENIERÍA DE OBRAS	17
4.2.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	17
4.2.1.1. CIMENTACIÓN	17
4.2.1.2. SOLERAS	17
4.2.1.3. ESTRUCTURA	18
4.2.1.3.1. PRE-DISEÑO ESTRUCTURA METÁLICA	18
4.2.1.3.2. BASES DE CÁLCULO	22
4.2.1.3.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	23
4.2.1.4. CUBIERTA	24
4.2.1.5. ENFOSCADOS, ENLUCIDOS Y REVESTIMIENTOS EXTERIORES	25
4.2.1.6. SOLADO Y ALICATADO	25
4.2.1.7. CARPINTERÍA	26
4.2.1.8. ALBAÑILERÍA INTERIOR	26
4.2.2. MAQUINARÍA PLANTA INDUSTRIAL	27
4.2.3. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	28
4.3. INSTALACIÓN SISTEMA CONTRA INCENDIOS	29
4.3.1. PERIODICIDAD REVISIÓN	33
4.3.2. SECTORIZACIÓN	35
4.3.3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES	35
4.3.4. CÁLCULO DE OCUPACIÓN	36
4.3.5. DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN	37
4.3.5.1. PUERTAS	37
4.3.6. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE INCENDIO COMERCIAL-VENTAS	38

Resumen

4.3.7. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE INCENDIOS PROCESAMIENTO-ALMACENAMIENTO	38
4.3.7.1. SISTEMA DE BOCAS DE INCENDIOS EQUIPADAS	39
4.3.7.1.1. TIPO DE BIE Y NECESIDADES DE AGUA	39
4.3.8. EXTINTORES	40
4.3.9. SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	41
4.3.10. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	42
4.3.11. GRUPO DE PRESIÓN CONTRA INCENDIOS	42
4.3.12. DETECTOR DE INCENDIOS	43
4.4. INSTALACIÓN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	44
4.4.1. CONDICIONES EXTERIORES	44
4.4.2. CONDICIONES INTERIORES	45
4.4.3. CERRAMIENTOS	47
4.4.4. CARGAS TÉRMICAS	51
4.4.4.1. CÁLCULO DE CARGAS SENSIBLES	52
4.4.4.1.1. CARGAS A TRASMISIÓN A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS	52
4.4.4.1.2. CARGAS DE VENTILACIÓN	53
4.4.4.1.3. CARGAS DE OCUPACIÓN	54
4.4.4.1.4. CARGAS DE ILUMINACIÓN	54
4.4.4.1.5. CARGAS DE EQUIPOS Y MÁQUINAS	55
4.4.4.2. CÁLCULO DE CARGAS LATENTES	55
4.4.4.2.1. CARGAS DE OCUPACIÓN	55
4.4.4.2.2. CARGAS DE VENTILACIÓN	55
4.4.4.2.3. CARGAS DE EQUIPOS Y MÁQUINAS	56
4.4.5. DISEÑO Y CÁLCULO DEL CLIMATIZADOR	58
4.4.5.1. UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE	58
4.4.5.2. CALDERA	59
4.4.5.3. ENFRIADORA	59
4.4.5.4. CÁLCULOS UNIDADES CLIMATIZADORAS	60
4.4.5.4.1. REFRIGERACIÓN	60
4.4.5.4.2. CALEFACCIÓN	62
4.4.5.4.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS	64
4.4.5.4.4. CÁLCULO CAUDAL DE AGUA	64
4.4.6. DISEÑO Y CÁLCULO DE TUBERÍAS Y DISPOSITIVOS	65
4.4.6.1.1. TUBERÍAS	65
4.4.6.1.2. DEPÓSITO DE INERCIA	66
4.4.6.1.3. VASO DE EXPANSIÓN	67
4.4.6.1.4. BOMBAS DE CIRCULACIÓN	68
4.4.7. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS DE AIRE	69

4.5.	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	72
4.5.1.	<i>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</i>	72
4.5.2.	<i>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</i>	75
4.6.	INSTALACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO	76
4.6.1.	<i>PRESTACIONES</i>	76
4.6.1.1.	<i>BASES DE CÁLCULO</i>	76
4.6.2.	<i>DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</i>	77
4.6.2.1.	<i>INSTALACIÓN GENERAL</i>	77
4.6.2.2.	<i>INSTALACIÓN PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</i>	78
4.6.3.	<i>CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN</i>	82
4.6.3.1.	<i>SALA DE PRODUCCIÓN</i>	85
4.6.3.2.	<i>SALA DE MANTENIMIENTO</i>	87
4.6.3.3.	<i>SALA DE OFICINAS</i>	88
4.6.3.4.	<i>SALA DE OFICINA JEFE</i>	89
4.6.3.5.	<i>SALA REUNIONES/COMEDOR</i>	90
4.6.3.6.	<i>SALA DE MÁQUINAS</i>	91
4.6.3.7.	<i>BAÑOS</i>	92
4.6.4.	<i>CÁLCULOS DE SECCIÓN</i>	94
4.7.	INSTALACIÓN SISTEMA DE FONTANERÍA	97
4.7.1.	<i>CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO</i>	97
4.7.2.	<i>CÁLCULOS RED DE AGUA FRÍA Y A.C.S.</i>	99
4.8.	INSTALACIÓN SISTEMA DE SANEAMIENTO	101
4.9.	INSTALACIÓN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	103
4.9.1.	<i>SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO</i>	103
4.9.2.	<i>ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO</i>	103
4.9.2.1.	<i>COMPRESOR</i>	104
4.9.2.2.	<i>DEPÓSITO</i>	104
4.9.2.3.	<i>AFTERCOOLER</i>	104
4.9.2.4.	<i>DESHUMIFICADOR</i>	105
4.9.2.5.	<i>LÍNEAS DE SUMINISTRO</i>	105
4.10.	GESTIÓN DE RESIDUOS	106
4.10.1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	106
4.10.2.	<i>RESIDUOS DE CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</i>	109
4.10.3.	<i>RESIDUOS PELIGROSOS</i>	111
4.10.4.	<i>ACTUACIONES A LLEVAR A CABO EN LA PLANTA EMBOTELLADORA</i>	112
5.	CONCLUSIONES	113
6.	BIBLIOGRAFÍA	114

Resumen

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Sistema todo aire (Instalaciones de climatización).....	8
Ilustración 2 Sistema aire-agua (Instalaciones de climatización).....	9
Ilustración 3 Sistema todo agua (Instalaciones de climatización)	9
Ilustración 4 Sistema agua-aire (Instalaciones de climatización).....	10
Ilustración 5 Pré-diseño estructura metálica.....	18
Ilustración 6 Nomenclatura de perfiles de acero (Rodas & Hernán, 2014).	20
Ilustración 7 Deformación unitaria A36 alta y deformación unitaria Acero de resistencia (Hoyos & Lessing, 2013)	20
Ilustración 8 Esquema tornillo	21
Ilustración 9 Detalle unión en CYPE3D.....	21
Ilustración 10 Dimensiones tráiler abierto (DSV, s.f.)	22
Ilustración 11 Distribución en planta	27
Ilustración 12 Diagrama proceso en planta	28
Ilustración 13 Emplazamiento de la nave.....	29
Ilustración 14 Esquema grupo de presión contra incendios (Cuaderno de seguridad, s.f.)	42
Ilustración 15 Psicrométrico refrigeración	61
Ilustración 16 Psicrométrico calefacción.....	63
Ilustración 17 Red de conductos Impulsión-Retorno con Revit 2019	71
Ilustración 18 Mantenimiento preventivo	73
Ilustración 19 Mantenimiento correctivo	75
Ilustración 20 Instalación con circuito adicional individual para recarga del V.E.	81
Ilustración 21 Norma Europea UNE-EN 12464-1:2003.....	83
Ilustración 22 Sylvania-Americas 203 HB Curve Sala de Producción (Sylvania, 2014-2015)	86
Ilustración 23 Sylvania-Americas 203 HB Curve Sala Mantenimiento (Sylvania, 2014-2015)	87

Ilustración 24 Sylvania-Americas 507 Parabolic Sala de Oficinas (Sylvania, 2014-2015)	88
Ilustración 25 Sylvania-Americas 507 Parabolic Sala Oficina Jefe (Sylvania, 2014-2015)	89
Ilustración 26 Sylvania-Americas 507 Parabolic Sala Reuniones/Comedor (Sylvania, 2014-2015)	90
Ilustración 27 Sylvania-Americas 203 HB Curve Sala de Máquinas (Sylvania, 2014-2015).....	91
Ilustración 28 Esquema general red de agua	98
Ilustración 29 Catálogo EGB GROUP.....	99
Ilustración 30 Instalación de aire comprimido (Industriales, 2005-2006)	103
Ilustración 31 Aftercooler (Industriales, 2005-2006)	104
Ilustración 32 Esquema de principio. Diseño instalación aire comprimido-máquina soplado (FluidSim 5 Festo).....	105
Ilustración 33 Esquema de principio. Diseño instalación aire comprimido-máquina soplado (FluidSim 5 Festo).	105

Resumen

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Promotor – Cliente	10
Tabla 2 Retranqueos	12
Tabla 3 Perfiles Vigas	20
Tabla 4 Características Camión.....	22
Tabla 5 Carga al fuego almacenamiento	31
Tabla 6 Cálculos Densidad Carga de fuego ponderada y corregida	32
Tabla 7 Densidad de carga de fuego	32
Tabla 8 Longitud salidas de evacuación	36
Tabla 9 Anchura de puertas	37
Tabla 10 B.I.E.	39
Tabla 11 Tipos de extintores	40
Tabla 12 Volumen máximo combustibles líquidos en sector de incendios	41
Tabla 13 Temperaturas R.I.T.E.....	45
Tabla 14 Clases de filtración	46
Tabla 15 Coeficientes de transmitancia térmica fachada	49
Tabla 16 Coeficientes de transmitancia térmica cubierta	49
Tabla 17 Coeficientes de transmitancia térmica suelo	50
Tabla 18 Coeficientes orientación cerramientos	52
Tabla 19 Cargas sensibles refrigeración	56
Tabla 20 Cargas latentes refrigeración	56
Tabla 21 Cargas sensibles calefacción	57
Tabla 22 Cargas latentes calefacción	57
Tabla 23 Selección de equipos.....	64
Tabla 24 Tubería agua caliente.....	65
Tabla 25 Tubería de agua fría.....	65
Tabla 26 Depósito de inercia	66

Tabla 27 Vaso de expansión.....	67
Tabla 28 Conductos impulsión	70
Tabla 29 Conductos retorno	71
Tabla 30 Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga.....	79
Tabla 31 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT 19	94
Tabla 32 Cálculos Secciones.....	95
Tabla 33 Cálculos secciones cofret	96
Tabla 34 Caudal red de agua fría - A.C.S.	97
Tabla 35 Cálculos pérdida de carga en tuberías	99

1. RESUMEN

Se procede a diseñar y ejecutar el estudio del sistema de climatización de una planta industrial (Objetivo principal del proyecto), así como, el diseño y cálculo de la instalación eléctrica, fontanería, incendios y pre-diseño estructural, debido al crecimiento industrial de la zona, realizando el análisis del terreno y emplazamiento de dicho polígono. La instalación debe cumplir con toda la normativa vigente, así como de las técnicas de ejecución de la obra legales.

Para el diseño y cálculo será necesario un software como Autodesk Arquitecture, así como, Inventor Factory, Caddy++electrical.

El edificio industrial se desarrolla en planta sobre rasante y tiene una superficie de 1228,8m² de forma rectangular, con dos zonas en su interior dedicada al almacenamiento, procesado y embotellamiento de aceite de oliva y una zona de comercial-ventas.

El cálculo de cargas térmicas en el recinto, cumple con las normativas vigentes siendo las dos más importantes el RITE y el CTE. Se ha procedido a climatizar todo el recinto a excepción de la sala de mantenimiento. En las zonas a climatizar las condiciones de confort son:

- 23 °C en verano.
- 22 °C en invierno.

Para el cálculo de cargas térmicas en verano y en invierno se han tenido en cuenta tanto el calor sensible como el latente.

Una vez se conocen las necesidades térmicas del local, se procede a la selección de equipos y a situarlos en las zonas pertinentes para su correcto funcionamiento.

La producción de calor es gracias a una caldera de 115 Kw y la producción de frío es de 136 Kw.

Toda la red de tuberías es de acero, y se han tenido en cuenta mediante ábacos y tablas, las pérdidas de presión causadas al paso del fluido calorportador. Siendo este no superior a 2 m/s.

Resumen

La red de conductos se diseña por el método de pérdida de carga constante. Para ello conocemos en todo momento el caudal de aire a transportar. El aire es transportado por ventiladores que son capaces de vencer las pérdidas de presión en los conductos.

En los diferentes anexos se detallan las distintas tablas tanto de selección de accesorios, como ábacos. En los planos se recogen la distribución, tanto del layout de planta como, las distintas distribuciones de las instalaciones. También disponemos del pliego de condiciones que detalla toda la reglamentación técnica de los distintos elementos de la instalación.

El presupuesto del presente proyecto y adjuntado en los anexos asciende a la cantidad de 786.765,21€ (Setecientos ochenta y seis mil setecientos sesenta y cinco euros).



1.1. PALABRAS CLAVE

- CERRAMIENTOS
- CLIMATIZACIÓN
- ESTRUCTURA
- INCENDIOS
- NAVE INDUSTRIAL

Abstract

2. ABSTRACT

We proceed to design and execute the study of the air conditioning system of an industrial plant (main objective of the project), as well as the design and calculation of the electrical installation, plumbing, fire and structural pre-design, due to the industrial growth of the zone, performing the analysis of the land and location of said polygon. The installation must comply with all current regulations, as well as the legal execution techniques of the work.

The design and calculation will require software such as Autodesk Architecture, as well as Inventor Factory, Caddy++electrical.

The industrial building is developed on ground above grade and has a surface of 1228.8m² rectangular shape, with two areas inside dedicated to the storage, processing and bottling of olive oil and a commercial-sales area.

The calculation of thermal loads in the enclosure, complies with the regulations in force, the two most important being the RITE and the CTE. The entire enclosure has been air-conditioned with the exception of the maintenance room. In the areas to be air-conditioned the comfort conditions are:

- 23 °C in summer.
- 22°C in winter.

For the calculation of thermal loads in summer and winter, both sensible and latent heat have been taken into account.

Once the thermal needs of the premises are known, the equipment is selected and placed in the relevant areas for proper operation.

The production of heat is thanks to a boiler of 115 Kw and the production of cold is of 136 Kw.

The entire pipe network is made of steel, and the pressure losses caused by the passage of the heat-carrying fluid have been taken into account by means of abacus and tables. This being no more than 2 m/s.

The duct network is designed by the method of constant pressure drop. For this purpose, we know at all times the flow rate of the air to be conveyed. The air is conveyed by fans that are able to overcome the pressure losses in the ducts.

In the different annexes are detailed the different tables of selection of accessories, as well as abacus. The plans show the distribution of the plant layout as well as the different distributions of the installations. We also have the specifications detailing all the technical regulations of the different elements of the installation.

The budget of the present project and attached in the annexes amounts to the amount of 1,389,288.06 € (One million three hundred eighty-nine thousand two hundred and eighty-eight with zero six euros).

Introducción

3. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto, se procede a diseñar el sistema de climatización de una nave industrial, para satisfacer las necesidades térmicas necesarias para disponer de unas condiciones de confort adecuadas.

Las normas principales que afectan a este proyecto son dos, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE), aunque hay más normas que afectan a resolver el diseño del sistema de climatización.

La importancia de la climatización en la industria, la definimos como la ambientación, de los parámetros de temperatura en una industria (temperatura, humedad, velocidad del aire, calidad del aire). Una temperatura agradable, transmite un espacio muy importante para la realización del trabajo, dado que, en condiciones térmicas agradables, no solo los trabajadores están cómodos, sino, también, toda la maquinaria existente en la misma, podrá funcionar por un tiempo mayor, debido a un mejor rendimiento de las mismas.

Se procede a buscar el confort en la nave industrial, calculando las cargas térmicas que se producen en su interior. Con el resultado de dicho cálculo, se selecciona el sistema que sea más adecuado para el equilibrio térmico.

Para ello hay que tener en cuenta los tres tipos de trasmisión de calor y las formas de desprendimiento de calor.

Métodos de trasmisión de calor:

- **Conducción:** Es el transporte de energía calorífica a través de una sustancia, y se produce cuando hay un contacto de dos objetos a distintas temperaturas.
- **Convección:** Tiene lugar cuando áreas de fluido caliente ascienden hacia regiones de fluido frío.
- **Radiación:** Este método de transferencia de calor, no precisa de contacto entre la fuente de calor y el receptor.

Desprendimiento de calor:

- Calor sensible: Es aquel que recibe un cuerpo o un objeto y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su cambio de estado.
- Calor latente: Es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización).

Un espacio dispone de una adecuada climatización cuando se establece un equilibrio entre la temperatura, calidad del aire y humedad.

CLIMATIZACIÓN UNITARIA Y CENTRALIZADA

El sistema de climatización que se instala en un único espacio, local o habitación es conocido como unitaria. Cuando dicho sistema utiliza conducciones desde el aparato para llegar a otros espacios, pasa a denominarse climatización centralizada.

Antes de llevar a cabo la realización de la instalación, hay que realizar un estudio que determinará cuál es el equipo adecuado a incluir en el recinto.

ALTERNATIVAS PARA CADA TIPO DE SITUACIONES

Actualmente existe en el mercado una gran diversidad de equipos, ya sea por su diseño, potencias y prestaciones capaces de aportar un alto rendimiento y una buena eficiencia energética.

Los sistemas de climatización actuales suponen un gran ahorro económico por su alto COP¹, ya que se fabrican orientándose a respetar el medio ambiente.

¹ El coeficiente de rendimiento (COP), es una expresión de la eficiencia de una bomba de calor. Se define como la relación entre la potencia (Kw) que sale de la bomba de calor como refrigeración o calor, y la potencia (Kw) que se suministra al compresor.

Introducción

TIPOS DE SISTEMAS

Entre los sistemas de climatización actuales, podemos encontrar sistemas vrf (volumen de refrigerante variable), rooftop, plantas enfriadoras, aerotermia para ACS y suelo radiante, unidades interiores de techo, cassettes, equipos de conductos (Función de refrigerar y calentar con bomba de calor), recuperadores de aire que expulsan aire contaminado y absorben aire limpio, etc.

- Sistema vrf: Pretende eliminar conversiones intermedias, quedando el flujo de energía en solamente aire-gas-aire.
- Sistema rooftop: La unidad evaporadora y condensadora están en una misma unidad, ubicándose en exteriores o en techo del mismo local.
- Aerotermia: Bombas de calor de última generación diseñadas para aportar refrigeración en verano, calefacción en invierno.

El tipo de elección entre un sistema de climatización u otro dependen del tipo de negocio en el que vaya a realizarse la climatización (Optimfred, 2015) (Nergiza, s.f.) (Climadesign, 2019) (Toshiba, s.f.).

CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

La clasificación de los sistemas de climatización podemos nombrarlas según la sistemática que utilizan para tomar la energía primaria o cederla. Podemos distinguir dichos sistemas en:

- Sistema Aire-Aire: Intercambio en la instalación con aire entre ambas unidades.

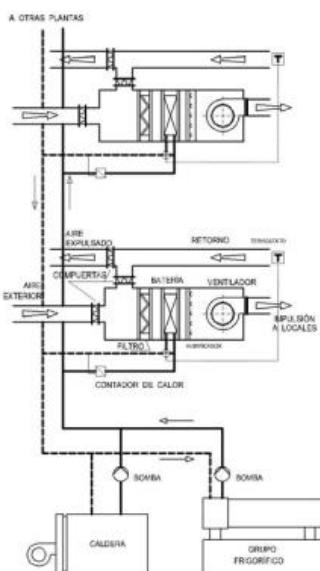


Ilustración 1 Sistema todo aire (Instalaciones de climatización)

- Sistema Aire-Agua: Intercambio en la instalación con aire en unidad exterior y con agua en la unidad interior.

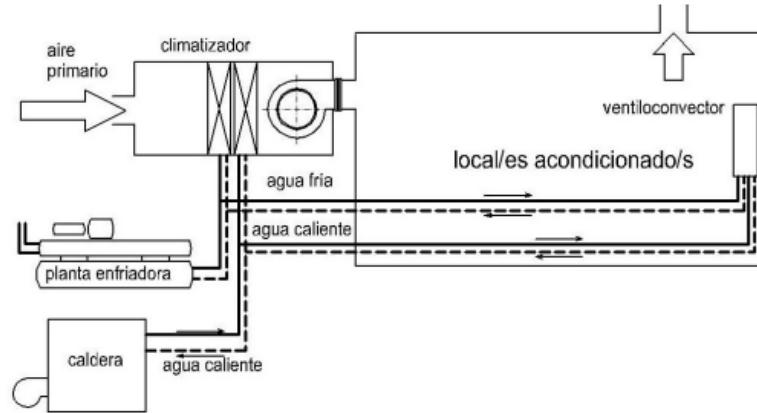


Ilustración 2 Sistema aire-agua (Instalaciones de climatización)

- Sistema Agua-Agua: Intercambio en la instalación con agua entre ambas unidades.

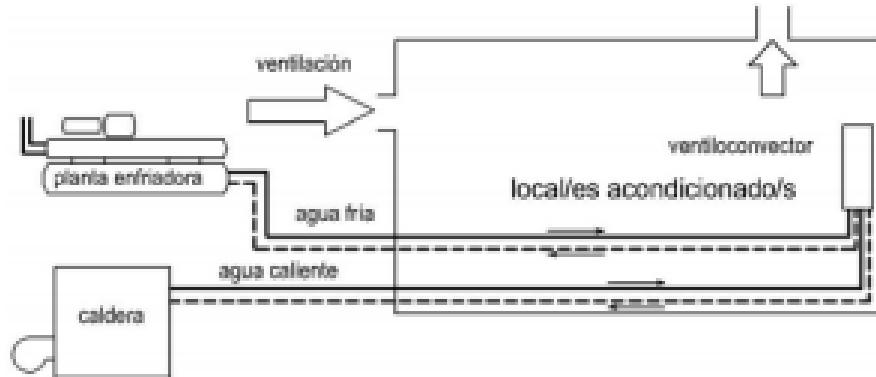


Ilustración 3 Sistema todo agua (Instalaciones de climatización)

Introducción

- Sistema Agua-Aire: Intercambio en la instalación con agua en unidad exterior y con aire en la unidad interior (Ovacen, 2017)

En nuestro caso, el sistema escogido es un sistema todo aire. La justificación y elección de dicho sistema se explica en el apartado del proyecto "Sistema de climatización".

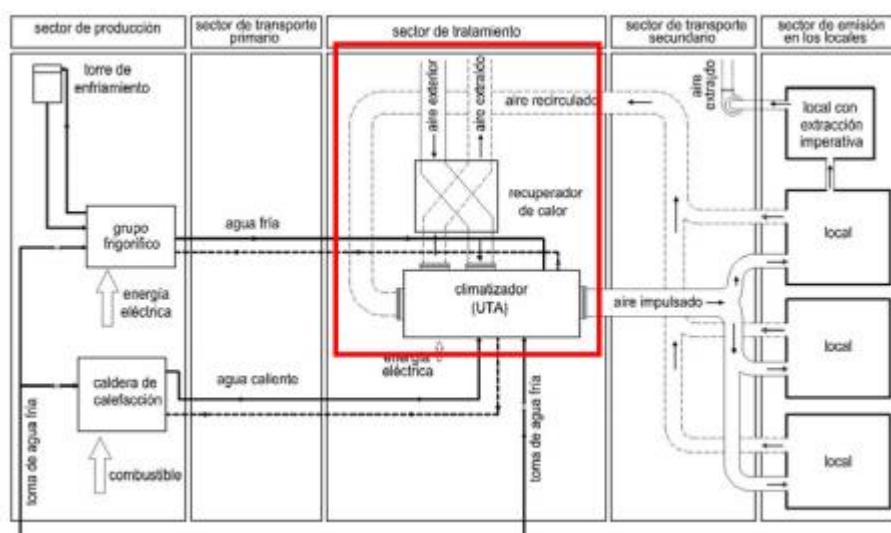


Ilustración 4 Sistema agua-aire (Instalaciones de climatización)

La estructura que se ha llevado a cabo para el presente proyecto, es tener en cuenta los requisitos de diseño, la posterior ingeniería de obras que se ha llevado a cabo, y las distintas instalaciones realizadas como son sistema de climatización, contra incendios, sistema eléctrico y fontanería, así como, su planificación de ejecución de la obra, como el correspondiente presupuesto y mediciones (Fernández Gárate, 2017) (Aliter, 2017).

El promotor del presente proyecto, es la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia por encargo de ACEITE ARAGÓN S.A.

PROMOTOR	CLIENTE
Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia	ACEITE ARAGÓN S.A.

Tabla 1 Promotor – Cliente

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL

La empresa ACEITE ARAGÓN S.A. solicita la construcción de una planta de embotellamiento y procesamiento de aceite de oliva, debido a la gran demanda del mercado. El emplazamiento será situado a la altura de la autovía A-2 dirección Zaragoza en la comarca Valdejalón con una superficie de 1228,8 m²

Se requiere que las vías sean anchas debido a la necesidad de paso de vehículos de grandes toneladas como son los camiones, pudiendo utilizar fincas privadas para el acceso siempre que se necesite y sea de utilidad pública, lo que será definido por la confederación de carreteras y cedido al ayuntamiento.

La planta embotelladora constará de dos partes, la parte de embotellamiento y, también cuenta de una parte de almacenamiento del producto.

4.1.1. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO

- **Dirección:** Polígono Industrial "La Cuesta", Parcela 1-73, 1-72 y 1-71 del sector reparcelación S-3 – La Almunia de Doña Godina (Zaragoza)
- **Referencia catastral²:** 13 077 S 018 0073 0001 FP - 13 077 S 018 0072 0002 FP - 13 077 S 018 0071 0003 FP.
- **Superficie de la parcelas:** 1-73 (875,6 m²), 1-72 (924,00m²) y 1-71 (924,00 m²), Total parcela 2723,6 m²
- **Clasificación del suelo:** Industrial.
- **Tipo de finca:** Parcelas sin edificar.

² La referencia catastral es el identificador oficial y obligatorio de los bienes inmuebles. Consiste en un código alfanumérico que es asignado por el Catastro de manera que todo inmueble debe tener una única referencia catastral que permita situarlo inequívocamente en la cartografía catastral

Desarrollo del proyecto

4.1.2. CONDICIONAMIENTOS URBANÍSTICOS

- La fachada principal de la edificación estará separada 5 m como mínimo desde la alineación de la calle.
- Las fachadas laterales tendrán una distancia de edificación de 5 m con respecto a las parcelas colindantes.
- El límite trasero de la parcela tiene un retranqueo de 5 m.

	Según Ordenanza Municipal	ACEITES ARAGÓN S.A.
Superficie parcela (m ²)	>500 m ²	2754 m ²
Índice de ocupación	70%	44,61 %
Índice de edificabilidad	0.9 m ² /m ²	
Retranqueos		
	A vial >3	5
	Linde Lateral >3	5
	Linde Trasero >3	5
Superficie de la nave Industrial	1228,8m ²	

Tabla 2 Retranqueos

NOTA: La altura máxima según el Plan Parcial del Sector Industrial SU-4 del P.G.O.U. de la Almunia de Doña Godina (Zaragoza), será de planta baja más un alza, hasta un total de 10 m. En nuestro caso nuestra nave tiene una altura de 11,38 m. debido a esto, se ha tenido que solicitar una autorización a las autoridades competentes, que, debido a nuestra actividad de almacenamiento y producción de aceite, es necesario dicha altura para el almacenaje del producto.

La superficie quitando los retranqueos es de 1782 m^2 por lo tanto, lo máximo de índice de ocupación permitido es de 1926,4 m^2 , de los cuales edificamos 1228,8 m^2 y por lo tanto nuestro índice de ocupación es del 44,61%, siendo el resto destinado a aparcamiento y garita de seguridad con una superficie restante de 553,2 m^2 . Cumplimos el índice máximo de ocupación siendo este del 70%.

El índice de ocupación en planta primera, es de un 20%, dando un resultado de 550,4 m^2 , en nuestro caso CUMPLE, ya que la planta primera va a tener una superficie de 228,69 m^2 .

En nuestro caso CUMPLE tanto para la edificación de la planta inferior como la superior.

Se reservará una plaza de aparcamiento por cada 200 m^2 de construcción. Se dispondrá de una total de 7 plazas.

Dimensiones plaza de aparcamientos:

- 5,00 x 2,20 aparcamiento normal.
- 5,00 x 3,60 aparcamiento minusválidos.

Desarrollo del proyecto

4.1.3. SISTEMA SERVICIOS

Se entiende por sistema de servicios el conjunto de servicios externos al edificio necesarios para el correcto funcionamiento de éste.

- **Abastecimiento de agua:** Se dispone de acometida de abastecimiento de agua apta para el consumo humano.
- **Evacuación de agua:** Existe red de alcantarillado municipal (red separativa) disponible para su conexionado en las inmediaciones del solar.
- **Suministro eléctrico:** Se dispone de suministro eléctrico con potencia suficiente para la previsión de carga total del edificio proyectado.
- **Telefonía:** La parcela cuenta con la infraestructura externa necesaria para el acceso al servicio de telefonía ofertado por los principales operadores.
- **Telecomunicaciones:** La parcela cuenta con la infraestructura externa necesaria para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- **Recogida de basura:** El municipio de la Almunia de Doña Godina, dispone de servicio de recogida de basuras. Si los residuos producidos por la actividad industrial, por sus características, no pudieran ser recogidos por el servicio de limpieza domiciliario, deberán ser trasladados directamente al vertedero por cuenta del titular de la actividad.

4.1.4. CARCATERÍSTICAS DEL EDIFICIO

Se construirá una nave con forma rectangular, con unas dimensiones de 48 m. de largo por 25,60 m. de ancho. Dicha nave se construirá de forma que el pavimento interior quede a una cota 15 cm superior a la cota del pavimento exterior.

La altura al alero de la nave principal será de 8,74 m, y la altura a cumbre de 11,38 m, con un 10 % de pendiente en cubierta a dos aguas.

La sala de climatización (caldera y U.T.A.), se procederá a la instalación en el forjado superior, de la planta de oficinas. Y la enfriadora irá instalada en la cubierta de la planta industrial.

El acceso a la nave, se realizará a través de portones de apertura automática, de chapa de acero prelacada y de las dimensiones indicadas en planos.

El acceso peatonal se realiza a través de puerta independiente, por la zona de servicios y oficinas, de aluminio anodizado en color a determinar, de las dimensiones indicadas en planos.

La nave irá dotada de la correspondiente instalación de fontanería de agua sanitaria, instalación de saneamiento, instalación eléctrica (fuerza y alumbrado), instalación de climatización, instalación de ventilación- extracción de polvo, instalación de seguridad y demás instalaciones requeridas para un funcionamiento de la industria óptimo, seguro, y en condiciones perfectas de salubridad (Alonso Cuadrado, 2011).

Desarrollo del proyecto

4.1.5. PRODUCCIÓN LÍNEA DE EMBOTELLADO

A la hora de la colocación de los depósitos de almacenamiento de aceite se ha tenido en cuenta la producción diaria de botellas y así, poder asegurar el abastecimiento a las distintas líneas de llenado de aceite.

La máquina escogida es una Polaris Automazioni Monobloque B1

- Capacidad 100cc a 2 L.
- Velocidad 400-500 botellas/hora
- Cambio formato 5-10 min.

A continuación, se muestran los cálculos realizados:

- Un turno de trabajo de 8 horas x 400 botellas/hora = 3200 botellas/diarias en un turno.
- 3200 botellas/diarias x 3 líneas de producción = 9600 botellas/diarias
- 2 litros de capacidad de cada botella x 9600 botellas diarias = 19200 litros diarios.

DEPÓSITO DE ACEITE INOX:

Dos depósitos de 12000 litros cada uno = 24000 litros de almacenamiento en el interior de la nave más otros dos depósitos de 12000 litros en el exterior de la nave conectados en serie con los otros dos depósitos del interior. En total disponemos de 48000 litros de almacenamiento de aceite.

Con estos cálculos observamos que disponemos de una garantía suficiente para cubrir perfectamente un día de turno de trabajo. En nuestro caso con nuestros 48000 litros de aceite, será necesario un abastecimiento de aceite con un camión cisterna cada dos días y medio.

4.2. INGENIERÍA DE OBRAS

4.2.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

4.2.1.1. CIMENTACIÓN

La cimentación ha de trasmisir al terreno el peso del propio edificio, así como, todos los cálculos relacionado con las acciones de las cargas de viento y nieve, y se realizara mediante hormigón armado. Es superficial, resuelto mediante zapatas aisladas de hormigón armado.

Se ha estimado una tensión admisible del terreno de 2,0 Kg/cm². Dicho valor es orientativo basado en los edificios colindantes necesarios para proceder a realizar el cálculo de la cimentación. Esta tensión admisible es determinante para la elección del sistema de cimentación (Alonso Cuadrado, 2011) (Arnedo Muñoz, 2015).

Se ha escogido hormigón para armar HA-50/F/20 elaborado con aditivo superplastificante/reductor de agua de alta actividad Glenium SKY según UNE-EN 934-2:2002. Tamaño de zapatas de 315x315.

4.2.1.2. SOLERAS

El pavimento interior de la nave, será de hormigón tipo H-20 de 20 cm de espesor armado con mallazo de acero corrugado de diámetro 6 a 15x15 cm, regleado con 1% de pendiente a sumideros y aserrado en juntas de dilatación. También irá cubierta con una capa de 3 cm de espesor de poliestireno extruido.

Se ha tomado como resistencia admisible para el cálculo la resistencia a flexotracción del hormigón a partir del ensayo a flexión recogido en la norma UNE-83305/86 y que, en este caso, se recomienda de 3 a 4 Kg/m² dependiendo del tipo de hormigón utilizado. Se aplicará una fina capa de sílice para dar tono de color al pavimento a elección del cliente (Alonso Cuadrado, 2011) (Ferrer, Ferrán, & Ferrer, 1999).

Desarrollo del proyecto

4.2.1.3. ESTRUCTURA

Vigas de techos: Elemento estructural para la sustentación de cubiertas a dos aguas. Según la luz se fabrican diferentes modelos y cantos, siendo esta con una pendiente de 13,67 % y un grado de inclinación de 7, 40º. Las uniones se realizan con tornillos pre-tensados (Alta resistencia).

El resto de vigas de la estructura están detalladas en la Tabla 3 *Perfiles de vigas*.

4.2.1.3.1. PRE-DISEÑO ESTRUCTURA METÁLICA

Para el pre-diseño de la estructura metálica, hemos utilizado CYPE3D, ya que es un software ágil y eficaz pensado para realizar el cálculo de estructuras en tres dimensiones de barras de hormigón, acero, mixtas, aluminio, o madera. En la Ilustración 2, observamos en 3D, el diseño de la estructura con sus correspondientes perfiles. En este caso hemos escogido el acero (CYPE Ingenieros, s.f.).

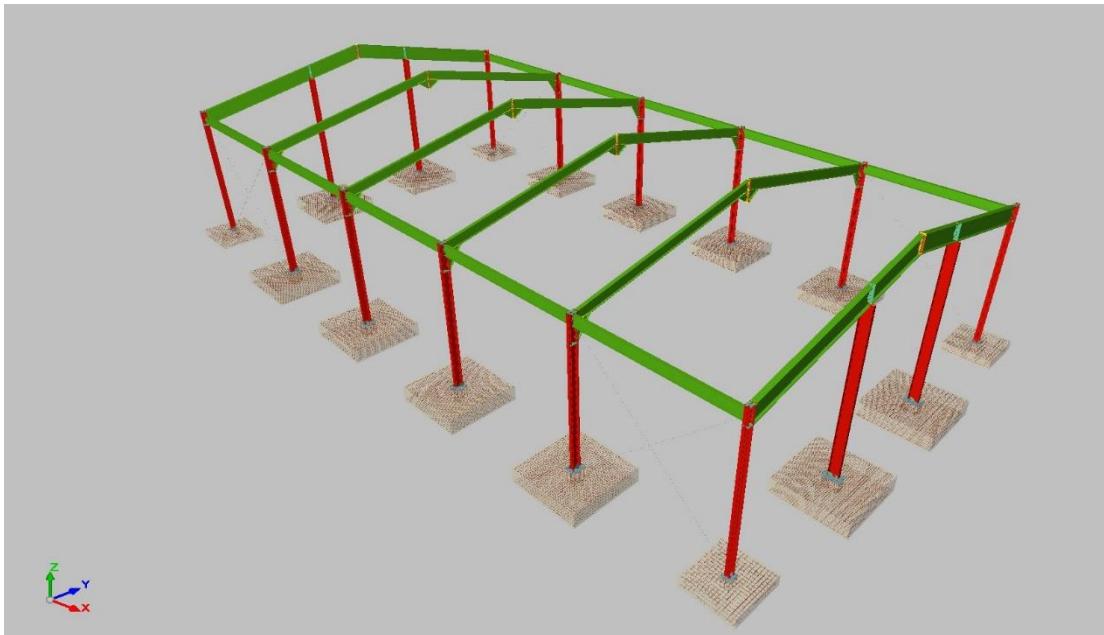


Ilustración 5 Prédiseño estructura metálica

Ventajas del acero como material estructural:

- Alta resistencia que permite cubrir grandes luces con peso propio reducido
- Elasticidad y soldabilidad
- Adaptación prefabricación
- Durabilidad con mantenimiento adecuado
- Ductilidad que permite aceptar grandes deformaciones antes de fallar
- Tenacidad y resistencia a fatiga
- Permite el refuerzo de estructuras existentes
- Reaprovechamiento de estructuras existentes o valor rescate

Desventajas del acero como material estructural:

- Coste de mantenimiento. Requiere de un pintado periódico para evitar la oxidación.
- Las elevadas temperaturas que se generan en los incendios hace que disminuya la resistencia del acero por este motivo la estructura debe ser protegida con material retardador de calor (Hoyos & Lessing, 2013).

Para esta estructura, hemos escogido como material el acero S-275. A continuación, se muestra unos ejemplos de la nomenclatura de los perfiles de acero.

CLIMATIZACIÓN EN NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A EMBOTELLAMIENTO DE ACEITE

Desarrollo del proyecto

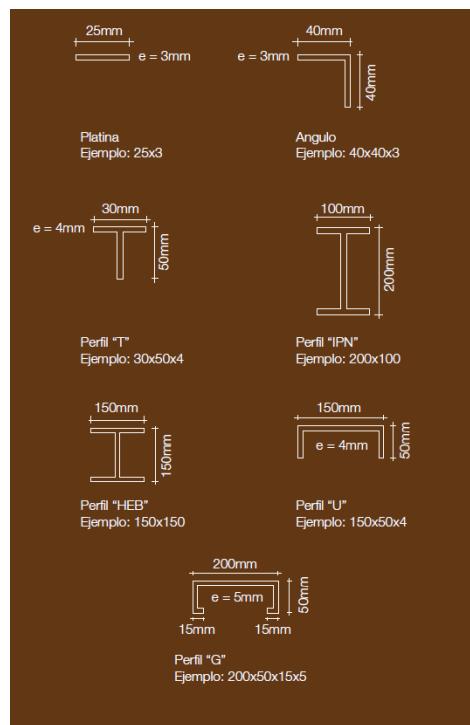


Ilustración 6 Nomenclatura de perfiles de acero (Rodas & Hernán, 2014).

PERFILES	TRAMOS
IPE 600	VIGAS DELTA CENTRALES
HE 340 A	PILARES EXTREMOS ESQUINAS
HE 450 A	PILARES CENTRALES
IPE 600	PILARES FRONTALES
HE 450 A	VIGAS DELTA
TIRANTES EXTREMOS	R 14

Tabla 3 Perfiles Vigas

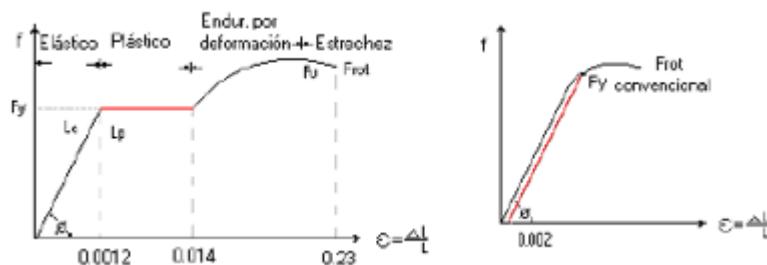


Ilustración 7 Deformación unitaria A36 alta y deformación unitaria Acero de resistencia (Hoyos & Lessing, 2013)

Elementos de unión:

Las conexiones entre elementos de la estructura de acero pueden resolverse a través de los siguientes elementos de unión: Remaches, tornillos, pasadores y soldadura. En nuestro caso hemos escogido para dichas uniones tornillos de alta resistencia³. Los tornillos se montarán mediante llave dinamométrica (Hoyos & Lessing, 2013).

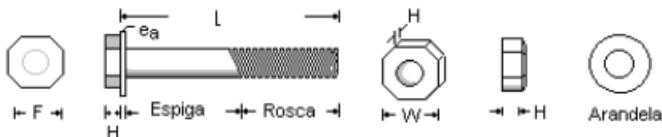


Ilustración 8 Esquema tornillo

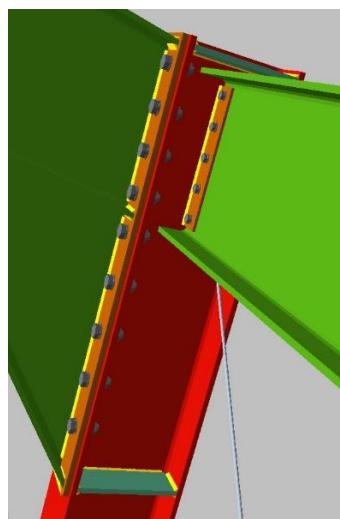


Ilustración 9 Detalle unión en CYPE3D

Transporte de las vigas de acero:

Las vigas se transportarán mediante tráiler hasta la obra, con unas dimensiones de tablero de 13,95 m en este caso no es necesario el transporte especial, ya que, la viga más larga tiene una longitud de 13,075 m (DSV, s.f.).

El transporte se realiza mediante tráiler abierto con las siguientes características:

³ Se fabrican de acero tratados térmicamente y templados, se utilizan en estructuras importantes en uniones tipo fricción A235, A490, tienen cabeza hexagonal. Los tornillos de alta resistencia deben ser instalados con una tensión inicial mínima para evitar que se aflojen las tuercas (Hoyos & Lessing, 2013).

Desarrollo del proyecto

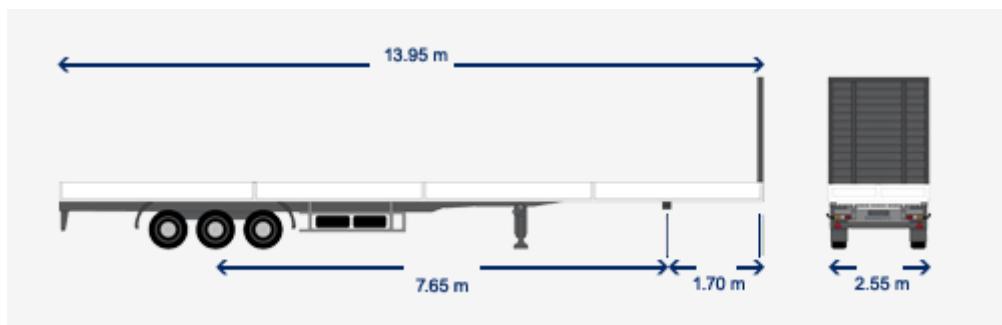


Ilustración 10 Dimensiones tráiler abierto (DSV, s.f.)

PESO/VALOR TARA	6500 Kg
CAPACIDAD DE CARGA	31900 Kg

Tabla 4 Características Camión

4.2.1.3.2. BASES DE CÁLCULO

Para la realización del diseño y cálculo estructural nos ceñiremos al Documento Básico SE Seguridad Estructural. El objetivo del requisito básico "Seguridad Estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

4.2.1.3.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

GENERALIDADES

En general la comprobación ante cada estado límite se realiza en dos fases: determinación de los efectos de las acciones, o análisis (esfuerzos y desplazamientos de la estructura) y comparación con la correspondiente limitación, o verificación (resistencias y flechas o vibraciones admisibles respectivamente).

HIPÓTESIS DE CÁLCULO

El análisis se lleva a cabo de acuerdo con hipótesis simplificadoras mediante modelos, congruentes entre sí, adecuados al estado límite a comprobar y de diferente nivel de detalle, que permitan obtener esfuerzos y desplazamientos en las piezas de la estructura y en sus uniones entre sí y con los cimientos.

UNIONES ENTRE ELEMENTOS

Para representar el enlace entre dos o más piezas se requieren modelos que representen adecuadamente la geometría (las posiciones de los extremos de las piezas unidas), y la resistencia y rigidez de la unión (de los elementos y regiones locales de las piezas que materializan el enlace).

Aunque el deslizamiento de la unión con tornillos pretensados se considera en general un estado límite de servicio, en aquellas situaciones específicas en que se deba garantizar que no habrá deslizamiento en una unión antes de rotura, y así se prescriba para ésta, como por ejemplo en las uniones híbridas, cuando se pretende contar simultáneamente con las resistencias de la soldadura y de los tornillos, se considerará un estado límite último de deslizamiento.

Resistencia a cortante. La resistencia de cálculo a deslizamiento de un tornillo pretensado, será:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma M_2} F_{p,Cd}$$

- $\gamma M_2 = 1,25$ en uniones con agujeros con medidas nominales
- $\gamma M_2 = 1,40$ en uniones con agujeros con sobremedida en dirección paralela a la del esfuerzo.

Desarrollo del proyecto

Resistencia a tracción. El esfuerzo de cálculo de tracción, al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca, debe ser menor o igual que la fuerza de pretensado

Solicitud combinada. En el caso de que actúen simultáneamente sobre el tornillo esfuerzos de tracción y cortante, la resistencia de cálculo al deslizamiento correspondiente al estado límite último se tomará de la siguiente expresión:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,Cd} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M2}}$$

Siendo:

- $F_{t,Ed}$ esfuerzo axil de cálculo del tornillo, al que en su caso, se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca.

No se reducirá la resistencia de cálculo al deslizamiento de la unión cuando las tracciones, por proceder de un momento en la unión, estén equilibradas por una fuerza de contacto igual en la zona comprimida.

4.2.1.4. CUBIERTA

La cubierta de la nave se realizará con paneles tipo sándwich de chapa nervada, de acero galvanizado, de 6 cm de espesor, aislamiento de poliuretano de 45 Kg/m³ de densidad, lámina de aluminio por la cara interior del panel, con un 13,67 % de pendiente a dos aguas, sujetas a correas de acero A-42b en IPN, mediante tornillos autorroscantes, el aislamiento de ésta se realizará mediante proyección de poliestireno expandido, con un espesor de 4cm, y relleno de lana de roca de 6cm de espesor de 175 Kg/m³ (Alonso Cuadrado, 2011).

4.2.1.5. *ENFOSCADOS, ENLUCIDOS Y REVESTIMIENTOS EXTERIORES*

Cerramiento perimetral: Elementos prefabricados que se colocan entre pilares, que están compuestos de un panel de conjunto machi-hembrado de 10 cm de espesor. También se procede a la colocación de un separador de chapa galvanizada de 3 cm de espesor, una cámara de aire con 2 cm de espesor, poliestireno expandido de otros 2cm de espesor y por último una bandeja de chapa galvanizada de 3cm de espesor. Se colocarán correas para la sustentación de los paneles sándwich con unas separaciones de entre 1,5 y 1,6m. por motivo de montaje o labores de mantenimiento para evitar abolladuras.

4.2.1.6. *SOLADO Y ALICATADO*

El pavimento de las zonas de servicios será a base de solado de capa de pavimento de terrazo y acabado mortero de 5cm de espesor de 31x31 cm recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6

Los cerramientos verticales de vestuarios y servicios y el aseo se alicatarán con azulejo blanco de 20x20 cm., recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6.

Desarrollo del proyecto

4.2.1.7. CARPINTERÍA

Las ventanas serán correderas de aluminio anodizado, con la correspondiente vidriería Climalit 4/6/4 y Climalit 4/8/4, tela mosquitera y carril para paso de persiana, de las dimensiones indicadas en planos.

Las puertas de acceso a la nave, para mercancías, serán basculantes plegables de contrapeso automático, de chapa de acero plegada prelacada, de las dimensiones indicadas en planos.

La puerta de acceso peatonal será de aluminio anodizado de 15 micras, de las dimensiones indicadas en planos.

Las puertas de las zonas de servicios serán de madera, de las dimensiones indicadas en planos.

Las puertas de comunicación de, sala de caldera, y las interiores de las zonas industriales serán de chapa acero plegada prelacada, con resistencia al fuego de las dimensiones indicadas en planos (Alonso Cuadrado, 2011).

4.2.1.8. ALBAÑILERÍA INTERIOR

Panel de sectorización ACH (PM1) acústico en 50 mm. de espesor machihembrado en cara exterior e interior, núcleo de lana de roca tipo "L" dispuesto en lámelas con chapas de acero prelacadas 0,5/0,5, una de ellas perforada triple banda, aislamiento acústico certificado según UNE ENE ISO-140-3 como $Rw=33dB$ y coeficiente de absorción acústica 0,75 según norma europea EN-20354, certificado según norma europea de reacción al fuego EN-13501-1:2002 como A2-S1, d0. Incluso p.p de accesorios ACH, mano de obra y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado.

4.2.2. MAQUINARÍA PLANTA INDUSTRIAL

Las máquinas y bienes de equipo a instalar serán las que se citan a continuación:

- Silos
- Carretilla Elevadora
- Cuadro de Mando
- Torre de Enfriamiento
- Máquina de Embalaje
- Cinta Transportadora
- Cinta Transportadora en Curva
- Máquina de soplado
- Llenadora rotativa
- Brazo robot ABB 460
- Taponadora rotativa
- Bidones Residuos
- Contenedor residuos
- Dispositivos informáticos
- Caldera
- Enfriadora
- U.T.A.
- Etiquetadora

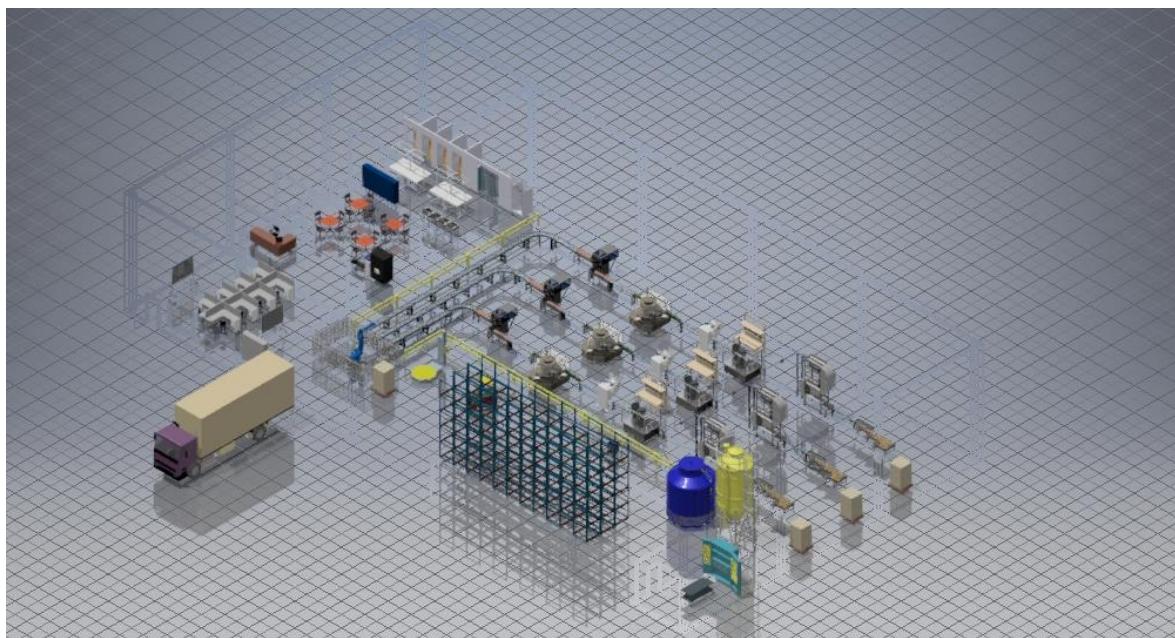


Ilustración 11 Distribución en planta

Desarrollo del proyecto

4.2.3. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Hay 3 líneas, pero de igual construcción, el primer paso es introducir las botellas a la cinta transportadora, después se lava el interior de las botellas, entra en la estación de llenado donde se llena del aceite y se le pone un tapón dosificador, en la siguiente etapa se coloca el tapón definitivo, pasa a la etiquetadora y seguidamente a la encajadora, la etapa final es el robot paletizador y la flejadora. Por último, se almacena el producto y se carga en los camiones.

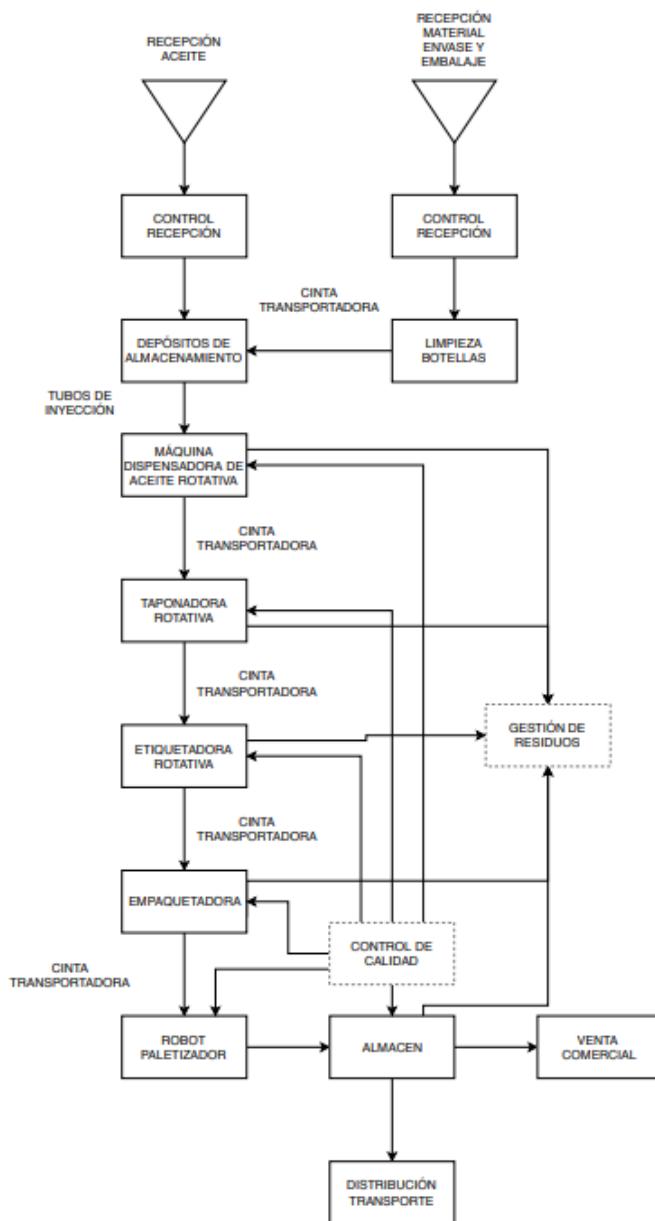


Ilustración 12 Diagrama proceso en planta

4.3. INSTALACIÓN SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Entendiendo la nave industrial como un establecimiento industrial y estudiando su configuración y ubicación con relación a su entorno se define dicha nave como una de TIPO C, pues ocupa totalmente un edificio que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo. Dicha distancia está libre de mercancías, combustibles y elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio (Arnedo Muñoz, 2015).

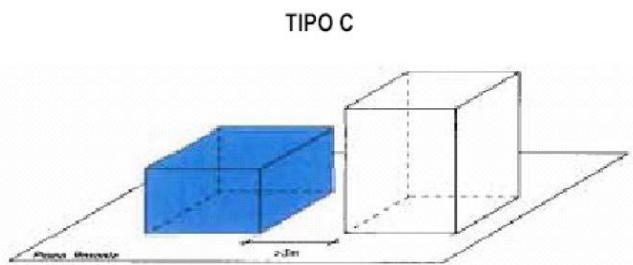


Ilustración 13 Emplazamiento de la nave

Caracterización del establecimiento según su nivel de riesgo intrínseco Según su nivel de riesgo intrínseco y siendo la nave tipo C se entiende como "sector de incendio", el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca. Por lo tanto, esta nave constará de un único sector de incendio.

Desarrollo del proyecto

Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio: En el caso de actividades de almacenamiento, se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Donde:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i), que existen en el sector de incendio.
- R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, en nuestro caso almacenamiento.
- A = superficie construida del sector de incendio u ocupada por el sector, en m².
- q_{vi} = carga de fuego aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.
- h_i = altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles "(i)", en m.
- s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio en m².

Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio: En el caso de actividades distintas al almacenamiento, se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Donde:

- Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en el apartado 3.2.1 anterior.
- q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/m².
- S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m².

Los valores de la densidad de carga de fuego media, q_{si} , pueden obtenerse de la tabla 1.2 del RSCIEI.

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de la aplicación de este reglamento, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_e , de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_i Q_{si} A_i}{\sum_i A_i} \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

Donde:

- Q_e = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- Q_{si} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- A_i = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

ALMACENAMIENTO							
PRODUCTOS	QV (MJ/m ²)	CI	S m ²	H m	RA	A m ²	TOTAL QS (MJ/m ²)
ACEITES	18900	1	60	5	2	60	189000
CARTÓN	4200	1,3	60	5	1,5	60	40950
PALLETS MADERA	1300	1,3	70	5	2	70	16900
PAPELERÍA	1100	1,3	10	3	2	10	8580
MEDIA PONDERADA	20362,23 MJ/m ²						

Tabla 5 Carga al fuego almacenamiento

Desarrollo del proyecto

PRODUCCIÓN						
PRODUCTOS	QS (MJ/m ²)	CI	S m ²	RA	A m ²	TOTAL QS (MJ/m ²)
ACEITES	1000	1	60	2	60	2000
APARATOS MECÁNICOS	400	1	250	1	250	400
EMBALAJE P. ALIMENTICIOS	800	1,3	60	1,3	60	1352
OFICINA COMERCIAL	800	1,3	200	1,5	200	1560
TOTAL	5312 MJ/m ²					

Tabla 6 Cálculos Densidad Carga de fuego ponderada y corregida

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, Ci, de cada combustible pueden deducirse de la tabla 1.1 del Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	Mcal/m ²	MJ/m ²	
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
ALTO	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

Tabla 7 Densidad de carga de fuego

Una vez realizado los cálculos, comprobamos en la Ilustración 8, que nos encontramos en el nivel de riesgo intrínseco Alto, siendo nuestra $Q_s >$ que 13600 MJ/m²

4.3.1. PERIODIDAD REVISIÓN

Dos años, para los establecimientos de riesgo intrínseco alto.

De dichas inspecciones se levantará un acta, firmada por el técnico titulado competente del organismo de control que ha procedido a la inspección y por el titular o técnico del establecimiento industrial, quienes conservarán una copia.

SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE número 74, martes 28 marzo 2006).

Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI).

El objetivo del requisito básico "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales", en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación (Arnedo Muñoz, 2015).

Desarrollo del proyecto

11.1 Exigencia básica SI 1: Propagación interior: Se limitara el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

11.2 Exigencia básica SI 2: Propagación exterior: se limitara el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

11.3 Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes: el edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

11.4 Exigencia básica SI 4: Instalaciones de protección contra incendios: el edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

PRO. DE EJECUCION DE NAVE INDUSTRIAL CON OFICINAS CUMPLIMIENTO DEL CTE

11.5 Exigencia básica SI 5: Intervención de bomberos: se facilitara la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

11.6 Exigencia básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura: la estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

En este caso no se le aplicará el CTE, ya que la zona de ventas y comercial no supera los 250 m² teniendo una superficie de 235,26m² y por lo tanto se aplicará el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales".

4.3.2. SECTORIZACIÓN

Según lo anterior y en aplicación del "Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales" las zonas de uso industrial deben constituir sector de incendio independiente respecto a las zonas de otros usos que se den en el edificio.

Por este motivo la zona comercial y de oficinas debe formar parte de un sector de incendios independiente a la zona industrial.

Como la superficie construida dedicada a uso comercial es de 235,26 m² toda ella puede formar parte del mismo sector de incendios ya que dicha superficie es inferior a 2.500 m². (Arnedo Muñoz, 2015).

4.3.3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

Evacuación de los establecimientos industriales.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

- $P = 1,10 p$, cuando $p < 100$.
- $P = 110 + 1,05 (p - 100)$, cuando $100 < p < 200$.
- $P = 215 + 1,03 (p - 200)$, cuando $200 < p < 500$.
- $P = 524 + 1,01 (p - 500)$, cuando $500 < p$.

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Los valores obtenidos para P, según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

Desarrollo del proyecto

4.3.4. CÁLCULO DE OCUPACIÓN

- $P = 1,10 p$, cuando $p < 100$. --> $P = 1,10 \cdot 30 = 27,5 \approx 28$

ZONA COMERCIAL

- $P = 1,10 p$, cuando $p < 100$. --> $P = 1,10 \cdot 52 = 57,2 \approx 57$

ZONA INDUSTRIAL

Total planta baja = 85 personas

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en el artículo 7.2 de la NBE/CPI/96:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 8 Longitud salidas de evacuación

Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

4.3.5. DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

4.3.5.1. PUERTAS

El dimensionado de las puertas se realiza a partir de la siguiente expresión deben satisfacer las condiciones que se establecen en el CTE, en toda su extensión o alcance:

$$A \geq P/200 \geq 0,80 \text{ m}$$

Donde:

A = anchura de la puerta en metros

P = número total de personas cuyo paso está previsto por la puerta considerada

UBICACIÓN	P	A=P/200	A.MINIMA	A.PROYECTO
COMERCIAL Y VENTAS	28	0,14 m	0,80 m	0,9 m
PRODUCCIÓN Y ALMACENAJE	57	0,285 m	0,80 m	0,9 m

Tabla 9 Anchura de puertas

Las puertas de las cabinas de los aseos por no estar en recorridos de evacuación no precisan cumplir la anchura mínima de 0,80 m exigible a las que si lo están el resto de puertas de la nave.

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

a) Los sectores con actividades de producción:

- 1.º De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2000 \text{ m}^2$.
- 2.º De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.

b) Los sectores con actividades de almacenamiento:

- 1.º De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.
- 2.º De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$.

Se instalarán de acuerdo a la normativa vigente de evacuación de humos en caso de incendios, la zona de producción y almacenamiento.

Desarrollo del proyecto

4.3.6. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE INCENDIO COMERCIAL-VENTAS

Uso principal del sector de incendio: Comercial y ventas

- Superficie construida del sector de incendio: 235,26 m²
- Altura de evacuación ascendente: 0 m
- Altura de evacuación descendente: 0 m

Se instalan extintores portátiles de eficacia 10A (2 por planta) de tal forma que el recorrido en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor sea inferior a 13,00 m. La parte más alta de los extintores se situará a 1,70 m sobre el suelo como.

De igual forma se instalará un extintor portátil de CO₂ (eficacia 34B) junto al cuadro general de la instalación eléctrica ubicado en la planta baja.

Como no hay agrupaciones de locales de riesgo especial medio y alto con superficie construida superior a 1.000 m² no son necesarios extintores móviles de 50 kg de polvo.

4.3.7. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE INCENDIOS PROCESAMIENTO-ALMACENAMIENTO

Uso principal del sector de incendio: Procesamiento y almacenamiento

- Superficie construida del sector de incendio: 993,54 m²
- Altura de evacuación ascendente: 0 m
- Altura de evacuación descendente: 0 m

4.3.7.1. SISTEMA DE BOCAS DE INCENDIOS EQUIPADAS

Se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

Sistemas de BIE e hidrantes:

[1] + [2] caso (a) Edificios con plantas al nivel de rasante solamente:

Caudal de agua requerido por el sistema de hidrantes (QH).

Reserva de agua necesaria para el sistema de hidrantes (RH).

NOTA: Las B.I.E. se equiparán con espuma, debido a que, al tener un combustible líquido, el sistema adecuado de extinción del incendio es la utilización de espuma.

4.3.7.1.1. TIPO DE BIE Y NECESIDADES DE AGUA

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 10 B.I.E.

En nuestro caso instalaremos tres bocas de incendios equipadas de 45 mm. indicadas en plano.

Desarrollo del proyecto

4.3.8. EXTINTORES

Se instalan extintores de incendio portátiles en el único sector de incendio (nave industrial).

El agente extintor se selecciona según la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, 5 de noviembre.

Agente exterior	Clase de fuego (UNE 23.101)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D(Metales especiales)
Agua pulverizada	XXX (2)	X		
Agua en chorro	XX (2)			
Polvo BC		XXX	XX	
Polvo ABC	XX	XX		
Polvo específico metales				XX
Espuma física	XX (2)	XX		
Anhídrido carbónico	XX (1)	X		
Hidrocarburos halogenados	X (1)	XX	XX	

Tabla 11 Tipos de extintores

Siendo:

- X: aceptable
- XX: adecuado
- XXX: muy adecuado

	VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)			
	V≤20	2	50	100
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

Tabla 12 Volumen máximo combustibles líquidos en sector de incendios

NOTAS:

(1) Cuando más del 50 por ciento del volumen de los combustibles líquidos, V, esté contenido en recipientes metálicos perfectamente cerrados, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior de la clase B, según la Norma UNE-EN 3-7.

(2) Cuando el volumen de combustibles líquidos en el sector de incendio, V, supere los 200 l, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50 kg de polvo BC, o ABC, a razón de:

Un extintor, si:

- $200 \text{ l} < V \leq 750 \text{ l}$.

Dos extintores, si:

- $750 \text{ l} < V \leq 2000 \text{ l}$.

Si el volumen de combustibles de clase B supera los 2000 l, se determinará la protección del sector de incendio de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que lo afecte.

4.3.9. SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- Estén situados en planta bajo rasante.

Desarrollo del proyecto

4.3.10. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Tanto los extintores como las bocas de incendio equipadas se señalizarán mediante placas fotoluminiscentes conforme a las señales definidas en la norma UNE 23033-1. Estas placas serán de un tamaño de 420x420 mm ya que la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m. (Arnedo Muñoz, 2015).

4.3.11. GRUPO DE PRESIÓN CONTRA INCENDIOS

Se instalarán dos depósitos en serie de 12 m³ de capacidad para abastecer las tres bocas de incendio equipadas, en caso de corte de agua en la red principal.

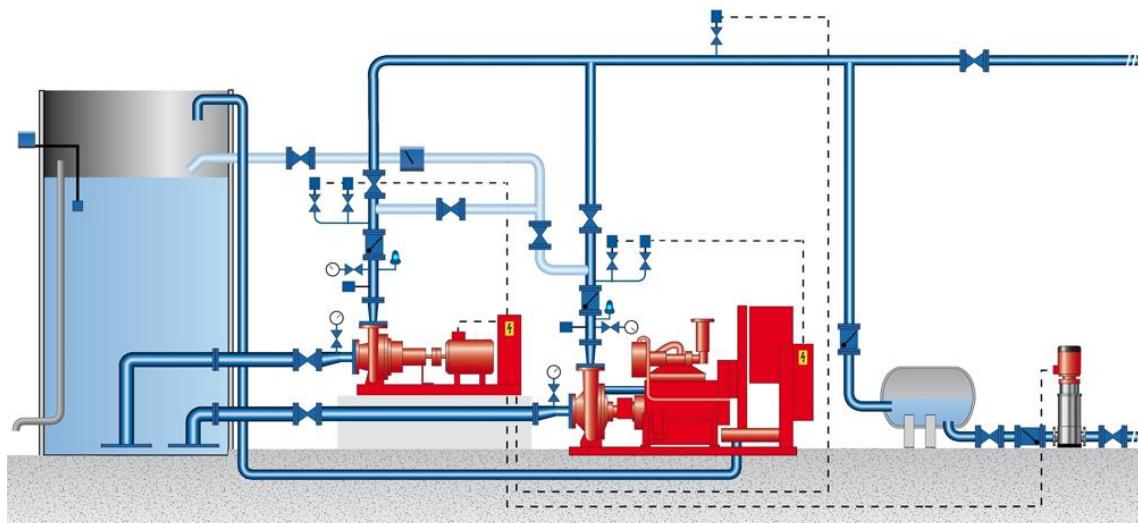


Ilustración 14 Esquema grupo de presión contra incendios (Cuaderno de seguridad, s.f.)

4.3.12. DETECTOR DE INCENDIOS

Se instalarán detectores iónicos de humos a 24 V., acorde con norma EN- 54-7, provisto de led indicador de alarma con enclavamiento, chequeo de funcionamiento automático, salida para indicador de alarma remoto y estabilizador de tensión, incluso montaje en zócalo convencional.

La instalación de detectores se deberá probar en su lugar de operación, según las instrucciones del fabricante.

Se instalará un detector cada 60m².

Desarrollo del proyecto

4.4. INSTALACIÓN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

4.4.1. CONDICIONES EXTERIORES

Según la norma ITE 02.3 la elección de las condiciones exteriores se realiza en función de los niveles percentiles.

Se obtienen los datos del emplazamiento de la nave La Almunia de Doña Godina.

Los datos obtenidos son:

- Latitud: 41°29'41.62"Norte.
- Longitud: 1°22'4.29" Oeste
- Altitud sobre el nivel del mar: 366 m.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo, polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P)

La calidad del aire exterior de La Almunia de Doña Godina es ODA 1.

4.4.2. CONDICIONES INTERIORES

De acuerdo a la norma IT 1.1.4.1.2., las condiciones interiores de la temperatura y la humedad relativa se fijan en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos, y estarán comprendidas entre los siguientes límites:

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 13 Temperaturas R.I.T.E.

Las condiciones interiores del proyecto:

- Temperatura seca en verano: 23°C.
- Temperatura seca en invierno: 22 °C.
- Humedad relativa en verano: 50%.
- Humedad relativa en invierno: 50%.

Disponemos de un sistema de ventilación, el cual, aporte suficiente caudal del aire exterior, para evitar elevadas concentraciones de contaminación dentro de la nave industrial. En función del uso del local, la calidad del aire interior (IDA) que se debe alcanzar es, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad, 20 l/s·pers).
- IDA 2 (aire de buena calidad, 12,5 l/s·pers).
- IDA 3 (aire de calidad media, 8 l/s·pers).
- IDA 4 (aire de calidad baja, 5 l/s·pers).

En nuestro caso, la calidad de aire interior a alcanzar es una IDA 3.

Desarrollo del proyecto

En función de la calidad de aire exterior (ODA) y de la calidad de aire interior (IDA), seleccionamos la clase de filtración que necesitamos, en la tabla que disponemos a continuación:

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6/F7	G4/F6

(*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración.

Tabla 14 Clases de filtración

En nuestro caso, utilizaremos la clase de filtración F7.

4.4.3. CERRAMIENTOS

Para el correcto cálculo de la instalación del sistema de climatización, es de gran importancia saber qué tipo de cerramiento disponemos en la nave. Posteriormente calcularemos en los coeficientes de transmisión térmica "U".

Los diferentes cerramientos de los que disponemos son:

- Fachada:
 - Panel conjunto machi-hembrado
 - Separador de chapa galvanizada
 - Cámara de aire
 - Poliestireno expandido
 - Bandeja chapa galvanizada
- Cubierta:
 - Acero galvanizado
 - Relleno lana de roca
 - Espuma rígida de poliuretano expandido
 - Acero galvanizado
- Suelo:
 - Hormigón armado
 - Forjado bóveda de hormigón
 - Poliestireno extruido
 - Pavimento terrazo y acabado de mortero

Desarrollo del proyecto

Para el cálculo del coeficiente de trasmitancia se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Donde R_T es "la resistencia térmica total de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas" (Fernández Gárate, 2017). Se calcula siguiendo esta expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Donde:

- R_{si} = Resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior
- R_{se} = Resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior
- R_1, R_2, \dots, R_n = Resistencia térmica de cada capa de material y se calcula con la siguiente expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Donde:

- e : Espesor de la capa (m)
- λ : Conductividad térmica del material

Los cálculos obtenidos de "U" para todos los cerramientos son los siguientes:

COEFICIENTES DE TRASMITANCIA TÉRMICA

CERRAMIENTO EXTERIOR: FACHADA	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m· K)	ESPESOR (m)	RESISTENCIA TÉRMICA R=E/λ
RSE	-	-	0,04
PANELMCONJUNTO MACHI-HMEBRADO	0,4	0,1	0,25
SEPARADOR CHAPA GALVANIZADA	50	0,03	0,0006
CÁMARA DE AIRE	0,218	0,02	0,0917
POLIESTIRENO EXPANDIDO	0,039	0,02	0,5128
BANDEJA CHAPA GALVANIZADA	50	0,03	0,0006
RSI	-	-	0,13
TOTAL			1,0257

Tabla 15 Coeficientes de transmitancia térmica fachada

$$\frac{1}{R_T} = 0,97494 \frac{W}{M^2} \cdot {}^\circ K$$

CERRAMIENTO EXTERIOR: CUBIERTA	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m· K)	ESPESOR (m)	RESISTENCIA TÉRMICA R=E/λ
RSE	-	-	0,04
ACERO GALVANIZADO	50,2	0,06	0,00119
RELLENO LANA DE ROCA	0,0344	0,06	1,7441
ESPUMA RÍGIDA DE POLIURETANO EXPANDIDO	0,038	0,04	1,0526
ACERO GALVANIZADO	50,2	0,06	0,00119
RSI	-	-	0,1
TOTAL			2,9390

Tabla 16 Coeficientes de transmitancia térmica cubierta

$$\frac{1}{R_T} = 0,3402 \frac{W}{M^2} \cdot {}^\circ K$$

Desarrollo del proyecto

CERRAMIENTO EXTERIOR: SUELO	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m·K)	ESPESOR (m)	RESISTENCIA TÉRMICA R=E/λ
RSE	-	-	0,04
HORMIGON ARMADO	2,5	0,02	0,008
FORJADO BÓVEDA DE HORMIGON	1,58	0,18	0,1139
POLIETILENO EXTRUIDO	0,03	0,05	1,66
PAVIMENTO TERRAZO Y ACABADO MORTERO	1,8	0,05	0,027
RSI	-	-	0,17
TOTAL			2,0189

Tabla 17 Coeficientes de transmitancia térmica suelo

$$\frac{1}{R_T} = 0,4953 \frac{W}{M^2} \cdot {}^\circ K$$

$$\text{VENTANAS: } 1,8 \frac{W}{M^2} \cdot {}^\circ K$$

$$\text{PUERTAS: } 1,04 \frac{W}{M^2} \cdot {}^\circ K$$

4.4.4. CARGAS TÉRMICAS

Entendemos como carga térmica, al fenómeno que es propenso a modificar tanto la temperatura del aire, o el contenido de humedad del mismo.

Es muy importante tener conocimiento sobre las cargas térmicas, tanto en las condiciones de verano, como en las condiciones de invierno. Para si obtener la situación más desfavorable.

En los cálculos de las cargas térmicas, se añadirá un 10% en materia de coeficiente de seguridad.

Hay que distinguir en dos tipos de cargas, tanto, interiores como exteriores.

CARGAS INTERIORES

- Cargas por ocupación: Calor sensible y latente (Temperatura mayor de 37°C y sudor).
- Cargas por iluminación: Calor sensible del sistema eléctrico.
- Cargas por equipos: Calor Sensibles y Calor Latentes (Motor o equipos).

CARGAS EXTERIORES

- Cargas de trasmisión de fachas, suelos y cubiertas: Diferencia de temperatura entre el exterior e interior de los cerramientos.
- Cargas por ventilación: Calor sensible y latente (debido a la introducción de aire exterior a diferente temperatura).

Desarrollo del proyecto

4.4.4.1. CÁLCULO DE CARGAS SENSIBLES

El cálculo de cargas sensibles se realiza con el siguiente procedimiento.

4.4.4.1.1. CARGAS A TRASMISIÓN A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS

Diferencia de temperatura entre el exterior e interior de los cerramientos.

$$Q_T = S \cdot U \cdot C_o \cdot (T_I - T_e)$$

Donde:

- Q_T = Carga térmica por transmisión (W)
- S = Superficie del muro expuesta a diferencia de temperatura (m^2)
- U = Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento ($W/m^2 \cdot K$)
- C_o = Coeficiente de orientación del cerramiento
- T_I = Temperatura proyectada en la nave ($^{\circ}C$)
- T_e = Temperatura ambiente del exterior de la nave ($^{\circ}C$)

MATERIAL	ORIENTACIÓN	FACTOR DE VIENTO
MURO	NORTE	1.2
CRISTAL		1.35
MURO	SUR	1
CRISTAL		1
MURO	ESTE	1.15
CRISTAL		1.25
MURO	OESTE	1.1
CRISTAL		1.2
CUBIERTA	HORIZONTAL	1

Tabla 18 Coeficientes orientación cerramientos

4.4.4.1.2. CARGAS DE VENTILACIÓN

Calor sensible y latente (debido a la introducción de aire exterior a diferente temperatura).

$$Q_{sv} = Q_v \cdot C_e \cdot \delta \cdot (T_l - T_e)$$

Donde:

- Q_{sv} = Carga térmica sensible por ventilación (Kcal/h)
- Q_v = Caudal de aire aportado (m^3/h)
- C_e = Calor específico del aire (Kg/m^3)
- δ = Densidad del aire (Kg/m^3)
- T_l = Temperatura proyectada en la nave ($^{\circ}C$)
- T_e = Temperatura ambiente del exterior de la nave ($^{\circ}C$)

El caudal de aire aportado será de $28,8 m^3/h$ por persona debido a la selección de la IDA 3.

Calor específico del aire es $0,24 Kcal/Kg^{\circ}C$

Densidad del aire es $1,24 Kg/m^3$

Desarrollo del proyecto

4.4.4.1.3. CARGAS DE OCUPACIÓN

Calor sensible y latente (Temperatura mayor de 37ºC y sudor).

Se toma 14m²/ocupante, como grado de ocupación.

Carga sensible y latente por persona y grado de actividad:

- Refrigeración: Carga sensible 74Kcal/h por persona (Trabajo ligero en el banco de taller)
- Calefacción: Carga sensible 92 Kcal/h (Trabajo ligero en el banco de taller)

$$Q_o = \frac{S}{Ocupación} \cdot q_0$$

Donde:

- Q_o = Carga sensible por ocupación (Kcal/h)
- S = Superficie de la nave (m²)
- q_0 = Carga sensible por persona (Kcal/h)

4.4.4.1.4. CARGAS DE ILUMINACIÓN

Calor sensible del sistema eléctrico.

$$Q_I = S \cdot POT \cdot f$$

Donde:

- Q_I = Carga sensible por iluminación
- S = Superficie de la nave en m²
- POT = Potencia de las lámparas de iluminación de la nave
- F = Factor de la lámpara

Se instalarán lámparas fluorescentes de 3,24 w/m² con un factor de 0,5.

4.4.4.1.5. CARGAS DE EQUIPOS Y MÁQUINAS

Calor Sensible y Calor Latentes de motor o equipos._En dicha nave, consideramos una potencia de 12 W/m².

4.4.4.2. CÁLCULO DE CARGAS LATENTES

4.4.4.2.1. CARGAS DE OCUPACIÓN

Los cálculos se realizan de igual manera que para la carga sensible, con las siguientes modificaciones:

- Refrigeración: Carga sensible 115Kcal/h por persona (Trabajo ligero en el banco de taller)
- Calefacción: Carga sensible 97 Kcal/h (Trabajo ligero en el banco de taller)

4.4.4.2.2. CARGAS DE VENTILACIÓN

Calor sensible y latente (debido a la introducción de aire exterior a diferente temperatura).

$$Q_{iv} = Q_V \cdot 0,084 \cdot (W_e - W_i)$$

Donde:

- Q_{iv} = Carga latente por ventilación (W).
- Q_V = Caudal de ventilación (m³/h)

$(W_e - W_i)$ = Diferencia entre la humedad absoluta del aire exterior e interior de la nave (gr/Kg).

Desarrollo del proyecto

4.4.4.2.3. CARGAS DE EQUIPOS Y MÁQUINAS

Calor Sensible y Calor Latentes de motor o equipos. En dicha nave, consideramos una potencia de 5 W/m².

CARGAS POR REFRIGERACIÓN

CARGAS SENSIBLES

CERRAMIENTOS	39107,32 W
VENTILACIÓN	7722,36 W
OCUPACIÓN	7372,46 W
ILUMINACIÓN	1943,22 W
MAQUINARÍA	14394,24 W
TOTAL	70539,60 W

Tabla 19 Cargas sensibles refrigeración

CARGAS LATENTES

OCCUPACIÓN	11457,20 W
VENTILACIÓN	2673,26 W
EQUIPOS O MÁQUINAS	7197,12 W
TOTAL	21327,58 W

Tabla 20 Cargas latentes refrigeración

FACTOR DE UN 10 % DE SEGURIDAD → {CALOR SENSIBLE TOTAL = 77,63 KW
CALOR LATENTE TOTAL = 23,48 KW

CARGAS POR CALEFACCIÓN

CARGAS SENSIBLES

CERRAMIENTOS	-85509,83 W
VENTILACIÓN	-19378,76 W
OCUPACIÓN	9165,76 W
ILUMINACIÓN	1943,22 W
MAQUINARÍA	14394,24 W
TOTAL	-79385,36 W

Tabla 21 Cargas sensibles calefacción

CARGAS LATENTES

OCCUPACIÓN	9665,65 W
VENTILACIÓN	- 1439,42 W
EQUIPOS O MÁQUINAS	7197,20 W
TOTAL	15423,43 W

Tabla 22 Cargas latentes calefacción

FACTOR DE UN 10 % DE SEGURIDAD → $\left\{ \begin{array}{l} \text{CALOR SENSIBLE TOTAL} = -87,32 \text{ KW} \\ \text{CALOR LATENTE TOTAL} = 15,42 \text{ KW} \end{array} \right.$

Desarrollo del proyecto

4.4.5. DISEÑO Y CÁLCULO DEL CLIMATIZADOR

4.4.5.1. UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE

Con el diseño e instalación del sistema de climatización, se busca proporcionar un buen ambiente a los trabajadores, así como una correcta temperatura para el funcionamiento óptimo de las máquinas. Con dicho sistema podemos controlar temperatura, humedad, velocidad del aire y calidad del aire.

Otro de los grandes enemigos del aceite es la temperatura, que debería mantenerse más o menos entre 18 y 24 grados y por lo tanto se ha escogido este sistema para un mantenimiento de la temperatura adecuada de la nave, ya que, aunque el aceite estará refrigerado en cubas contenedoras, hay una parte de la nave dedicada al almacén del aceite embotellado (Fernández Gárate, 2017).

El sistema de climatización escogido es todo aire, el cuál utiliza la entrada de aire del interior de la nave, para posteriormente tratar dicho aire y devolver a la nave mediante rejillas de impulsión renovando en espacio.

Ventajas del sistema todo aire:

- Servicios que no son de pública concurrencia están exentos.
- Manejar grandes volúmenes de aire.
- Enfriamiento gratuito mediante aire exterior.
- Es silencioso.

Desventajas del sistema todo aire:

- Coste elevado

El sistema todo aire, utiliza una unidad de tratamiento de aire (UTA), conocidas en la industria como climatizadores. Estas unidades las podemos instalar tanto en interior como en exterior, si las instalamos en el interior del local, dispondremos de apertura del local hacia el aire exterior.

Se instalarán indicadores de temperatura y humedad TW-BASE, para visualización y verificación de temperatura marcado en el Real Decreto 1826/2009. Se instalará un dispositivo en la zona de producción y otro en la sala de oficinas y ventas. Ambos irán situados en las entradas de las respectivas zonas.

En nuestro caso, la instalaremos en el interior ya que en el local disponemos de apertura hacia el aire exterior. La caldera también irá situada en el interior del local, y la enfriadora irá instalada en la cubierta.

- Caja de mezcla
- Filtros
- Ventiladores
- Baterías de frío y calor
- Sección humidificación
- Sección recuperación

Selección de la unidad de tratamiento de aire:

- Calcularemos la demanda térmica del local
- Definimos la ocupación y calculamos el volumen de ventilación
- Temperatura tanto en el interior como en el exterior y su respectiva humedad
- Temperatura del agua tanto en los circuitos de agua fría y caliente
- Disponibilidad del espacio y situación, tanto en el interior de la nave, como en el exterior.

4.4.5.2. CALDERA

La caldera se situará en la planta superior de la oficina, cuya función será la de producir agua caliente tanto para el A.C.S. de los aseos, como para impulsar agua caliente a la unidad de tratamiento de aire. La caldera al superar la potencia de 70 KW, tiene que estar en una sala de calderas para que cumpla la normativa UNE 60601:2006.

La caldera seleccionada es una BAXI CPA-BT de 115Kw.

4.4.5.3. ENFRIADORA

La enfriadora se situará en el tejado de la nave, con su soporte pertinente para situarla en inclinación. Se encarga de mandar el agua fría a la unidad de tratamiento de aire. La enfriadora escogida es una Hitecsa KRONO 5001.2 de 136 KW.

Desarrollo del proyecto

4.4.5.4. CÁLCULOS UNIDADES CLIMATIZADORAS

4.4.5.4.1. REFRIGERACIÓN

$$\begin{cases} Q_S = 77,63 \text{ KW} \\ Q_L = 23,48 \text{ KW} \end{cases}$$

El factor de calor sensible relaciona las cargas sensibles y latentes totales anteriormente calculadas.

$$\text{Factor de calor sensible} = \text{FCS} = \frac{Q_S}{Q_S + Q_L} = \frac{72,09}{72,09 + 23,48} = 0,76$$

Una vez realizamos el cálculo del FCS, procedemos a calcular todos los parámetros necesarios mediante el diagrama psicométrico.

$$Q_{\text{VENTILACIÓN}} = 28,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{persona}} \times 85 \text{ personas} = 2448 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\dot{m}_{\text{VENTILACIÓN}} = 1,63 \text{ Kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{VENTILACIÓN}} = \dot{m}_{\text{RETORNO}} = 1,63 \text{ Kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = \dot{m}_{\text{VENTILACIÓN}} + \dot{m}_{\text{RETORNO}} = 3,26 \text{ Kg/s} \rightarrow Q_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 4896 \text{ m}^3/\text{h}$$

A partir del diagrama psicrométrico obtenemos las entalpías y la humedad específica las cuales cumplen lo explicado anteriormente.

$$\Delta h_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 69 \text{ Kj/Kg} - 40 \text{ Kj/kg} = 29 \text{ Kj/Kg}$$

$$POT_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = \dot{m}_{\text{CLIMATIZACIÓN}} \cdot \Delta h_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 29 \times 3,26 = 94,54 \text{ kW}$$

$$\Delta H_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 0,015 - 0,008 = 0,007 \text{ Kj/Kg}$$

$$h_{\text{LATENTE}} = C_{\text{LATENTE}} \cdot \Delta H_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 2260 \times 0,007 = 15,82 \text{ Kj/Kg}$$

$$POT_{\text{LATENTE}} = \dot{m}_{\text{CLIMATIZACIÓN}} \cdot h_{\text{LATENTE}} = 3,26 \times 15,82 = 51,57 \text{ kW}$$

$$POT_{\text{SENSIBLE CLIMATIZACIÓN}} = POT_{\text{CLIMATIZACIÓN}} \cdot h_{\text{LATENTE}} = 94,54 - 15,82 = 78,72 \text{ Kw} > 77,63 \text{ Kw}$$

$$POT_{\text{LATENTE CLIMATIZACIÓN}} = 51,57 \text{ kw} > 23,48 \text{ kw}$$

La potencia total es la suma de la potencia sensible de climatización y la potencia latente de climatización.

$$\underline{\text{POTENCIA TOTAL} = 130,39 \text{ kW}}$$

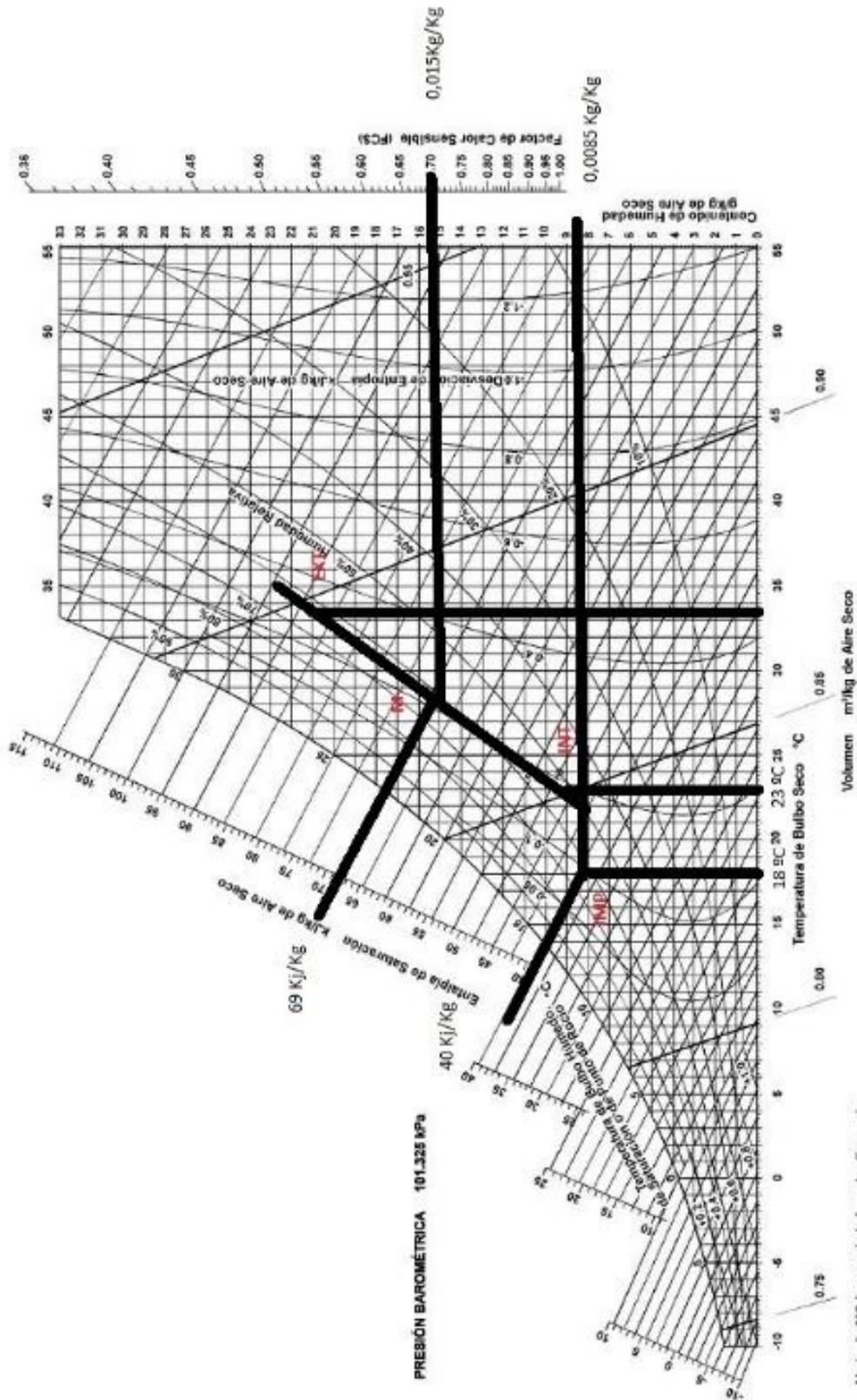


Ilustración 15 Psicrométrico refrigeración

Desarrollo del proyecto

4.4.5.4.2. CALEFACCIÓN

El cálculo de la calefacción es diferente que el de refrigeración, en este caso no tenemos en cuenta el factor de calor sensible, sino, que el aire, que está en el punto de mezcla, constituido por al aire de ventilación y aire de retorno, pasa a través de unas cortinas de agua para conseguir la humedad deseada.

Para el resto de cálculos de calefacción nos meteremos en el diagrama psicométrico.

$$\begin{cases} Q_S = -87,31 \text{ KW} \\ Q_L = 15,42 \text{ KW} \end{cases}$$

$$Q_{\text{VENTILACIÓN}} = 28,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{persona}} \times 85 \text{ personas} = 2448 \text{ m}^3 / \text{h} \rightarrow \dot{m}_{\text{VENTILACIÓN}} = 1,63 \text{ Kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{VENTILACIÓN}} = \dot{m}_{\text{RETORNO}} = 1,63 \text{ Kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = \dot{m}_{\text{VENTILACIÓN}} + \dot{m}_{\text{RETORNO}} = 3,26 \text{ Kg/s} \rightarrow Q_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 4896 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$(h_{\text{INT}} - h_M) = (h_{\text{IMP}} - h_{\text{INT}}) (42 - 27) = (h_{\text{IMP}} - 42) \rightarrow h_{\text{IMP}} = 57 \text{ Kj/kg}$$

Se obtiene ahora la potencia del climatizador:

$$\Delta H_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 0,008 - 0,006 = 0,002 \text{ Kj/Kg}$$

$$h_{\text{LATENTE}} = C_{\text{LATENTE}} \cdot \Delta H_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 2260 \times 0,002 = 4,52 \text{ Kj/Kg}$$

$$POT_{\text{LATENTE}}_{\text{climatización}} = \dot{m}_{\text{CLIMATIZACIÓN}} \cdot h_{\text{LATENTE}} = 3,26 \times 4,52 = 14,73 \text{ kW}$$

$$\Delta h_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 57 - 27 = 30 \text{ Kj/Kg}$$

$$POT_{\text{climatización}} = \dot{m}_{\text{CLIMATIZACIÓN}} \cdot \Delta h_{\text{CLIMATIZACIÓN}} = 3,26 \times 30 = 97,80 \text{ Kw} \rightarrow -87,31 \text{ Kw}$$

POTENCIA TOTAL = 97,80 kW

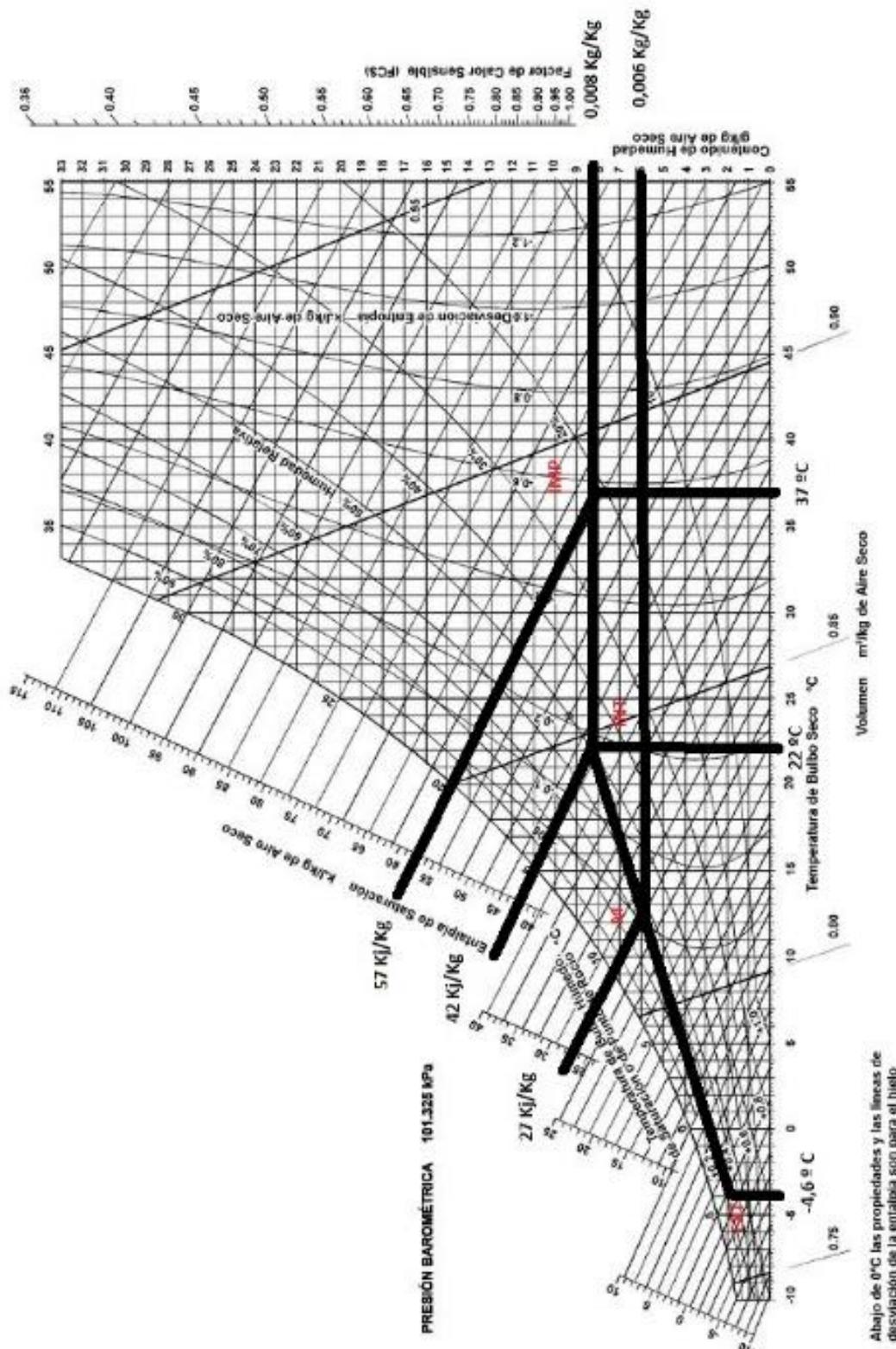


Ilustración 16 Psicrométrico calefacción

Desarrollo del proyecto

4.4.5.4.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS

Con los cálculos realizados anteriormente, procedemos a la selección de los equipos:

EDIFICIO	REFRIGERACIÓN			CALEFACCIÓN		
	T ^a IMPULSIÓN (°C)	Q _{IMPULSIÓN}	POTENCIA	T ^a IMPULSIÓN (°C)	Q _{IMPULSIÓN}	POTENCIA
NAVE	18°C	2448 m ³ /h	130,29 Kw	37°C	2448 m ³ /h	97,8 Kw

Tabla 23 Selección de equipos

Con estos datos, seleccionamos los equipos comerciales.

4.4.5.4.4. CÁLCULO CAUDAL DE AGUA

Después de haber seleccionado el climatizador procedemos a calcular el caudal de agua necesario tanto para las baterías de frío y calor de la unidad.

Incrementos de temperatura para el cálculo:

- 5°C Circuito de agua fría (12°C - 7°C)
- 20°C Circuito de agua caliente (90°C - 70°C)

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta T CALIENTE = 20^\circ C \\ \Delta T FRÍA = 5^\circ C \end{array} \right.$$

$$Q_{AGUA\ FRÍA} = \frac{P \cdot 0,86}{\Delta T \cdot \delta \cdot C_e} = \frac{130,29 \times 10^3 \cdot 0,86}{5 \cdot 1 \cdot 0,999} = 22432,21 \text{ l/h} = 22,43 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{AGUA\ CALIENTE} = \frac{P \cdot 0,86}{\Delta T \cdot \delta \cdot C_e} = \frac{97,8 \times 10^3 \cdot 0,86}{20 \cdot 1 \cdot 0,999} = 4209,60 \text{ l/h} = 4,20 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 5^\circ \text{ para el circuito de agua fría (12°C - 7°C)} \\ 20^\circ \text{ para el circuito de agua caliente (90°C - 70°C)} \end{array} \right.$$

4.4.6. DISEÑO Y CÁLCULO DE TUBERÍAS Y DISPOSITIVOS

4.4.6.1.1. TUBERÍAS

En el cálculo de tuberías utilizaremos el gráfico de pérdidas de rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de acero. Dicho gráfico relaciona los parámetros de caudal, pérdida de presión, velocidad y diámetro. Conociendo dos de ellos podemos proceder a calcular los restantes.

Conocemos el caudal del climatizador, y para ellos vamos a proceder a realizar el cálculo de los diámetros de las tuberías.

Escogeremos el menor diámetro teniendo en cuenta:

- Pérdida de carga inferior a 30 mm.c.a./m
- Velocidad superior a 0,5 m/s e inferior a 2m/s

TUBERÍA AGUA CALIENTE

TRAMO	CAUDAL	DIÁMETRO	LONGITUD (M)	LONGITUD EQUIVALENTE	PÉRDIDA DE CARGA	LONGITUD TOTAL	PT (M.C.A.)
CALDERA CLIMA	4,20m ³ /h	2=50mm	15,32	12,84	9 mmca/m	21,16	0,233
CLIMA CALDERA	4,20 m ³ /h	2=50mm	10,85	2,96	9 mmca/m	13,81	0,124
ALTURA MANOMÉTRICA DE LA BOMBA (COEFICIENTE 10%)							0,4147
TOTAL (IDA + RETORNO)							0,821

Tabla 24 Tubería agua caliente

TUBERÍA AGUA FRÍA

TRAMO	CAUDAL	DIÁMETRO	LONGITUD (M)	LONGITUD EQUIVALENTE	PÉRDIDA DE CARGA	LONGITUD TOTAL	PT (M.C.A.)
ENFRIADORA CLIMA	22,43m ³ /h	3=80mm	18,93	4,96	26 mmca/m	23,8	0,6229
CLIMA ENFRIADORA	22,43 m ³ /h	3=80mm	19,76	9,46	26 mmca/m	29,22	0,7597
ALTURA MANOMÉTRICA DE LA BOMBA (COEFICIENTE 10%)							1,528
TOTAL (IDA + RETORNO)							3,036

Tabla 25 Tubería de agua fría

Desarrollo del proyecto

4.4.6.1.2. DEPÓSITO DE INERCIA

El depósito de inercia es un elemento importante, ya que, acumula agua fría, y por consiguiente reducimos el número de arranques del equipo, ya que, este depósito, proporciona agua fría cuando la enfriadora está apagada.

El depósito de inercia escogido es un BT 750 de 750 litros.

Lo primero de todo es calcular el volumen total de la instalación, en este caso, de la red de agua fría:

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m ³)
80 mm	53,11 m	0,2668
IDA		0,2668
RETORNO		0,2668
TOTAL		0,5336

Tabla 26 Depósito de inercia

A continuación, una vez calculado el volumen total de la instalación, procedemos a dimensionar el depósito de inercia:

- Incremento máximo de temperatura durante la parada es de 1,5 °C

$$V_{total} (m^3) = \frac{Pot_{frigorífica} \cdot 3600 \cdot t}{\Delta T \cdot C_p \cdot \rho \cdot 60}$$

$$V_{total} (m^3) = \frac{130,29 \cdot 3600 \cdot 1}{1,5 \cdot 4,186 \cdot 1000 \cdot 60} = 1,246 m^3$$

$$\text{Volumen DEPÓSITO} = 1,246 - 0,5336 = 0,7124 m^3 = 712,4 l.$$

4.4.6.1.3. VASO DE EXPANSIÓN

El vaso de expansión, tiene como función la de absorber variaciones del fluido caliente contenido en el circuito al variar su temperatura, manteniendo la presión y evitar pérdidas y reposiciones malas del fluido.

Este elemento se encuentra en el circuito de agua caliente.

El dispositivo seleccionado es un IBAIONDO CMF de 5 litros.

Igual que con el depósito de inercia primero de todo es calcular el volumen total de la instalación, en este caso, de la red de agua caliente:

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m ³)
50 mm	41,978 m	0,0823
IDA		0,0823
RETORNO		0,0823
TOTAL		0,1646

Tabla 27 Vaso de expansión

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H = \pi \cdot \left(\frac{0,05}{2}\right)^2 \cdot 41,978 = 0,0823 \text{ m}^3$$

Coeficiente de expansión para temperatura máxima de 70 °C

$$C_e = 3,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2703,3 \cdot 10^{-6} = 3,24 \cdot 70^2 + 102,13 \cdot 70 - 2703,3 \cdot 10^{-6} = 0,0203$$

Coeficiente de presión:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} = \frac{10 \text{ bar}}{10 \text{ bar} - 1 \text{ bar}} = 1,11$$

P_M = Presión máxima de funcionamiento en el circuito (bar).

P_m = Presión mínima en el vaso (bar).

Volumen del vaso de expansión:

$$\text{Volumen vaso} = \text{Volumen total} \cdot C_e \cdot C_p = 0,1646 \cdot 0,02 \cdot 1,1 = 0,0036213 \text{ m}^3 = 3,6212 \text{ litros}$$

Desarrollo del proyecto

4.4.6.1.4. BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Sabiendo los caudales tanto de la red de agua fría, como de agua caliente, se han seleccionado dos bombas de circulación:

- Red de agua fría: Grundfos UPS Serie 200 70m³/h
- Red de agua caliente: Grundfos ALPHA Pro 10m³/h

4.4.7. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS DE AIRE

La distribución del aire, tanto frío como caliente, se realiza a través de conductos de chapa metálica con un aislamiento térmico de 30mm de espesor, ya que se trata de conducto en interior y así lo marca la IT 1.2.4.2.2. Aislamiento térmico de redes de conductos del RITE. Hay tres tipos de métodos para el cálculo y diseño de conductos:

- Reducción de velocidad de carga
- Pérdida de carga constante
- Recuperación estática

El utilizado para la resolución del proyecto, es el método de pérdida de carga constante, ya que es el más recomendado para conductos de impulsión y retorno de aire.

Lo primero de todo es seleccionar la velocidad inicial al conducto principal más cerca del ventilador. Una vez que disponemos del caudal impulsado y de la selección de la velocidad, se determinará la perdida de carga en el conducto, que será constante a lo largo del procedimiento de cálculo.

Se deberá calcular la pérdida de presión, del tramo más desfavorable, siendo importante obtener las pérdidas de presión equivalente de los acoplamientos, para así poder determinar la pérdida de carga que debe superar el ventilador.

Hay que tener en cuenta la pérdida de presión o ganancia de carga, respecto de la diferencia de la velocidad inicial y final del conducto:

- Velocidad del ventilador menor que la del último conducto, la perdida de presión estática es:

$$\text{Pérdida de presión} = 1,1 \cdot \left[\left(\frac{V_d}{242,4} \right)^2 - \left(\frac{V_f}{242,4} \right)^2 \right]$$

- Velocidad del ventilador mayor que la del último conducto, la ganancia de presión estática es:

$$\text{Ganancia de presión} = 1,1 \cdot \left[\left(\frac{V_d}{242,4} \right)^2 - \left(\frac{V_f}{242,4} \right)^2 \right]$$

- V_d = Velocidad del conducto final m/min
- V_f = Velocidad del ventilador m/min

Desarrollo del proyecto

IMPULSIÓN

El caudal de aire total es de 4896 m³/h. Se instalarán 12 difusores de impulsión del modelo KOOLAIR 43-SF de 260 m³/h y 337mm de diámetro.

Tramo	Caudal impulsión (m ³ /h)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Área (m ²)	Conducto equivalente	Longitud (m)	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)	Pérdida de carga (mmca)	Pérdida de carga total (mmca)
1	4896	15	350	0,096	350X300	1,32	4,80	5,42	0,6	3,2
1-2	4376	14,16	350	0,096	350X300	2,42	4,10	6,85	0,6	3,93
2-3	3856	12,66	350	0,096	350X300	11,75	4,10	15,55	0,6	9,51
3-4	2196	11,15	300	0,07065	300X250	8	6,11	14,11	0,6	8,466
4-5	2536	11,06	250	0,049	250X250	8	6,48	14,48	0,6	8,686
5-6	1876	10,63	250	0,049	250X250	8	6,48	14,48	0,6	3,88
6-7	1216	10,63	250	0,0314	250X250	7	6,48	13,48	0,6	8,08
Pérdida total										45,75
Ganancia de presión										5,14
Perdida de carga en la toberas										75,38
Presión estática del ventilador (coeficiente de seguridad 5%)										121,65

Tabla 28 Conductos impulsión

RETORNO

El caudal de aire de retorno total es de 2448 m³/h. Se instalarán 11 rejillas de retorno del modelo KOOLAIR 24-SI de 175 m³/h y 337mm de 300 x250 mm.

Tramo	Caudal impulsión (m ³ /h)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Área (m ²)	Conducto equivalente	Longitud (m)	Longitud equivalente (m)	Longitud total (m)	Pérdida de carga(mmca)	Pérdida de carga total (mmca)
1	2448	9	350	0,096	350x300	1,2	0	1,2	0,18	0,216
1-2	2273	8,8	350	0,096	350x300	13,6	2,05	15,65	0,18	2,817
2-3	2098	8	300	0,070	300x250	12,14	0	12,14	0,18	2,885
3-4	1923	7,7	300	0,070	300x250	14,75	0	14,75	0,18	2,655
4-5	1748	7,5	300	0,070	300x250	13,30	0	13,30	0,18	2,394
5-6	1573	7,1	300	0,070	300x250	16,02	2,05	18,07	0,18	3,2526
6-7	1398	7	300	0,070	300x250	14,24	2,05	16,29	0,18	2,9322
7-8	1223	6,8	250	0,0490	250x250	13,84	0	13,84	0,18	2,394
8-9	1048	6,5	250	0,0190	250x250	14,75	0	14,75	0,18	2,655
9-10	873	6,1	250	0,0490	250x250	16,15	1,47	17,62	0,18	3,1716
10-11	698	6	250	0,490	250x250	6,93	0	6,93	0,18	1,2474
Pérdida total										25,92
Ganancia de presión										8,685
Perdida de carga en la toberas										12,73
Presión estática del ventilador (coeficiente de seguridad 5%)										31,463

Tabla 29 Conductos retorno

Los conductos al no superar su lado superior en 500mm, se pondrán instalar las sujetaciones cada 500 mm o más, siendo recomendable no superar los 500mm para evitar un ancho excesivo.

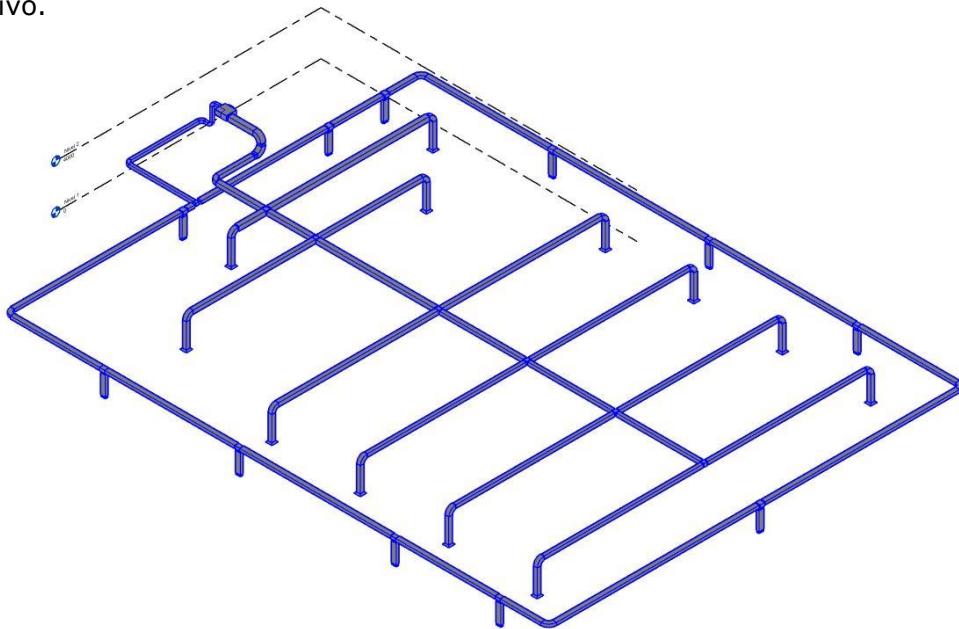


Ilustración 17 Red de conductos Impulsión-Retorno con Revit 2019

Desarrollo del proyecto

4.5. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

El mantenimiento está enfocado en un determinado edificio o instalación, en las cuáles el trabajo realizado será en la misma planta, siendo estos, trabajos establecidos que serán rutinarios y controlados (Olivares Sánchez, 2015).

En este proyecto, nos enfocaremos en el mantenimiento de la instalación de climatización. En la cuáles tendremos en cuenta factores como, la corrosión, defectos en válvulas, presiones en el circuito, ventiladores, vibraciones, cargas de refrigerante, etc...

Para ello se han creado dos plantillas, las cuáles, una de ellas nos indica las acciones a realizar cuando se realice la inspección de forma periódica que se lleven a cabo en la instalación, y la otra plantilla no mostrará los costes del mantenimiento y el beneficio económico obtenido realizando dicho plan de mantenimiento en este caso, nos enfocamos en el preventivo.

4.5.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo lo podemos definir como el conjunto de operaciones de inspección las cuales incluyen la programación y planificación de dicho mantenimiento, periódicas en el tiempo de los elementos y equipos, necesarias para anticiparse a los fallos o averías importantes para el correcto funcionamiento de la instalación.

Los pasos a seguir para realizar este tipo de mantenimiento son los siguientes:

- Programación de mantenimiento preventivo
- Planificación de las revisiones
- Ejecución de las revisiones
- Elaboración de informes
- Presupuesto de subsanación de anomalías detectadas
- Subsanación de deficiencias detectadas en la instalación

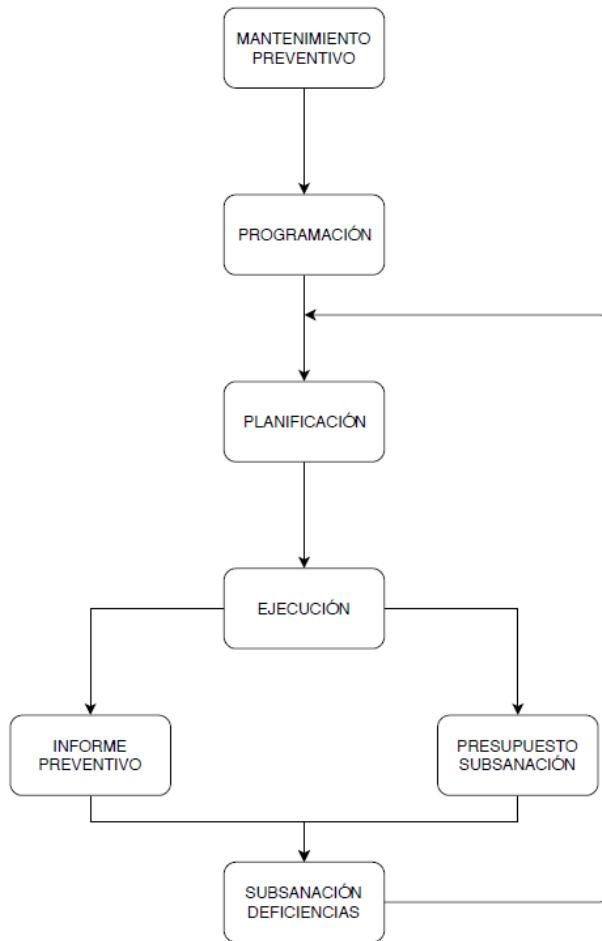


Ilustración 18 Mantenimiento preventivo

El programa del mantenimiento preventivo establece un método de trabajo aplicable a cualquier tipo de instalación. Dicho programa se basa en la elaboración y seguimiento de unas determinadas plantillas que servirán tanto a los operarios, como al encargado de mantenimiento. Las plantillas ofrecen a la empresa un ahorro importante en la ejecución del tiempo de trabajo y claridad de información, siendo vitales para llevar a cabo un mantenimiento preventivo óptimo y una buena documentación final, que ayudará en futuras tareas de mantenimiento.

En la plantilla Excel del anexo podremos visualizar tanto la plantilla de planificación del mantenimiento preventivo, como el control de costes.

Desarrollo del proyecto

BENEFICIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A continuación, citaremos algunos puntos en los que se muestra los beneficios del preventivo:

- **Reducción de fallos y tiempos muertos**, conlleva mayor disponibilidad de las instalaciones y una reducción de coste, de distintos recursos o tareas del mantenimiento correctivo.
- **Incremento de vida útil de las instalaciones**. La realización de una operación preventiva aumenta la vida útil de las instalaciones o equipos.
- **Reducción de nivel de inventario**. Se reducir las existencias de material dentro del almacén.
- **Ahorro económico**. La inversión de un mantenimiento preventivo será eficiente a largo plazo, ya que, reduciremos costes elevados en caso de ruptura de o defectos importantes de la instalación.
- **Control y seguimiento**. Se tendrá un mayor control de la instalación, y una mejor predicción de futuras averías.
- **Uniformidad en la carga de trabajo**, Es mucho más fácil de gestionar al tiempo del personal de mantenimiento, ya que dispondrá de una planificación del trabajo a realizar (Olivares Sánchez, 2015).

FUNCIONES DEL ENCARGADO EN MATERIA DEL MANTENIMINETO PREVENTIVO

Las funciones principales del encargado de mantenimiento son:

- **Organización y control**. El jefe de mantenimiento llevará el control de la instalación, así como, sabrá en todo momento cuándo se realizarán las operaciones del preventivo.
- **Establecimiento de tareas**. Se asignarán tareas para las distintas operaciones a realizar en el mantenimiento, siendo distintas para cada instalación. Dichas tareas, se asignarán a los operarios para su futura ejecución.
- **Redacción de informes técnicos**. Registra las acciones que se han llevado a cabo.
- **Elaboración de presupuestos y mediciones**. De esta manera obtendremos un control del coste de la instalación.

4.5.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es el conjunto de operaciones a realizar con el objetivo de subsanar los fallos localizados en un equipo o instalación. Al contrario que en el preventivo, este tipo de mantenimiento se basa en actuar en la instalación, después de haberse producido el fallo.

Para poder abordar dichas incidencias encontradas en la instalación la empresa subcontratada encargada de las reparaciones elaborará partes correctivos, cuyos pasos a realizar serán los siguientes:

- Recepción de parte correctivo. Cuando aparezca una anomalía se envía un aviso para realizar el correctivo.
- Cada día el jefe de mantenimiento, distribuirá los partes de trabajo para su posterior ejecución.

Pasos a llevar a cabo en el mantenimiento correctivo:

- Recepción y registro de la avería.
- Planificación y previsión de medidas a tomar ante la avería.
- Resolución de avería.
- Conformidad del cliente.
- Cierre de avería.

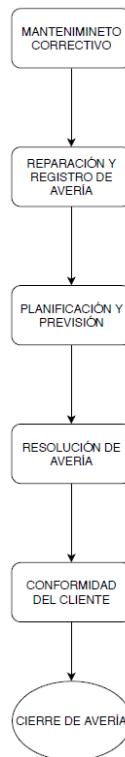


Ilustración 19 Mantenimiento correctivo

Desarrollo del proyecto

4.6. INSTALACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO

4.6.1. PRESTACIONES

El cálculo de toda la instalación de electricidad, proporciona suministro a los siguientes equipos:

- Alumbrado (Iluminación general y Emergencia)
- Tomas de corriente de uso general
- Equipos de climatización (UTA)
- Enfriadora
- Caldera
- Sistemas de protección contra incendios, incluyendo el suministro de electricidad tanto a la centralita de incendios como al grupo de presión de incendios
- Bombas de circulación

4.6.1.1. BASES DE CÁLCULO

El cálculo se ha realizado bajo el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), en sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT01 a ITC-BT 51) y en las Especificaciones Particulares para Instalaciones de Enlace de la compañía suministradora (Endesa). Además de ello para el alumbrado de emergencia se ha seguido lo recogido en el CTE-DB-SUA 4 "Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada" (Arnedo Muñoz, 2015).

4.6.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

4.6.2.1. INSTALACIÓN GENERAL

La red de distribución de baja tensión es por vía subterránea según lo indicado en el Plan Parcial del Ayuntamiento de la Almunia de Doña Godina. Por este motivo se colocará, en el punto de la parcela donde dicho Plan Parcial especifica que hay que hacer la acometida de baja tensión y en el límite de la misma, una caja de seccionamiento con entrada-salida de red y conexión directa con la caja de protección y medida. Estos elementos son los indicados tanto por el REBT como por las Normas de ENDESA para las instalaciones (Arnedo Muñoz, 2015).

Se realizará un hueco para la instalación de la caja de protección y medida. El dispositivo de medida de dicha caja se situará a una altura de entre 0,70 y 1,80 m sobre el suelo y los fusibles de protección estarán como mínimo a 0,30 m del suelo.

Desde la caja de protección y medida partirá la derivación individual, cuyo trazado discurrirá enterrado, hasta el cuadro eléctrico general que se situará en la zona comercial y de oficinas.

Desde el cuadro eléctrico general que se situara en la zona comercial y de oficinas se realizara la distribución de la corriente eléctrica hasta los puntos de consumo de la zona comercial mediante los circuitos que sean necesarios. Las líneas de estos circuitos estarán formadas por conductores unipolares de cobre, con fase, neutro y conductor de protección, aislados de XLPE (Arnedo Muñoz, 2015).

El cuadro eléctrico general incluirá una derivación al cuadro secundario que se ubicará en la zona de almacén-producción, discurriendo el trazado de dicha derivación en cestas recorriendo todo el perímetro de la nave (Arnedo Muñoz, 2015).

Esta derivación se realiza mediante una línea formada por conductores unipolares de cobre, con 3 fases más 1 neutro más 1 conductor de protección

La iluminación interior se detalla en el apartado cálculos de iluminación.

Desarrollo del proyecto

4.6.2.2. INSTALACIÓN PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Teniendo en cuenta la importancia de la utilización del vehículo eléctrico en el futuro, hay que tener en cuenta la instalación de estaciones de carga para dichos vehículos.

La ITC-BT 52 Constituye el objeto de esta instrucción el establecimiento de las prescripciones aplicables a las instalaciones para la recarga de vehículo eléctricos.

Las disposiciones de esta instrucción se aplicarán a las instalaciones eléctricas incluidas en el ámbito del reglamento electrotécnico para baja tensión con independencia de si su titularidad es individual, colectiva o corresponde a un gestor de cargas, necesarias para la recarga de los vehículos eléctricos en lugares públicos o privados, tales como:

- Aparcamientos de viviendas unifamiliares o de una sola propiedad.
- Aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios o conjuntos inmobiliarios de régimen de propiedad horizontal.
- Aparcamientos o estacionamientos de flotas privas, cooperativas o de empresa, o los de oficinas, para su propio personal o asociados, los de talleres, de concesionarios de automóviles o depósitos municipales de vehículos eléctricos y similares.
- Aparcamientos o estacionamientos públicos, gratuitos o de pago, sean de titularidad pública o privada.
- Vías de dominio público destinadas a la circulación de vehículos eléctricos, situadas en zonas urbanas y en áreas de servicio de las carreteras de titularidad del estado previstas en el artículo de la ley 25/1988, de 29 de julio, de carreteras.

Esta instrucción no es aplicable a los sistemas de recarga por inducción, ni a las instalaciones para la recarga de baterías que produzcan desprendimiento de gases durante su recarga.

La previsión de potencia de los puntos de recarga a instalar en edificios de uso no residencial tales como los edificios de oficinas u otros de usos comerciales se calculará conforme a la disposición adicional primera del RD 1053/2014 con la siguiente fórmula:

$$P_{mínima} = \frac{N^{\circ}}{40} \cdot 3,68 \text{ kW} = 0,644 \text{ kW} = 644 \text{ W}$$

$U_{nominal}$	Interruptor automático de protección en origen circuito recarga	Potencia instalada	Nº máximo de estaciones de recarga por circuito
230/400 V	16 A	11085 W	3
230/400 V	32 A	22170 W	6
230/400 V	50 A	34641 W	9
230/400 V	63 A	43647 W	12

Tabla 30 Potencias instaladas normalizadas de los circuitos de recarga colectivos destinados a alimentar estaciones de recarga

$$644 \text{ W} * 7 \text{ plazas} = 4508 \text{ W}$$

Máximo serán 3 estaciones de carga por circuito, en este caso necesitaremos 3 circuitos para cubrir las necesidades de las 7 plazas de aparcamiento.

En nuestro caso el modo de carga es el MODO 1.

Disponemos de 4 modos de carga:

- MODO 1
 - Conector específico para VE: No
 - Tipo de carga: Lenta en CA
 - Corriente máxima: 16 A por fase (3,7Kw – 11Kw)
 - Protecciones: La instalación requiere de protección diferencial y magnetotérmica
 - Características especiales: Conexión del VE a la red de CA utilizando tomas de corriente normalizada.
- MODO 2
 - Conector específico para VE: No
 - Tipo de carga: Lenta en CA
 - Corriente máxima: 32 A por fase (3,7Kw – 22Kw)
 - Protecciones: La instalación requiere de protección diferencial magnetotérmica
 - Características especiales: Cable especial con dispositivo electrónico intermedio con función de piloto de control y protecciones.

Desarrollo del proyecto

- MODO 3
 - Conector específico para VE: Si
 - Tipo de carga: Lenta o semi-rápida. Monofásica o trifásica
 - Corriente máxima : Según conector utilizado
 - Protecciones: Incluidas en la infraestructura especial para VE
 - Características especiales: Conexión del VE a la red de alimentación de CA utilizando un equipo específico (SAVE)
- MODO 4
 - Conector específico para VE: Si
 - Tipo de carga: En CC
 - Corriente máxima : Según cargador
 - Protecciones: Instaladas en infraestructura
 - Características especiales: Conexión del VE utilizando un cargador externo fijo (Circutor, 2015)

Existen en el mercado 4 tipos de conectores:

Tipo conector: 1

- Nº pins: 5 (L1, L2/N, PE, CP, CS)
- Tensión máxima: 250 V c.a. Monofásica
- Corriente máxima: 32 A monofásica (hasta 7,2 Kw)
- Normativas: IEC 62196-2
- Características especiales: Regulación SAE J17772



Tipo conector: 2

- Nº pins: 5 (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP)
- Tensión máxima: 500 V c.a. Trifásica, 250V c.a. Monofásica
- Corriente máxima: 63 A trifásica (hasta 43 Kw), 70 A monofásicas
- Normativas: IEC 62196-2
- Características especiales: Un solo tipo para carga monofásica o trifásica



Tipo conector: 3

- Nº pins: 9 (2 potencia, 7 señal)
- Tensión máxima: 500 V c.c.
- Corriente máxima: 120 A c.c.
- Normativas: IEC 62196-1, UL 2551
- Características especiales: Carga rápida en CC, Conforme JEVS G105, Tipo CHadeMO



Tipo conector: 4

- Nº pins: 9 (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP, DC+, DC-)
- Tensión máxima: 850 V c.c.
- Corriente máxima: 125 A c.c.
- Normativas: IEC 62196-2, IEC 62196-3
- Características especiales: Conector combinado CA/CC, Tipo COMBO 2 CCS

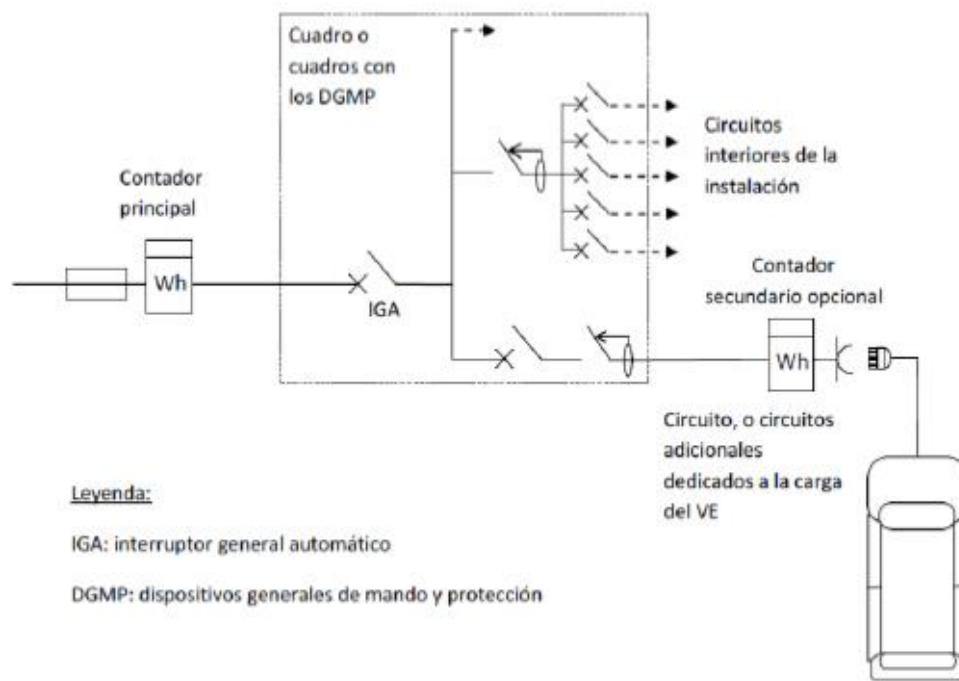


Ilustración 20 Instalación con circuito adicional individual para recarga del V.E.

En nuestra nave se instalarán 7 líneas para abastecer 7 estaciones de carga.

Desarrollo del proyecto

4.6.3. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

Para que la nave presente una iluminación uniforme es necesario conocer las dimensiones del local, así como el tipo de lámpara y luminaria que se va a utilizar de manera que se pueda calcular su número y evaluar si se ofrece el nivel de iluminancia adecuado. Para ello, se estudia cada sala de la nave por individual.

En primer lugar, se debe realizar el cálculo del flujo luminoso total necesario, que viene dado en la siguiente expresión:

$$\phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} \quad Ec.(1)$$

Donde E_m es el nivel de iluminación medio, S la superficie a iluminar, C_u el coeficiente de utilización y C_m el coeficiente de mantenimiento.

El nivel de iluminancia media E_m se determina según la *Norma Europea UNE-EN 12464-1:2003 Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interior.*

1.2 Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios					
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.2.1	Cantinas, despensas	200	22	80	
1.2.2	Salas de descanso	100	22	80	
1.2.3	Salas para ejercicio físico	300	22	80	
1.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	80	
1.2.5	Enfermería	500	19	80	
1.2.6	Salas para atención médica	500	16	90	$T_{CP} \geq 4\,000\text{ K}$

1.3 Salas de control					
Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.3.1	Salas de material, salas de mecanismos	200	25	60	
1.3.2	Sala de fax, correos, cuadro de contadores	500	19	80	

2.7 Productos alimenticios e industria de alimentos de lujo

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
2.7.1	Puestos de trabajo y zonas en: - fábricas de cerveza, malta - para lavado, llenado de barriles, limpieza, tamizado, descascarado - cocción en fábricas de conservas y chocolates - puestos de trabajo y zonas en azucareras - para secar y fermentar el tabaco en rama, cueva de fermentación	200	25	80	
2.7.2	Clasificación y lavado de productos: molienda, mezclado, envasado	300	25	80	
2.7.3	Puestos de trabajo y zonas críticas en mataderos, carnicerías, molinos de queserías, o zonas de filtrado en refinerías de azúcar	500	25	80	
2.7.4	Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	80	
2.7.5	Fabricación de alimentos de delicatessen, trabajo en cocinas, fabricación de puros y cigarrillos	500	22	80	
2.7.6	Inspección de vidrios y botellas, control de productos, desbarbadura, clasificación, decoración	500	22	80	
2.7.7	Laboratorios	500	19	80	
2.7.8	Inspección de colores	1 000	16	90	$T_{CP} \geq 4\,000\text{ K}$

3 Oficinas

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
3.1	Archivo, copias, etc.	300	19	80	
3.2	Escrivura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11
3.3	Dibujo técnico	750	16	80	
3.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11
3.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
3.6	Mostrador de recepción	300	22	80	
3.7	Archivos	200	25	80	

Ilustración 21 Norma Europea UNE-EN 12464-1:2003

En cuanto al coeficiente de utilización, que indica la relación entre número de lúmenes emitidos y los que llegan al plano de trabajo, será necesario calcular el índice del local por medio de la siguiente expresión:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad Ec.\,(2)$$

Y calcular los coeficientes de reflexión por medio de la siguiente tabla obtenida (Blanca Giménez, Castilla Cabanes, Martínez Antón, & Pastor Villa):

Desarrollo del proyecto

PINTURA/COLOR	COEF. REFL.	MATERIAL	COEF. REFL.
BLANCO	0.70-0.85	MORTERO CLARO	0.35-0.55
TECHO ACUSTICO BLANCO (según orificios)	0.50-0.65	MORTERO OSCURO	0.20-0.30
GRIS CLARO	0.40-0.50	HORMIGON CLARO	0.30-0.50
GRIS OSCURO	0.10-0.20	HORMIGON OSCURO	0.15-0.25
NEGRO	0.03-0.07	ARENISCA CLARA	0.30-0.40
CREMA, AMARILLO CLARO	0.50-0.75	ARENISCA OSCURA	0.15-0.25
MARRON CLARO	0.30-0.40	LADRILLO CLARO	0.30-0.40
MARRON OSCURO	0.10-0.20	LADRILLO OSCURO	0.15-0.25
ROSA	0.45-0.55	MARMOL BLANCO	0.60-0.70
ROJO CLARO	0.30-0.50	GRANITO	0.15-0.25
ROJO OSCURO	0.10-0.20	MADERA CLARA	0.30-0.50
VERDE CLARO	0.45-0.65	MADERA OSCURA	0.10-0.25
VERDE OSCURO	0.10-0.20	ESPEJO DE VIDRIO PLATEADO	0.80-0.90
AZUL CLARO	0.40-0.55	ALUMINIO MATE	0.55-0.60
AZUL OSCURO	0.05-0.15	ALUMINIO ANODIZADO Y ABRILLANTADO	0.80-0.85
		ACERO PULIDO	0.55-0.65

Donde techo (acústico blanco) = 0.5-0.65; paredes (blanco) = 0.7-0.85; y suelo (gris oscuro) = 0.1-0.2

Tabla de corrección

Techo	0.70	0.70	0.70	0.50	0
Pared	0.70	0.50	0.20	0.20	0
Suelo	0.50	0.20	0.20	0.10	0
k	0.6	77	56	46	46 42
k	1.0	99	75	65	63 58
k	1.5	116	89	80	77 72
k	2.5	131	100	93	88 83
k	3.0	136	104	98	92 87

A partir de la tabla de corrección e interpolando, se obtiene el coeficiente de utilización.

Por otro lado, el coeficiente de mantenimiento depende del grado de suciedad ambiental y la frecuencia de la limpieza. Se hará uso de la siguiente tabla obtenida de (Blanca Giménez, Castilla Cabanes, Martínez Antón, & Pastor Villa).

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (C _m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

En segundo lugar, se realiza el cálculo del número de luminarias:

$$NL = \frac{\phi_T}{n \cdot \phi_L} \quad Ec.(3)$$

Donde n es el número de lámparas de la luminaria y ϕ_L es el flujo luminoso de la lámpara, dado por catálogo.

Puesto que el número de luminarias ya ha sido determinado, se comprueba si el nivel de iluminancia media cumple con los requisitos de las tablas del fabricante a partir de la siguiente ecuación:

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_{tablas} \quad Ec.(4)$$

4.6.3.1. SALA DE PRODUCCIÓN

El nivel de iluminancia media según las tablas de la Norma referenciada anteriormente debe ser: $E_m = 200$ lux por lo que se comprueba si la sala cumple los requisitos.

Se analizan sus dimensiones:

- Ancho = 25.200m
- Largo = 38.210m
- Alto = 8m

El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 203 HB Curve.

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS					OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS						MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO	
Modelo Model	Balasto Ballast	Long. Tubo Tube long	Cant. Lamp. Lamp. Qty.	Vatijae Wattage	REFLECTOR RA	BATERÍA/ BATTERY BE1T	DISTRIBUCIÓN/ DISTRIBUTION Tandem	CONFIGURACIÓN/ CONFIGURATION	Voltaje Voltage	Consumo Consumption	Flujo Luminoso Luminous Flux	
203	EO T8	48	2	32W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	58W	5400 lm
	EP T5	48	2	28W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	68W	3300 lm
			3	54W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	116W	8800 lm
			3	28W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	103W	4950 lm
			3	54W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	176W	13200 lm

Desarrollo del proyecto

Dimensiones / Dimensions (mm)			
Dimensión Nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)
EP 48" / EO 48"	1217	133	46

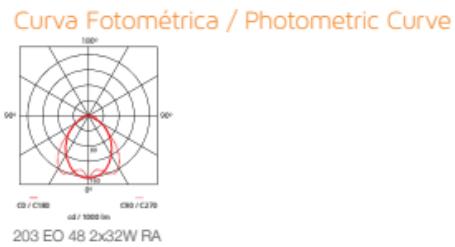
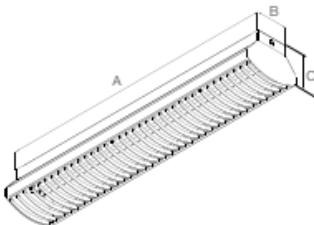


Ilustración 22 Sylvania-Americas 203 HB Curve Sala de Producción (Sylvania, 2014-2015)

En cuanto al coeficiente de utilización, sustituimos en Ec.(2)

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{25.2 \cdot 38.21}{8 \cdot (25.2 + 28.21)} = 1.9$$

Interpolamos en la tabla de corrección:

$$\begin{aligned} (2.5 - 1.5) &= (100 - 89) \rightarrow C_u = 93.4\% = 0.934 \\ (2.5 - 1.9) &= (100 - C_u) \end{aligned}$$

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se han tomado 20 iluminarias, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{20 \cdot 2 \cdot 8800 \cdot 0.934 \cdot 0.8}{938.892} = 280.133 \geq 20 \rightarrow CUMPLE$$

4.6.3.2. SALA DE MANTENIMIENTO

El nivel de iluminancia media según las tablas de la Norma referenciada anteriormente debe ser: $E_m = 200$ lux por lo que se comprueba si la sala cumple los requisitos.

Se analizan sus dimensiones:

- Ancho = 4m
- Largo = 6m
- Alto = 4m

El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 203 HB Curve.

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS					OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS					MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO		
Modelo Model	Balaistro Ballast	Long. Tubo Tube long	Cant. Lamp. Lamp. Qty.	Vatiaje Wattage	REFLECTOR RA	BATERÍA/ BATTERY BE1T	DISTRIBUCIÓN/ DISTRIBUITION Tandem	CONFIGURACIÓN/ CONFIGURATION	Voltaje Voltage	Consumo Consumption	Flujo Luminoso Luminous Flux	
203	EO T8	48	2	32W	•	•	•	•	ME MT MI Multivoltaje	58W	5400 lm	
	EP T5	48	2	28W	•	•	•	•	ME MT MI Multivoltaje	68W	3300 lm	
			3	54W	•	•	•	•	ME MT MI Multivoltaje	116W	8800 lm	
				28W	•	•	•	•	ME MT MI Multivoltaje	103W	4950 lm	
				54W	•	•	•	•	ME MT MI Multivoltaje	176W	13200 lm	

Ilustración 23 Sylvania-Americas 203 HB Curve Sala Mantenimiento (Sylvania, 2014-2015)

Con dimensiones y curva fotométrica de sala de producción.

El coeficiente de utilización viene determinado por:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{4 \cdot 6}{4 \cdot (4 + 6)} = 0.6$$

Por lo que el coeficiente de utilización es $C_u = 56\% = 0.56$

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se ha tomado 1 iluminaria, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 5400 \cdot 0.56 \cdot 0.8}{24} = 201.6 \geq 200 \text{ lux} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Desarrollo del proyecto

4.6.3.3. SALA DE OFICINAS

El nivel de iluminancia media según las tablas de la Norma referenciada anteriormente debe ser: $E_m = 500$ lux por lo que se comprueba si la sala cumple los requisitos.

Se analizan sus dimensiones:

- Ancho = 9.190m
- Largo = 12.567m
- Alto = 4m

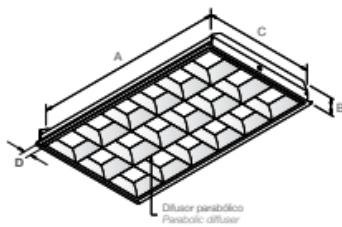
El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 507 Parabolic.

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS							OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS					MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO	
Modelo	Balastre	Long. tubo	Cant. Lamp.	Voltaje	Dimensión	# Celdas	REFLECTOR	BATERÍA/ BATTERY	INSTALACIÓN/ INSTALLATION	Voltaje	Consumo Consumption	Flujo Luminoso Luminous Flux	
	Model	Ballast	Tube long	Lamp. Qty.	Wattage	Dimension	RA	BATT	Suspended ceiling	Gypsum	Voltage		
507	EO T8	24	3U	17W	2x2	9	•	•	•	•	Multivoltaje	49W 3750 lm	
		4	17W	2x2	16		•	▼	▼	•	Multivoltaje	57W 5000 lm	
		2U	32W	2x2	9		•		•	•	Multivoltaje	58W 5400 lm	
		3U	32W	2x2	9		•		•	•	Multivoltaje	89W 8100 lm	
	EP T5	48	2	32W	1x4	16	•	•	•	•	Multivoltaje	58W 5400 lm	
		3	32W	2x4	18		•	•	•	•	Multivoltaje	89W 8100 lm	
		4	32W	2x4	32		•	•	•	•	Multivoltaje	106W 10800 lm	
		2	28W	1x4	16		•	•	•	•	Multivoltaje	68W 3300 lm	
		2	28W	2x4	12		•	•	•	•	Multivoltaje	68W 3300 lm	
		3	54W	2x4	12		•	•	•	•	Multivoltaje	116W 8800 lm	
		4	54W	2x4	18		•	•	•	•	Multivoltaje	103W 4950 lm	
		4	54W	2x4	32		•	•	•	•	Multivoltaje	176W 13200 lm	

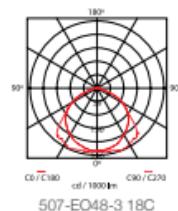
Ilustración 24 Sylvania-Americas 507 Parabolic Sala de Oficinas (Sylvania, 2014-2015)

Dimensiones / Dimensions (mm)

Dimensión Nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
(2x2)	607	143	602	15
(1x4)	1218	143	304	15
(2x4)	1218	143	602	15



Curva Fotométrica / Photometric Curve



El coeficiente de utilización viene determinado por:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{9.19 \cdot 12.567}{4 \cdot (9.19 + 12.567)} = 1.33$$

Interpolamos en la tabla de corrección:

$$\begin{aligned} (1.5 - 1) &= (89 - 75) \\ (1.5 - 1.33) &= (89 - C_u) \rightarrow C_u = 84.24\% = 0.8424 \end{aligned}$$

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se han tomado 9 iluminarias, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{9 \cdot 2 \cdot 5400 \cdot 0.8424 \cdot 0.8}{103.28073} = 634.24 \geq 500 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

4.6.3.4. SALA DE OFICINA JEFE

El nivel de iluminancia media según las tablas de la Norma referenciada anteriormente debe ser: $E_m = 500$ lux por lo que se comprueba si la sala cumple los requisitos.

Se analizan sus dimensiones:

- Ancho = 3.3m
- Largo = 3.7m
- Alto = 4m

El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 507 Parabolic.

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS							OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS				MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO		
Modelo	Balastro	Long. tubo	Cent. Lamp.	Vat.aje	Dimensión	# Celdas	REFLECTOR	MATERIAL	INSTALACIÓN	Gypsum	Voltaje	Consumo	Flujo Luminoso
Model	Ballast	Tube long.	Lamp. Qty.	Wattage	Dimension	# Cells	RA	BEST	BEST	Suspended ceiling	Gypsum	Voltage	Luminous Flux
507	EO T8	24	3	17W	2x2	9	•	•	•	•	•	Multivoltaje	40W 3750 lm
		4	17W	2x2	16		•	•	•	•	•	Multivoltaje	57W 5000 lm
		2U	32W	2x2	9		•		•	•	•	Multivoltaje	58W 5400 lm
		3U	32W	2x2	9		•		•	•	•	Multivoltaje	80W 8100 lm
		2	32W	1x4	16		•	•	•	•	•	Multivoltaje	58W 5400 lm
		3	32W	2x4	18		•	•	•	•	•	Multivoltaje	89W 8100 lm
		4	32W	2x4	32		•	•	•	•	•	Multivoltaje	106W 10800 lm
	EP T5	48	2	28W	1x4	16	•	•	•	•	•	Multivoltaje	68W 3300 lm
		2	28W	2x4	12		•	•	•	•	•	Multivoltaje	68W 3300 lm
		2	54W	2x4	12		•	•	•	•	•	Multivoltaje	116W 8800 lm
		3	28W	2x4	18		•	•	•	•	•	Multivoltaje	103W 4950 lm
		4	54W	2x4	32		•	•	•	•	•	Multivoltaje	176W 13200 lm

Ilustración 25 Sylvania-Americas 507 Parabolic Sala Oficina Jefe (Sylvania, 2014-2015)

Con dimensiones y curva fotométrica de sala de oficinas.

El coeficiente de utilización viene determinado por:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{3.3 \cdot 3.7}{4 \cdot (3.3 + 3.7)} = 0.43$$

Desarrollo del proyecto

Por lo que el coeficiente de utilización es $C_u = 56\% = 0.56$

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se ha tomado 1 iluminaria, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 4950 \cdot 0.56 \cdot 0.8}{12.21} = 544.864 \geq 500 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

4.6.3.5. SALA REUNIONES/COMEDOR

El nivel de iluminancia media según las tablas de la Norma referenciada anteriormente debe ser: $E_m = 500$ lux por lo que se comprueba si la sala cumple los requisitos.

Se analizan sus dimensiones:

- Ancho = 6.100m
- Largo = 9.190m
- Alto = 4m

El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 507 Parabolic.

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS							OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS				MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO	
Modelo	Balastre	Long. tubo	Cant. Lamp.	Vatiosaje	Dimensión	# Celdas	REFLECTOR	BATERÍA/ BATTERY	INSTALACIÓN/ INSTALLATION	Voltaje	Consumo	Flujo Luminoso
	Model	Ballast	Tube long	Lamp. Qty.	Wattage	Dimension	RA	BATT BEET	Suspended ceiling	Gypsum	Consumption	Luminous Flux
507	EO T8	24	3	17W	2x2	9	•	•	•	•	49W	3750 lm
		4	17W	2x2	16		•	•	•	•	57W	5000 lm
		2U	32W	2x2	9		•		•	•	58W	5400 lm
		3U	32W	2x2	9		•		•	•	89W	8100 lm
		48	2	32W	1x4	16	•	•	•	•	58W	5400 lm
			3	32W	2x4	18		•	•	•	89W	8100 lm
			4	32W	2x4	32		•	•	•	106W	10800 lm
	EP T5	48	2	28W	1x4	16		•	•	•	68W	3300 lm
			2	28W	2x4	12		•	•	•	68W	3300 lm
			2	54W	2x4	12		•	•	•	116W	8800 lm
			3	28W	2x4	18		•	•	•	103W	4950 lm
			4	54W	2x4	32		•	•	•	176W	13200 lm

Ilustración 26 Sylvania-Americas 507 Parabolic Sala Reuniones/Comedor (Sylvania, 2014-2015)

Con dimensiones y curva fotométrica de sala de oficinas.

El coeficiente de utilización viene determinado por:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6.1 \cdot 9.19}{4 \cdot (6.1 + 9.19)} = 0.92$$

Interpolamos en la tabla de corrección:

$$\begin{aligned}(1 - 0.6) &= (75 - 56) \\(1 - 0.92) &= (75 - C_u) \rightarrow C_u = 71.2\% = 0.712\end{aligned}$$

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se han tomado 4 iluminarias, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 4950 \cdot 0.712 \cdot 0.8}{56.059} = 603.55 \geq 500l \rightarrow CUMPLE$$

4.6.3.6. SALA DE MÁQUINAS

El nivel de iluminancia media según las tablas de la Norma referenciada anteriormente debe ser: $E_m = 200$ lux por lo que se comprueba si la sala cumple los requisitos.

Se analizan sus dimensiones:

- Ancho = 9.19m
- Largo = 25.2m
- Alto = 4m

El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 203 HB Curve.

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS				OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS					MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO		
Modelo Model	Balasto Ballast	Long. Tubo Tube long	Cant. Lamp. Lamp. Qty.	Vatijae Wattage	REFLECTOR RA	BATERÍA/ BATTERY BE1T	DISTRIBUCIÓN/ DISTRIBUTION Tandem	CONFIGURACIÓN/ CONFIGURATION	Voltaje Voltage	Consumo Consumption	Flujo Luminoso Luminous Flux
203	EO T8	48	2	32W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	58W 5400 lm
	EP T5	48	2	28W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	68W 3300 lm
			3	54W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	116W 8800 lm
			3	28W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	103W 4950 lm
			3	54W	•	•	•	•	ME MT MI	Multivoltaje	176W 13200 lm

Ilustración 27 Sylvania-Americas 203 HB Curve Sala de Máquinas (Sylvania, 2014-2015)

Con dimensiones y curva fotométrica de sala de producción.

El coeficiente de utilización viene determinado por:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{9.19 \cdot 25.2}{4 \cdot (9.19 + 25.2)} = 1.68$$

Interpolamos en la tabla de corrección:

$$\begin{aligned}(2.5 - 1.5) &= (100 - 89) \\(2.5 - 1.68) &= (100 - C_u) \rightarrow C_u = 90.98\% = 0.9098\end{aligned}$$

Desarrollo del proyecto

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se han tomado 6 iluminarias, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{6 \cdot 2 \cdot 5400 \cdot 0.9098 \cdot 0.8}{231.588} = 203.65 \geq 200 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

4.6.3.7. BAÑOS

El nivel de iluminancia media según las tablas de la Norma referenciada anteriormente debe ser: $E_m = 200$ lux por lo que se comprueba si la sala cumple los requisitos.

Se analizan sus dimensiones:

- Ancho = 6.133m
- Largo = 9.190m
- Alto = 4m

El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 507 Parabolic.

ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS							OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS				MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO	
Modelo	Balastre	Long. tubo	Cant. Lamp.	Vatiaje	Dimensión	# Celdas	REFLECTOR	BATERIA/ BATTERY	INSTALACIÓN/ INSTALLATION	Voltaje	Consumo	Flujo Luminoso
Model	Ballast	Tube long.	Lamp. Qty.	Wattage	Dimension	# Cells	RA	BATT/BATZ	Cielo suspendido Suspended ceiling	Voltage	Consumption	Luminous Flux
507										Multivoltaje	40W	3750 lm
	EO T8	24	3	17W	2x2	9	•	•	•	•	57W	5000 lm
			4	17W	2x2	16	•	•	•	•	58W	5400 lm
			2U	32W	2x2	9	•		•	•	80W	8100 lm
			3U	32W	2x2	9	•		•	•	89W	8100 lm
			2	32W	1x4	16	•	•	•	•	58W	5400 lm
			3	32W	2x4	18	•	•	•	•	89W	8100 lm
			4	32W	2x4	32	•	•	•	•	106W	10800 lm
	EP T5	48	2	28W	1x4	16	•	•	•	•	68W	3300 lm
			2	28W	2x4	12	•	•	•	•	68W	3300 lm
			2	54W	2x4	12	•	•	•	•	116W	8800 lm
			3	28W	2x4	18	•	•	•	•	103W	4950 lm
			4	54W	2x4	32	•	•	•	•	176W	13200 lm

Con dimensiones y curva fotométrica de sala de oficinas.

El coeficiente de utilización viene determinado por:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{6.133 \cdot 9.19}{4 \cdot (6.133 + 9.19)} = 0.92$$

Interpolamos en la tabla de corrección:

$$(1 - 0.6) = (75 - 56) \rightarrow C_u = 71.2\% = 0.712$$

$$(1 - 0.92) = (75 - C_u) \rightarrow C_u = 71.2\%$$

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se han tomado 4 iluminarias, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 5400 \cdot 0.712 \cdot 0.8}{56.36227} = 436.58 \geq 200l \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Asimismo, para cada baño se instala una luminaria y se analizan sus dimensiones:

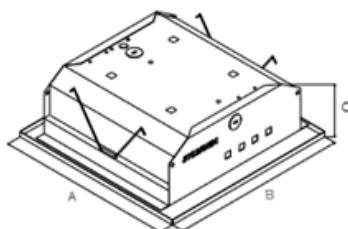
- Ancho = 1.181m
- Largo = 1.462m
- Alto = 2m

El tipo de luminaria a utilizar, siguiendo el catálogo de Sylvania-Americas, es el modelo 1515 Quadrat.

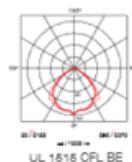
ESPECIFICACIONES / SPECIFICATIONS						OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA / SINGLE CHOICE OPTIONS						MÁS INFORMACIÓN / MORE INFO		
Modelo	Balastro	Long. Tubo	Cant. Lamp.	Vatiaje		BATERÍA/ BATTERY	#1	#2	#4	#8	PL6	Voltaje Voltage	Consumo Consumption	Flujo Luminoso Luminous Flux
1615	CFL	T2 (máx.) 1B	26W			BE1T	.	.	.	.	.	120V	26W	**
		T2 (máx.) 2B	26W				.	.	.	.	.	120V	26W	**
E	N/A	1	26W				▼	.	.	.	.	120V/277V	28W	1710 lm
	N/A	2	26W				▼	.	.	.	.	120V/277V	51W	8420 lm
	N/A	1	18W				▼	.	.	.	.	120V/277V	18W	900 lm
	N/A	2	18W				▼	.	.	.	.	120V/277V	32W	1800 lm

Dimensiones / Dimensions (mm)

Dimensión Nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)
(1x1)	280	280	100



Curva Fotométrica / Photometric Curve



El coeficiente de utilización viene determinado por:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{1.181 \cdot 1.462}{2 \cdot (1.181 + 1.462)} = 0.32$$

Por lo que el coeficiente de utilización es $C_u = 56\% = 0.56$

El coeficiente de mantenimiento que se toma será $C_m = 0.8$

Se ha tomado 1 iluminaria, por lo que se procede a realizar el cálculo según la expresión Ec.(4)

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 900 \cdot 0.56 \cdot 0.8}{1.726622} = 233.5 \geq 200lux \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Desarrollo del proyecto

4.6.4. CÁLCULOS DE SECCIÓN

Para proceder con los cálculos de la maquinaria de la nave es necesario seleccionar los elementos comerciales que se desean instalar en esta.

Teniendo en cuenta que la alimentación necesaria para la maquinaria y el alumbrado son tanto monofásica como trifásica debemos hacer uso de la siguiente expresión para realizar los cálculos pertinentes para trifásica:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

- Donde $V = 400V$ y $\cos\varphi = 0.85$

Y la siguiente expresión para monofásica:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\varphi$$

- Donde $V = 230V$ y $\cos\varphi = 0.85$

Según la Norma UNE 20.460 y siguiendo el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT 19 los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y siempre serán aislados.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ³ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
B2		Cables multiconductores en tubos ³ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ⁴			3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
E		Cables multiconductores al aire libre ⁵ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁶				3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁷ Distancia a la pared no inferior a D ⁸					3x PVC		3x XLPE o EPR ¹¹				
G		Cables unipolares separados mínimo D'						3x PVC ⁹		3x XLPE o EPR			
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre													
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35	77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	
		50	94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	
		70			149	160	171	188	202	224	244	321	
		95			180	194	207	230	245	271	296	391	
		120			208	225	240	267	284	314	348	455	
		150			236	260	278	310	338	363	404	525	
		185			268	297	317	354	386	415	464	601	
		240			315	350	374	419	455	490	552	711	
		300			360	404	423	484	524	565	640	821	

Tabla 31 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT 19

Se ha de tener en cuenta que el aislamiento recomendado para industria es el polietileno (XLPE). Asimismo, se recalca que, para esta nave industrial, en concreto, se utilizarán cables multiconductores en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra (B2).

De igual modo, la sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor al 3% de la tensión nominal para alumbrado y menor al 5% para interior de nave industrial.

Para comprobar que la caída de tensión cumple con los requerimientos establecidos, se hará uso de la siguiente expresión para trifásica:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{S \cdot c} \leq 5\% \text{ de } 400V \text{ (fuerza)}$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{S \cdot c} \leq 5\% \text{ de } 230V \text{ (fuerza)}$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{S \cdot c} \leq 3\% \text{ de } 230V \text{ (iluminación)}$$

Siendo L la longitud a la que se encuentra la máquina, I su intensidad, $\cos\varphi=0.85$, S la sección seleccionada y c = 44 para XLPE y 90°C.

Máquina	Potencia (W)	Alimentación	A	PIA (A)	Sección (mm²)	Longitud desf. (m)	ΔV (V)	ΔV (%)
Alineadora	1000	Trifásica	1,698	10,000	2,5	52,5	1,193	0,25938735
Soplado+Llenado+Capsulado	1500	Trifásica	2,547	10,000	2,5	42,5	1,449	0,31497036
Etiquetadora	2000	Trifásica	3,396	10,000	2,5	34,5	1,568	0,34090909
Encajadora	6000	Trifásica	10,189	16,000	2,5	28,5	3,886	0,84486166
Brazo Robótico	4310	Trifásica	7,319	10,000	2,5	3,8	0,372	0,08091897
Controlador Brazo Robótico	11050	Trifásica	18,764	20,000	2,5	3,8	0,954	0,20746047
Transportador recto	500	Trifásica	0,849	10,000	2,5	52,5	0,597	0,12969368
Transportador curvo	500	Trifásica	0,849	10,000	2,5	21,5	0,244	0,05311265
Enfriadora	3900	Trifásica	6,623	10,000	10	20,2	0,448	0,38922925
UTA	750	Trifásica	1,274	10,000	1,5	13,2	0,375	0,04891304
Caldera	350	Monofásica	1,293	10,000	1,5	21,2	0,706	0,15354729
Alumbrado Nave1	1160	Monofásica	4,287	6,000	2,5	60	3,975	1,44028184
Alumbrado Nave2	1160	Monofásica	4,287	6,000	2,5	60	3,975	1,44028184
Alumbrado Sala Manto.	58	Monofásica	0,214	6,000	1,5	35	0,193	0,04200822
Alumbrado Sala Máquinas	348	Monofásica	1,286	6,000	1,5	45	1,491	0,32406341
Alumbrado Oficinas	625	Monofásica	2,310	6,000	1,5	27	1,606	0,34920626
Alumbrado Comedor	232	Monofásica	0,857	6,000	1,5	17	0,375	0,08161597
Alumbrado Baños	304	Monofásica	1,123	6,000	1,5	25	0,723	0,15727215
Alumbrado Emergencia Nave	224	Monofásica	0,828	6,000	2,5	127,6	1,632	0,59147574
Alumbrado Emergencia Oficina	64	Monofásica	0,237	6,000	1,5	25,6	0,156	0,03390457
Tomas de corriente Oficinas	8000	Monofásica	29,565	30	4	27	7,710	4,46980731

Tabla 32 Cálculos Secciones

Desarrollo del proyecto

En cuanto a las tomas de corriente en la Nave, para cada COFRET tenemos:

COFRET	Potencia (W)	Alimentación	PIA (A)	Sección (mm ²)	Longitud desf. (m)	ΔV (V)	ΔV (%)
ROJO 32A	18844	Trifásica	32,000	4	62	16,596	5,772589885
ROJO 16A	9422	Trifásica	16,000	4	62	8,298	2,886294943
AZUL 16A	3128	Monofásica	16,000	4	62	9,582	3,332806324
AZUL 16A	3128	Monofásica	16,000	4	62	9,582	3,332806324

Tabla 33 Cálculos secciones cofret

4.7. INSTALACIÓN SISTEMA DE FONTANERÍA

4.7.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO

Caudal mínimo para cada tipo de aparato:

La instalación de fontanería se ha diseñado de forma que se suministre a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los siguientes caudales:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (dm ³ /s)	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S. (dm ³ /s)
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Inodoro con cisterna	0,10	-
Urinarios con grifo temporizador	0,15	-

Tabla 34 Caudal red de agua fría - A.C.S.

Presión mínima:

En los puntos de consumo la presión mínima ha de ser:

- 100 kPa para grifos comunes.
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

Presión máxima:

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

Temperatura ACS:

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50 °C y 65 °C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

Desarrollo del proyecto

Separaciones respecto de otras instalaciones:

Se procederá a la instalación de las tuberías por debajo de cualquier canalización que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones o gas, salvaguardando una distancia de seguridad en paralelo con el resto de instalaciones de al menos 30cm.

Ahorro de agua:

Los grifos que se instalen en lugares de pública concurrencia, irán dotados de grifos pulsadores con temporizador y aireadores. (Arnedo Muñoz, 2015).

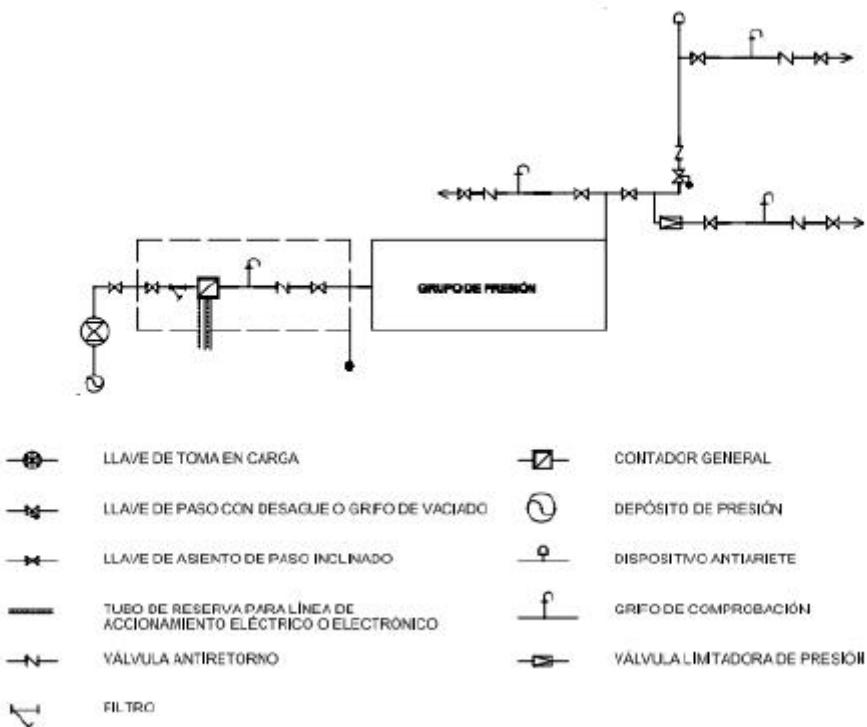


Ilustración 28 Esquema general red de agua

4.7.2. CÁLCULOS RED DE AGUA FRÍA Y A.C.S.

TRAMO	NUMERO APARATOS SANITARIOS	CONSUMO INSTALADO (l/s)	NUMERO APARATOS SAIMULTANEOUS	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD TEÓRICA (m/s)	SECCION TEÓRICA (mm ²)	DIÁMETRO TEÓRICO (mm)	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD REAL (m/s)	LONGITUD (m)	PERDIDA TUBERIA (m.c.a.)	PERDIDA DE ACCESORIOS (m.c.a.)	PERDIDA ACUMULADA (kPa)
COLECTOR GENERAL													
1-2	12	1,6	0,3	0,48	1,5	321,61	20,24	PP20	1,37	15	1,73	0,52	22,04
2-3	8	0,66	0,38	0,25	1,5	155,3	14,55	PP20	0,71	15	0,55	0,15	28,98

Tabla 35 Cálculos pérdida de carga en tuberías

TUBO EN BARRA PPR 80 SDR 6 / S 2,5 PN20



Referencia	Dia x Esp (mm)	t (mm)
PPR.TB16	16 x 2,7	4,0
PPR.TB20	20 x 3,4	4,0
PPR.TB25	25 x 4,2	4,0
PPR.TB32	32 x 5,4	4,0
PPR.TB40	40 x 6,7	4,0
PPR.TB50	50 x 8,4	4,0
PPR.TB63	63 x 10,5	4,0
PPR.TB75	75 x 12,5	4,0
PPR.TB90	90 x 15,0	4,0
PPR.TB110	110 x 18,5	4,0
PPR.TB125	125 x 20,8	4,0
PPR.TB160	160 x 26,6	4,0

Ilustración 29 Catálogo EGB GROUP

- Tramo 1 – 2 Agua fría. (4 Lavabo, 4 Duchas, 4 Inodoros)
- Tramos 2 – 3 A. C. S (4 Lavabos, 4 Duchas)

Teniendo en cuenta los valores de la Ilustración 32, y de las presiones mínimas de suministro, se ha llevado a cabo el cálculo de la sección de tubería a instalar en la red de agua fría, como en A.C.S., obteniendo en ambas un diámetro de 21,20 mm. La tubería comercial correspondiente es una PPR.TB20.

Podemos observar en la Ilustración 30, que la perdida de carga máxima es de 58,76 KPa para agua fría y 65,71 KPa para agua caliente. La presión de suministro que nos proporciona la red pública de abastecimiento de agua potable es de 22 m.c.a equivalente a 215,74 Kpa, restando la perdida de presión acumulada cumplimos con la presión mínima de consumo.

Desarrollo del proyecto

Los valores de velocidad en m/s, se ha prefijado en 1,5 m/s, ya que el CTE en el apartado de salubridad nos indica lo siguiente:

- Valores inferiores a 0.5 m/s pueden producir sedimentaciones.
- Valores superiores a 2 m/s además de mucho ruido pueden provocar erosiones en las tuberías.

4.8. INSTALACIÓN SISTEMA DE SANEAMIENTO

Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas

Los *edificios* dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

Condiciones generales de la evacuación:

- Los *colectores* del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente *aemetida*.
- Cuando no exista red de alcantarillado público, deben utilizarse sistemas individualizados separa-dos, uno de evacuación de *aguas residuales* dotado de una estación depuradora particular y otro de evacuación de *aguas pluviales* al terreno.
- Los residuos agresivos industriales requieren un tratamiento previo al vertido a la red de alcantarillado o sistema de depuración.

Características del alcantarillado de acometida:

Red pública separativa con conexión independiente al alcantarillado (no existe conexión entre la red de residuales y de pluviales).

Cotas

Cota alcantarillado > cota evacuación (no precisa estación de bombeo).

La instalación de aguas residuales comprende los desagües de los siguientes aparatos:

- Zona comercial-ventas:

El conjunto de los aseos de la zona comercial está formado por 4 lavabos, 4 inodoros.

Además, en la zona de producción, se dispondrá de dos sumideros sifónicos.

Desarrollo del proyecto

En cuanto a la evacuación de aguas pluviales, los faldones de la cubierta conducen estas aguas hasta los canalones.

Configuración del sistema de evacuación:

Cuando exista una única red de alcantarillado público:

- Sistema mixto o un sistema separativo con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red exterior.
- La conexión entre la red de pluviales y la de residuales deben hacerse con interposición de un cierre hidráulico (arqueta sifónica).

En nuestro caso y como se muestra en los planos de los anexos, nuestro sistema es mixto. Dispondremos de 10 arquetas.

Elementos de la instalación:

- Elementos en la red de evacuación
 - Cierres hidráulicos
 - Redes de pequeña evacuación
 - Bajantes y canalones
 - Colectores
 - Colectores colgados
 - Colectores enterrados
 - Elementos de conexión
- Elementos especiales
 - Sistema de bombeo y elevación
 - Válvulas antirretorno de seguridad

4.9. INSTALACIÓN SISTEMA DE AIRE COMPRESIMIDO

4.9.1. SISTEMA DE AIRE COMPRESIMIDO

En las plantas industriales es habitual la instalación de sistema de aire comprimido. Este sistema lo vamos a implantar para la máquina de soplado, para la limpieza de las botellas.

A continuación, explicaremos las partes más importantes del sistema de aire comprimido, sin meternos de lleno en el cálculo y diseño de la instalación. El programa que se utilizaría para el correcto diseño es FluidSim de Festo (Industriales, 2005-2006).

4.9.2. ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRESIMDO

En la Ilustración 27, se representa el esquema básico de la instalación de aire comprimido. Los principales componentes son el compresor, el enfriador (aftercooler), un deshumidificador, las líneas de suministro y los puntos de consumo con su regulador y filtro.

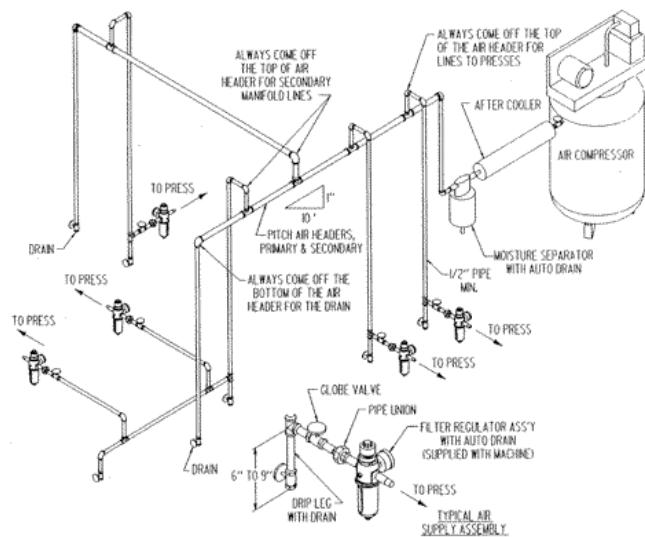


Ilustración 30 Instalación de aire comprimido (Industriales, 2005-2006)

Desarrollo del proyecto

4.9.2.1. COMPRESOR

El principal elemento para comprimir el aire es el compresor, aspira el aire de la atmósfera, y comprime su volumen, de ahí, se aumenta la presión y temperatura.

En la industria podemos encontrar dos grandes familias de compresores:

- Compresores de desplazamiento positivo.
- Compresores rotodinámicos(Industriales, 2005-2006).

4.9.2.2. DEPÓSITO

El depósito suele ir ligado al compresor, ya que no trabaja de manera continuada. Este depósito sirve también para amortiguar las diferentes fluctuaciones de caudal de aire y así evitar el mal funcionamiento en puntos determinados de la instalación (Industriales, 2005-2006).

4.9.2.3. AFTERCOOLER

Este elemento nos proporciona el enfriamiento del aire, ya que como hemos citado anteriormente en el apartado del compresor, el aire al ser comprimido, aumenta su temperatura. Esto es importante ya que, eliminamos posibles condensaciones en el circuito (Industriales, 2005-2006).

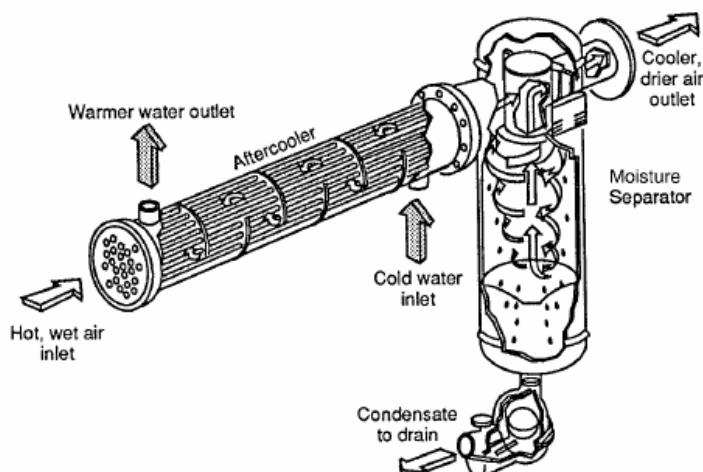


Ilustración 31 Aftercooler (Industriales, 2005-2006)

4.9.2.4. DESHUMIFICADOR

Es el dispositivo encargado de retirar la condensación que se ha producido en el aftercooler (Industriales, 2005-2006).

4.9.2.5. LÍNEAS DE SUMINISTRO

Dado que el compresor, depósito y aftercooler, se sitúan en una sala, en este caso, se instalará en la sala de calderas, será preciso diseñar muy bien la distribución en planta de todas las líneas de suministro desde el compresor, hasta los puntos de consumo (tres sopladoras) (Industriales, 2005-2006).

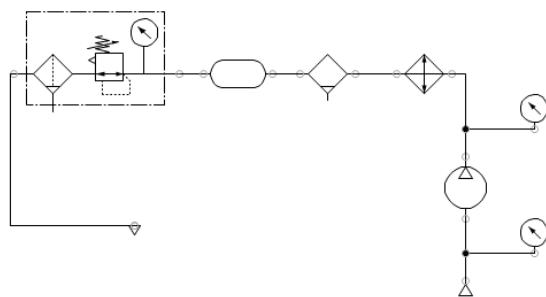


Ilustración 32 Esquema de principio. Diseño instalación aire comprimido-máquina soplado (FluidSim 5 Festo).

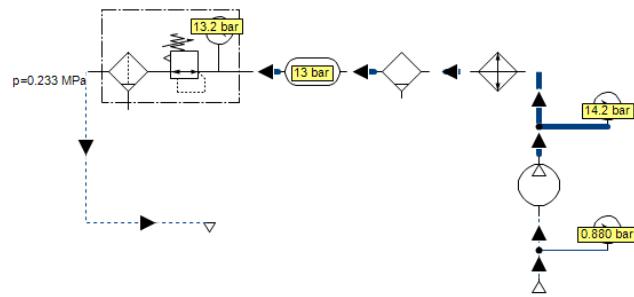


Ilustración 33 Esquema de principio. Diseño instalación aire comprimido-máquina soplado (FluidSim 5 Festo).

- La presión de simulación es de 0,233 Mpa.
- La presión de suministro real es de 6bar debido a la presión de salida del compresor.

Desarrollo del proyecto

4.10. GESTIÓN DE RESIDUOS

4.10.1. INTRODUCCIÓN

De modo introductorio se realiza la definición de los siguientes términos recogidos en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.

Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

Prevención: conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:

- La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
- Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
- El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.

Productor de residuos: cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas se considerará productor de residuos al representante de la mercancía, o bien al importador o exportador de la misma.

Poseedor de residuos: el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos.

Agente: toda persona física o jurídica que organiza la valorización o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidos los agentes que no tomen posesión física de los residuos.

Gestión de residuos: la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre

de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

Gestor de residuos: la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Recogida: operación consistente en el acopio de residuos, incluida la clasificación y almacenamiento iniciales para su transporte a una instalación de tratamiento.

Recogida separada: la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

Reutilización: cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Tratamiento: las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.

Preparación para la reutilización: la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Desarrollo del proyecto

Eliminación: cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía. Suelo contaminado: aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno, y así se haya declarado mediante resolución expresa.

4.10.2. RESIDUOS DE CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, nos indica en el capítulo 2 Sección 1^a, el procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria para la formulación de la declaración de impacto ambiental, en nuestro caso, por la apertura de nueva actividad en construcción.

Al realizarse una nave industrial de nueva construcción nos regiremos por el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Ámbito de aplicación.

1. Este real decreto será de aplicación a los residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 2, con excepción de:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

Desarrollo del proyecto

2. A los residuos que se generen en obras de construcción o demolición y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación este real decreto en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación.

En nuestro caso será de obligado cumplimiento dicho real decreto.

4.10.3. RESIDUOS PELIGROSOS

La GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS hace referencia al *REAL DECRETO 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.*

La gestión de residuos peligrosos en la planta industrial, se enfocarán sobre pilas y acumuladores.

Artículo 1. Objeto.

Este real decreto tiene por objeto, de acuerdo con los principios de «quien contamina paga» y de responsabilidad del productor:

a) Prevenir la generación de residuos de pilas y acumuladores, facilitar su recogida selectiva y su correcto tratamiento y reciclaje, con la finalidad de reducir al mínimo su peligrosidad y de evitar la eliminación de las pilas, acumuladores y baterías usados en el flujo de residuos urbanos no seleccionados.

b) Establecer normas relativas a la puesta en el mercado de pilas, acumuladores y baterías y, en particular, la prohibición de la puesta en el mercado de pilas y acumuladores que contengan determinadas cantidades de sustancias peligrosas; y

c) Establecer normas específicas para la recogida, tratamiento, reciclaje y eliminación de los residuos de pilas y acumuladores y promover un alto nivel de recogida y reciclaje de estos residuos.

Con estas medidas, se pretende mejorar el rendimiento ambiental de las pilas, acumuladores y baterías y las actividades de todos los operadores involucrados en su ciclo de vida, como los productores, distribuidores, usuarios finales y, en particular, los recicladores y demás gestores de residuos de pilas y acumuladores.

Tendremos en cuenta la aplicación de *REAL DECRETO 106/2008, portátiles que se encuentre en la empresa, para su posterior gestión en caso de deficiencias de funcionamiento*

Desarrollo del proyecto

4.10.4. ACTUACIONES A LLEVAR A CABO EN LA PLANTA EMBOTELLADORA

El polígono industrial de La Almunia de Doña Godina donde se sitúa el edificio dispone de servicio de recogida centralizada con contenedores de calle de superficie.

Los residuos de construcción y demolición atenderemos a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, por el que se regula dichos residuos.

Dadas las características del entorno de la planta y tratándose de un polígono de nueva construcción, no se prevé que ninguna de las fracciones de residuos pueda pasar a tener recogida puerta a puerta, siendo la empresa responsable de la gestión de dichos residuos.

Dado que los residuos que se prevé que se generen en la planta industrial debidos a su uso van a ser mínimos y que en su mayor parte serán de la fracción papel/cartón, se considera suficiente que a la hora de realizar la implantación de la actividad en el mismo se dote tanto a la zona comercial y de oficinas como a la zona de servicios del almacén (oficina, vestuarios y office) de una serie de papeleras donde se puedan depositar los residuos ordinarios generados, debidamente clasificación en los contenedores correspondientes. Estos residuos se recogerán periódicamente y se trasladarán hasta los contenedores de calle (Arnedo Muñoz, 2015).

En caso de que se traten de residuos peligrosos de pilas, baterías, portátiles, etc... se acudirá al *REAL DECRETO 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos*.

En la zona de almacén se deberá instalar un cubo para la recogida de los posibles residuos ordinarios generados en él, así como, contenedores que recojan los residuos peligrosos. De igual forma que en el caso anterior este cubo se vaciará periódicamente trasladándose los residuos a los contenedores de calle.

Si en algún momento los residuos producidos en el almacén no pueden ser recogidos por el servicio de recogida, estos serán trasladados directamente al vertedero por cuenta del titular de la actividad mediante la solicitud de contenedor industrial o elemento análogo (Arnedo Muñoz, 2015).

En todas las actuaciones que se lleven a cabo se cumplirá los Reales Decretos citados en los puntos anteriores.

5. CONCLUSIONES

El presente proyecto cumple con el objetivo de diseñar un sistema de climatización, así como, la correspondiente instalación eléctrica, sistema contra incendios y fontanería, entre otros. Todo ello, atendiendo a las necesidades de la presente nave industrial.

Para ello, se han utilizado programas adecuados a cada una de las acciones que se han llevado a cabo en el proyecto. Para la distribución en planta se ha utilizado el programa Inventor Factory, mientras que para los planos de la nave se ha utilizado Autocad Architecture. Por otro lado, la instalación eléctrica y sus planos correspondientes se han diseñado con el programa Cady ++, las estructuras metálicas con Cype 2014, y el programa Revir 2019 se ha utilizado para diseñar el sistema de climatización.

Desde un punto de vista más organizacional, se han utilizado dos programas específicos para la consecución del trabajo. El primero es Presto 8.8 que ha permitido realizar un presupuesto exhaustivo y preciso de todo el proyecto. Mientras que el segundo programa, Proyect, ha permitido realizar una temporalización del mismo.

Una vez concluido el proyecto, se ha extraído una conclusión principal: la importancia no sólo de los cálculos técnicos de la nave, sino la importancia de las condiciones económicas y organizativas. A causa de esto, una de las limitaciones principales que se han tenido a la hora de llevar a cabo el proyecto han versado sobre las acciones y la elección de equipos. Todo ello con el objetivo de reducir al máximo los costes y seleccionando las máquinas que, a su vez, fuesen las más óptimas para la función que deben desempeñar.

Las limitaciones encontradas en la realización del trabajo nos llevan a proponer distintas líneas de investigación. Una de las propuestas para la realización de trabajos futuros está encaminada en mejorar los cerramientos integrales con el fin de conseguir un ahorro energético considerable. Todo ello se debe a que, con unos coeficientes de transmitancia muchos más altos, conseguiremos reducir la potencia de las máquinas a instalar, así como, un ahorro importante de consumo energético y sostenibilidad del medio ambiente. Otra de ellas, va encaminada a encontrar y seleccionar las máquinas que tengan una relación coste y optimización optima que permita reducir sus costes, así como, encontrar vías de financiación que mejore las condiciones económicas.

Bibliografía

6. BIBLIOGRAFÍA

- ABB. (2018). *ABB*. Obtenido de <https://new.abb.com/>
- Aliter. (2017). *Aliter Soluciones Energeticas*. Obtenido de <https://www.alitersoluciones.es/climatizar-nave-industrial/>
- Alonso Cuadrado, F. (2011). *Instalaciones técnicas en nave industrial*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Arnedo Muñoz, A. (2015). *Proyecto de ejecución de nave industrial con oficinas*. EUPLA.
- Blanca Giménez, V., Castilla Cabanes, N., Martínez Antón, A., & Pastor Villa, R. M. (s.f.). *Luminotecnia*. Valencia: UPV.
- Circutor. (2015). *Circutor*. Obtenido de <http://circutor.es/es/formacion/vehiculo-electrico/modos-de-carga-iec-61851-1>
- Climadesign. (2019). *Climadesign*. Obtenido de <https://www.climadesign.com.ar/novedad/rooftops>
- Cuaderno de seguridad. (s.f.). Obtenido de <https://cuadernosdeseguridad.com/2018/11/novedades-en-la-normativa-de-sistemas-de-abastecimiento-de-agua-contra-incendios/>
- CYPE Ingenieros, S. (s.f.). <http://cype3d.cype.es/>. Obtenido de <http://cype3d.cype.es/>
- (2010). *Document Básico DB-SI Seguridad en caso de incendios*.
- (2017). *Documento Básico HE Ahorro de energía*.
- (2018). *Documento Básico HS Salubridad*.
- (2009). *Documento Básico SE Seguridad Estructural*.
- DSV. (s.f.). *Dsv Global Transport and Logistics*. Obtenido de <http://www.es.dsv.com/road-transport/tipos-de-trailer-y-dimensiones/trailer-aberto>
- Fernández Gárate, V. (2017). *Climatización de una nave industrial*. Cantabria: Universidad de Cantabria.
- Ferrer, C., Ferrán, J., & Ferrer, C. (1999). Contribución al estudio, cálculo y diseño de soleras de hormigón en masa para la actividad agroindustrial.
- Hoyos, & Lessing. (2013). Estructuras metálicas. En Hoyos, & Lessing, *Estructuras metálicas*.

- Icespedes. (s.f.). *Icespedes.* Obtenido de <http://www.icespedes.com/catalog/es/etiquetadoras-automaticas/119-etiquetadora-automatica-rotativa.html>
- Industriales, I. (2005-2006). *Instalación de aire comprimido*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- (s.f.). *Instalaciones de climatización*. Madrid.
- Interroll. (s.f.). *Interroll.* Obtenido de https://www.interroll.es/fileadmin/products/es/Resources_pdf_9007199359595403.pdf
- Maquembo, S. (2017). *Maquembo, S.L.* Obtenido de <https://ausere.es/maquinaria/posicionadora-ausere-p/?portfolioCats=27>
- Nergiza. (s.f.). *Nergiza*. Obtenido de <https://nergiza.com/que-es-un-sistema-de-climatizacion-vrf>
- Olivares Sánchez, A. (2015). *Mantenimiento integral de edificios e instalaciones: Análisis y medidas de mejora*. Cartagena: Universidad oiltécnica de Cartagena.
- Optimfred. (2015). *Optimfred*. Obtenido de <https://www.optimfred.com/blog/climatizacion-industrial-cada-tipo-de-industria-requiere-un-tipo-de-climatizacion-especifica-16404>
- Ovacen. (2017). *Ovacen*. Obtenido de <https://ovacen.com/tipos-sistemas-de-climatizacion-ejemplos/>
- (2013). *Reglamento Instalaciones Térmicas en Edificios "RITE"*.
- Rodas, A., & Hernán. (2014). Estructuras 1. En A. Rodas, & Hernán, *Estructuras 1*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Sylvania. (2014-2015). Luminarias fluorescentes. *Sylvania*.
- Toshiba. (s.f.). *Toshiba*. Obtenido de <https://www.toshiba-aire.es/que-es-aerotermia/>

Relación de documentos

(X) Memoria	115	páginas
(_) Anexos	123	páginas

La Almunia, a 25 de Junio de 2019

Firmado: Martín Orna Carmona