Índice

1. Memoria descriptiva 6
    1.1. Objeto del proyecto 6
    1.2. Abasto del proyecto 6
    1.3. Ubicación 7
    1.4. Emplazamiento 8
    1.5. Descripción de la actividad 9
        1.5.1. Tipo de actividad 10
    1.6. Diseño y distribución del complejo 10
        1.6.1. Zona exterior de la nave 10
            1.6.1.1. Plazas de aparcamiento 11
            1.6.1.2. Contenedores de residuos 11
            1.6.1.3. Silo de almacenamiento de viruta 11
        1.6.2. Zona de fabricación 11
            1.6.2.1. Zona de acceso, carga y entrega al muelle 11
            1.6.2.2. Estanterías de almacenamiento 12
            1.6.2.3. Zona de la maquinaria 12
            1.6.2.4. Puestos de trabajo 12
        1.6.3. Zona del almacenamiento 12
            1.6.3.1. Almacén de producto acabado o semiacabado 12
            1.6.3.2. Almacén de materia prima 12
        1.6.4. Zona de las oficinas 13
            1.6.4.1. Vestíbulo y pasillos 13
            1.6.4.2. Vestuario masculino 13
            1.6.4.3. Cuarto eléctrico y del compresor 13
            1.6.4.4. Cuarto de la instalación de agua caliente 13
            1.6.4.5. Cuarto de orden, limpieza y mantenimiento 14
            1.6.4.6. Escaleras 14
            1.6.4.7. Vestuario femenino 14
            1.6.4.8. Oficina técnica, de expediciones y archivador 14
            1.6.4.9. Local de descanso, primeros auxilios y de reuniones 14
        1.6.5. Zona de la cubierta 15
            1.6.5.1. Placa térmica solar 15
            1.6.5.2. Lucernario bivalvo 15
    1.7. Normativa vigente 15
2. Memoria constructiva 17
    2.1. Informe geotécnico de la zona 17
        2.1.1. Trabajo previsto y acondicionamiento del terreno 18
        2.1.2. Movimiento de tierras y explanaciones 18
    2.2. Acciones en la edificación 18

2.2.1. Cargas permanentes 18
2.2.1.1. Peso propio 18
2.2.1.2. Acciones del terreno 18
2.2.2. Cargas variables 18
2.2.2.1. Sobrecarga de uso 19
2.2.2.2. Viento 19
2.2.2.3. Acciones térmicas 20
2.2.2.4. Nieve 20
2.2.3. Cargas accidentales 20
2.2.4. Hipótesis de cargas 20
2.3. Modelización de la estructura 21
2.3.1. Estructura metálica principal 21
2.3.1.1. Pórtico 22
2.3.1.1.1. Cerchas 22
2.3.1.1.2. Correas de la cubierta 22
2.3.1.1.3. Correas de los laterales 23
2.3.1.2. Pilares 23
2.3.2. Estructura del soporte de las oficinas 23
2.3.2.1. Vigas 23
2.3.2.2. Pilares 24
2.3.2.3. Forjado 24
2.3.3. Cimentación 24
2.3.3.1. Placas de anclaje 24
2.3.3.2. Zapatas 24
2.3.3.3. Vigas de atado 25
2.3.4. Cerramiento 25
2.3.4.1. Cerramientos laterales y de fachada 25
2.3.4.2. Cerramientos de cubierta 25
2.3.4.3. Cerramientos interiores 25
2.3.4.3.1. Interior de la nave industrial 25
2.3.4.3.2. Exterior de la zona de oficinas 25
2.3.4.3.3. Interior de la zona de oficinas 26
2.3.5. Pavimentación 26
2.3.5.1. Zona de fabricación y zona de almacenamiento 26
2.3.5.2. Zona de la entreplanta 26
2.3.6. Puertas 26
2.3.7. Ventanas 26
2.4. Resistencia al fuego 27
2.4.1. Objeto 27
2.4.2. Caracterización del establecimiento por su nivel de riesgo intrínseco 27

2.4.2.1. Configuración y ubicación con relación a su entorno 27
2.4.2.2. Nivel de riesgo intrínseco 27
2.4.2.3. Sectorización 29
2.4.3. Requisitos y estabilidad de los elementos constructivos 29
2.4.3.1. Elementos estructurales portantes 30
2.4.3.2. Elementos contractivos de cerramientos 32
2.4.4. Materiales 33
2.4.5. Evacuación 33
2.5. Normativa vigente 34
3. Memoria de las instalaciones 35
3.1. Instalación eléctrica 35
3.1.1. Objeto de la instalación 35
3.1.2. Abasto y documentación. 35
3.1.3. Descripción de la instalación 35
3.1.3.1. Tipo de trámite 36
3.1.3.2. Clasificación de la instalación 37
3.1.3.3. Suministro de la energía eléctrica 37
3.1.3.4. Acometida 37
3.1.4. Características de la instalación 38
3.1.4.1. Caja general de protección 38
3.1.4.2. Cuadro general de mando y protección 38
3.1.4.2. Instalación de conexión a tierra 38
3.1.4.3. Protecciones contra choque eléctrico 39
3.1.4.4. Protecciones contra sobreintensidades 39
3.1.5. Líneas individuales 40
3.1.5.1. Motores 40
3.1.5.2. Iluminación 40
3.1.5.3. Tomas de corriente y otros usos 41
3.1.6. Sistema de iluminación 41
3.1.6.1. Objeto 41
3.1.6.2. Abasto del alumbrado 41
3.1.6.3. Tipo de luminarias 42
3.1.6.3.1. Iluminación interior 42
3.1.6.3.2. Iluminación exterior 42
3.1.6.3.3. Iluminación de emergencia 42
3.1.7. Normativa aplicable 43
3.2. Instalación de energía solar térmica 44
3.2.1. Objeto 44
3.2.2. Abasto 44
3.2.3. Consideraciones de la energía solar térmica 44

3.2.4. Instalación de la producción solar térmica 44
3.2.5. Componentes de la instalación 45
3.2.5.1. Captador solar 46
3.2.5.2. Centralita de regulación 46
3.2.5.3. Depósito de expansión 46
3.2.5.4. Depósito de acumulación 47
3.2.5.5. Caldera eléctrica 47
3.2.5.6. Sistemas de distribución de calor y consumo 47
3.2.5.7. Contador de energía 47
3.2.6. Normativa 47
3.3. Instalación de agua 49
3.3.1. Objeto 49
3.3.2. Abasto y documentación 49
3.3.3. Condiciones de la instalación 49
3.3.4. Descripción de la instalación 49
3.3.4.1. Acometida 49
3.3.4.2. Instalación de agua fría 50
3.3.4.3. Instalación de agua caliente sanitaria (ACS) 50
3.3.4.4. Evacuación de aguas residuales y aguas pluviales 50
3.3.5. Normativa 50
3.4. Instalación de calefacción 51
3.4.1. Objeto 51
3.4.2. Abasto y documentación 51
3.4.3. Condiciones de bienestar 51
3.4.4. Componentes del sistema de calefacción 51
3.4.4.1. Caldera eléctrica 51
3.4.4.2. Radiadores de acero 52
3.4.4.3. Tuberías 52
3.4.4.4. Componentes de regulación, control y ahorro energético 52
3.4.5. Normativa 52
3.5. Instalación de ventilación y climatización 53
3.5.1. Objeto 53
3.5.2. Abasto 53
3.5.3. Consideraciones de la instalación 53
3.5.4. Zona de ventilación 54
3.5.4.1. Ventiladores 54
3.5.4.2. Aire acondicionado 54
3.5.5. Normativa 54
3.6. Instalación de aspiración 56
3.6.1. Objeto 56

3.6.2. Abasto 56
3.6.3. Consideraciones de la instalación 56
3.6.4. Normativa 56
3.7. Instalación de aire comprimido 57
3.7.1. Objeto 57
3.7.2. Abasto y documentación 57
3.7.3. Diseño de la instalación 57
3.7.3.1. Compresor 57
3.7.3.2. Red de aire comprimido 58
3.7.3.3. Tuberías y accesorios 58
3.7.4. Normativa 59
3.8. Instalación de la maquinaria 60
3.8.1. Objeto 60
3.8.2. Normas generales de seguridad 60
3.8.3. Mantenimiento 61
3.9. Instalación de protección contra incendios 62
3.9.1. Objeto 62
3.9.2. Abasto y documentación 62
3.9.3. Elementos de seguridad 62
3.9.3.1. Sistema de detección y alarma 62
3.9.3.2. Sistemas de abastecimiento de agua 62
3.9.3.3. Extintores de incendio 63
3.9.4. Señalización e iluminación 63
3.9.5. Normativa 64
4. Planos 65
4.1. Lay-out en planta baja 66
4.2. Lay-out en planta superior 67

1. Memoria descriptiva

1.1. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como objeto efectuar el cálculo y diseño de la estructura de la nave, considerando una elección óptima, medioambiental, factible, económica e integrante de la distribución en planta y de las instalaciones contra incendios, eléctrica, iluminación, ventilación, climatización, solar térmica, aire comprimido, de agua sanitaria, saneamiento y aguas pluviales; todas ellas cumpliendo la normativa vigente para que el cliente pueda efectuar su actividad, un taller de mobiliario de madera.

Se intentará contribuir de manera eficaz a la preservar del medio ambiente utilizando el recurso de energía solar tanto para el agua caliente sanitaria con placas térmicas solares para la producción de ACS como para la obtención de iluminación cenital del interior de la nave mediante un lucernario.

Para la realización de dicho proyecto se solicita hacer un estudio y estipulación de la estructura y todas las instalaciones precisas. Para ello, es necesario obtener la Licencia Municipal de la actividad del Ayuntamiento en el polígono industrial de "La Barruana", en Sant Vicenç dels Horts, Barcelona.

1.2. Abasto del proyecto

El abasto del proyecto consiste en el cálculo y dimensionado de la estructura metálica de una nave industrial y el establecimiento de acuerdo con el CTE, definiendo las soluciones adoptadas y su justificación, referente a los diversos procesos constructivos y de ejecución de la obra.

En el cálculo de la estructura y su cimentación nos ayudaremos con un programa de cálculo CYPE, y las verificaremos con pequeñas comprobaciones en las zonas más críticas de la estructura.

Para la seguridad de la estructura tendremos que tener en cuenta su combustibilidad, su pérdida de resistencia a alta temperatura y su contención al fuego. Nos regiremos por el DB-SI del CTE en la zona de instalaciones en las oficinas; y para la totalidad de la nave, establecimientos e instalaciones, con el RSCIEI.

En diseño y cálculo de cada instalación constará con su respectiva normativa de aplicación vigente y se evaluarán todos los criterios medio ambientales en el diseño de nuestro proyecto.

1.3. Ubicación

La nave industrial estará situada en el polígono industrial de “La Barruana”, en Sant Vicenç dels Horts, perteneciente al municipio del área metropolitana de Barcelona (08620). El terreno donde se ubica el predio pertenecerá a las parcelas nº 6-8 de la avenida de Torrelles, teniendo la misma entrada principal para los trabajadores como para los vehículos de transporte de mercancías.

La Barruana se encuentra a unos 20 km al norte de Barcelona y está comunicado por carretera por la BV-2002, que une el municipio con Sant Boi de Llobregrat; la N-340, que enlaza con los Quatre Camins hacia la AP-2 y la Autivía del Baix Llobregat (A-2). También se puede acceder por ferrocarril con la línea Llobregat-Anoia de los FGC (S33, S2, S8, R5, R6).

Puesto que es una zona industrial con diversas empresas, tantos de producción como de servicios, ayudarán a los proveedores de la nave a obtener recursos como por ejemplo barnices o lacados para el acabado de la madera. En el capítulo 1.5. del proyecto, descripción de la actividad, explica con más detalle cómo obtienen los recursos.

Figura 1. Imagen satélite del polígono industrial y sus principales vías de acceso.

Figura 2. Imagen satélite de la ubicación del solar en el polígono industrial.

1.4. Emplazamiento

La parcela consta de una superficie de 1350 m^2 de los que 840 m^2 están dedicados a la nave industrial, cumpliendo con el índice de edificación de 1,6 $m^2 \cdot st/m^2 \cdot s$ que nos ha suministrado el arquitecto técnico del Ayuntamiento.

La nave no estará colindante con otros edificios, puesto que tiene una distancia mayor a 3 m con el edificio más próximo y respecto a la calle más próxima y única, la avenida Torrelles, se verá distanciada a más de 10 m de la nave, cumpliendo las ordenanzas particulares para las zonas y sistemas de "La Barruana".

La parcela escogida no asumirá grandes desniveles que facilitarán el proceso de la construcción, estos detalles se estudiarán en el informe geotécnico, capítulo 2.1.

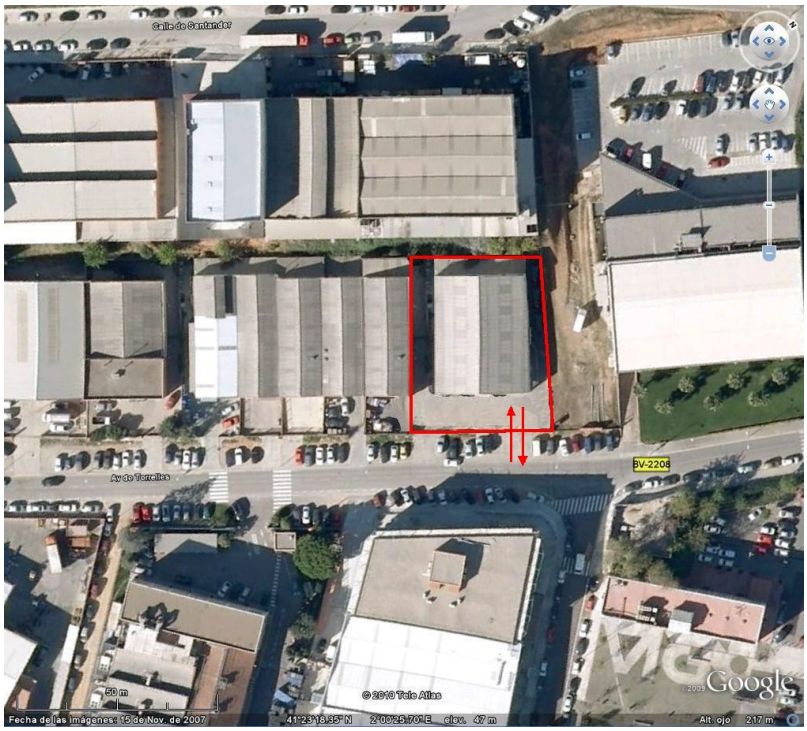

Figura 3. Imagen satélite del emplazamiento y los accesos.

1.5. Descripción de la actividad

La actividad principal de la nave industrial se desarrollará en la zona de maquinaria y taller. Paralelamente a esta actividad, en la zona de oficinas se efectuará la dirección, gestión y administración de la empresa. La empresa dispondrá de un personal cualificado para desarrollar su trabajo, el personal máximo que está calificada la nave industrial es de 20 trabajadores.

El proceso productivo se distribuye de la siguiente forma:

Desde la oficina técnica de la nave se recibirán los pedidos de los clientes. Los pedidos incluirán planos, características técnicas y un posible presupuesto esperado. La administración de nuestra nave se encargará de exponer sus opciones para llegar a un acuerdo con nuestro cliente.

La oficina técnica también se encargará de pedir la materia prima necesaria, y de la ayuda de otras empresas que finalicen el acabado de nuestro producto como el barnizado y el lacado, puesto que nuestra nave industrial no dispondrá de estos componentes.

Abarcará la producción de productos de ebanistería y carpintería, como también de reforma de antigüedades o reforma de locales. Para la reforma de locales será necesario el uso de transportar a

nuestros empleados, con sus productos y herramientas necesarias, mediante un vehículo de la empresa para finalizar el trabajo.

Una vez finalizado el proceso y tengamos nuestro producto acabado será transportado y tratado con nuestro cliente. Los restos del proceso de fabricación irán a los contenedores de residuos.

1.5.1. Tipo de actividad

El tipo de actividad que se destinará la nave industrial corresponde con el grupo '68', rigiéndose por el Real Decreto 475/2007, de 13 de abril, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009). Con título 'Actividades inmobiliarias' y efectuando con todos los subgrupos.

			SECCIÓN L: ACTIVIDADES INMOBILIARIAS	
68			Actividades inmobiliarias	68
	68.1		Compraventa de bienes inmobiliarios por cuenta propia	68.1
		68.10	Compraventa de bienes inmobiliarios por cuenta propia	68.10
	68.2		Alquiler de bienes inmobiliarios por cuenta propia	68.2
		68.20	Alquiler de bienes inmobiliarios por cuenta propia	68.20
	68.3		Actividades inmobiliarias por cuenta de terceros	68.3
		68.31	Agentes de la propiedad inmobiliaria	68.31
		68.32	Gestión y administración de la propiedad inmobiliaria	68.32

Tabla 1. Actividades Inmobiliarias de la CNAE-2009.

1.6. Diseño y distribución del complejo

La distribución del complejo está compuesta de varias zonas establecidas con las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, por el Real Decreto 486/1997; y la prevención de riesgos laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción por el Real Decreto 1627/1997; como también el CTE y el RSCIEI.

1.6.1. Zona exterior de la nave

La zona exterior abarca todo el recinto en el que no está construida la nave industrial, tiene una superficie total construida de 510 m^2. El recinto es envuelto por un muro en el que las empresas suministradoras instalarán los contadores eléctrico y de agua. Esta zona está compuesta de unas determinadas partes que no ocuparán todo el recinto para la movilidad de vehículos y del personal.

1.6.1.1. Plazas de aparcamiento

Las plazas de aparcamiento están principalmente diseñadas para el empresario, los empleados y los vehículos industriales ligeros de transporte que controla la empresa. Se encuentra en la parte izquierda de la entrada del recinto y tiene una superficie de 71,25 m^2 que se distribuyen en 5 plazas en batería de 2,5 m de anchura y 5,7 m de longitud, cumpliendo con el departamento de política, territorial y obras públicas del Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña DOGC núm. 3957. En el exterior del recinto también existe una zona de aparcamiento para los empleados.

1.6.1.2. Contenedores de residuos

La superficie total para almacenar los residuos son 13,8 m^2, y está situada en la parte derecha de la entrada al recinto, próxima a la entrada. Los residuos del proceso de producción serán evacuados hasta esta zona donde hay ubicados 3 contenedores industriales, los cuáles serán gestionados cada cierto periodo de tiempo por una empresa autorizada de servicio de limpieza.

1.6.1.3. Silo de almacenamiento de viruta

El silo de almacenamiento de viruta se encuentra situado en frente de la entrada y adosado a la nave industrial. Ocupando una zona de 6 m^2 y objetivamente apartado para obtener una mayor facilidad y rapidez para la extracción de la viruta por parte de la empresa contratada. El silo de almacenamiento, rigiéndose por el ENV 1993-4-1 del Eurocódigo 3, está conectado con la instalación de aspiración del interior de la nave.

1.6.2. Zona de fabricación

Es la zona con más capacidad ya que la actividad principal de la nave industrial, tiene una superficie total de 500 m^2. A continuación se describen los detalles de cada una de las partes que componen la zona de fabricación, mencionando sus dimensiones y las tareas principales para los cuales se han diseñado.

1.6.2.1. Zona de acceso, carga y entrega al muelle

La zona de acceso y entrega al muelle tiene una superficie total de 58,4 m^2 y ubicada a la entrada de la nave por una puerta automática. En esta zona se dan a término las tareas de clasificación de material recibido, que se dividirán en materia prima de gran tamaño o de menor tamaño; o para entregar los productos semielaborados o ya finalizados, facilitando el almacenaje o la entrega.

1.6.2.2. Estanterías de almacenamiento

Esta zona de la nave tiene una superficie total de 60 m^2. Las estanterías son de acero inoxidable y tienen unas dimensiones de 2 m de anchura, 3,75 m de longitud y 4 m de altura. Compuestas por 2 hileras y un pasillo intermedio que separa cada estantería a 3 m de distancia para facilitar la maniobrabilidad de las tareas de almacenaje efectuada por la carretilla elevadora eléctrica.

La carretilla elevadora eléctrica se encargará de recoger las láminas de madera de grandes dimensiones desde la zona de acceso, carga y entrega al muelle y clasificarlas en las estanterías por niveles horizontales los distintos tipos de madera.

1.6.2.3. Zona de la maquinaria

La zona de máquinas tiene una superficie total construida de 363,65 m^2 y de máquina estará situada a una determinada distancia para facilitar la movilidad y uso del trabajador.

1.6.2.4. Puestos de trabajo

Los puestos de trabajo ocupan 162 m^2 y estarán dotados de mesas, enchufes colgantes, cubos de basura móviles para pequeños restos y estanterías con herramientas de trabajo y pequeñas máquinas.

1.6.3. Zona de almacenamiento

La zona de almacenamiento tiene una superficie construida total de 120 m^2 y una altura de almacenamiento total de 4 m. Esta zona está adyacente por una pared y dos puertas con la zona de fabricación. El almacén se subdivide en dos zonas bien diferenciadas que se describen a continuación:

1.6.3.1. Almacén de producto acabado o semiacabado

Los productos semielaborados o ya finalizados por los operarios se trasportarán en esta zona donde se almacenarán hasta la fecha de entrega. Tiene una superficie total de 42,64 m^2.

1.6.3.2. Almacén de materia prima

Los restos de láminas que se han trabajado y todavía tienen unas dimensiones considerables, además de algunas entregas de materia prima que vienen en láminas de menor tamaño. Éstas se almacenarán transportadas con la carretilla elevadora eléctrica en un total de 12 estanterías de

dimensiones de 1,3 m de anchura, 2,5 m de longitud y 3 m de altura situadas paralelamente y conjuntamente ocupando una superficie de 65,78 m^2.

1.6.4. Zona de oficinas

La zona de oficinas es una entreplanta que se encuentra ubicada en la zona de la izquierda y más próxima de la fachada principal de acceso a la nave. Las oficinas tienen una superficie total de 112 m^2 repartida en dos plantas, cada planta constituye una superficie total de 56 m^2.

La planta baja tiene una altura de 3 m, donde se encuentran el vestíbulo, el vestuario masculino y los cuartos de instalaciones y de limpieza. En la planta superior, de altura 2,7 m, se ubican el vestuario femenino, la oficina técnica, de expediciones y archivadores, y un local de descanso, primeros auxilios y de reuniones.

1.6.4.1. Vestíbulo y pasillos

Existen dos accesos y salidas en entreplanta, uno desde el exterior de la nave y el otro desde la zona de fabricación. Los pasillos se comunican las escaleras, los cuartos y los vestuarios masculinos ocupando una superficie de 18,32 m^2.

1.6.4.2. Vestuario masculino

La superficie total del vestuario masculino es de 23,53 m^2. Cumpliendo con el Real Decreto 1627/1997 contiene 3 duchas, 4 urinarios con grifo temporizado, 2 inodoros con cisterna y 3 lavabos. Además de taquillas y bancos para el personal

1.6.4.3. Cuarto eléctrico y del compresor

En este cuarto se ubican la instalación eléctrica y de aire comprimido. Tiene una superficie total de 2,16 m^2.

1.6.4.4. Cuarto de la instalación de agua caliente

Tiene una superficie total construida de 1,76 m^2 y es un cuarto únicamente para contener y mantener la instalación de energía solar térmica.

1.6.4.5. Cuarto de orden, limpieza y mantenimiento

El cuarto de orden, limpieza y mantenimiento tiene una superficie total construida de 1,46 m^2. Los lugares de trabajo y las instalaciones se limpiarán periódicamente, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, cumpliendo el Real Decreto 486/1997.

1.6.4.6. Escaleras

Da acceso a la planta superior de oficinas y se tendrán en cuenta rigiéndose por las diversas normas la superficie, las dimensiones de la pisada, la altura máxima de cada, la anchura de las escalas, la distancia entre peldaños y la baranda.

1.6.4.7. Vestuario femenino

Se prevé que el número de trabajadores que sean mujeres será nulo o muy bajo. Haciendo que éste vestuario sea sumamente de pequeñas dimensiones por si hay alguna mujer trabajando o hallan visitas. Sus dimensiones son de 6,24 m^2. Contiene un lavabo, una ducha, un inodoro con cisterna y varias taquillas.

1.6.4.8. Oficina técnica, de expediciones y archivador

La oficina ocupa una superficie total de 22,69 m^2. En este local se encontrará el personal de oficinas de expediciones encargado de llevar el control de llegadas y salidas de mercancías, así como el control referente a las tareas de logística de entrada y salida de camiones, recepción y entrega de albaranes, gestión de la preparación de pedidos y otras actividades.

La oficina está dotada de Aparatos informáticos como ordenadores, teléfonos, fax e impresoras. Dispone también de un archivador en la pared donde se recopila toda la información: albaranes, facturas, nóminas, trabajos anuales, entre otros.

1.6.4.9. Local de descanso, primeros auxilios y sala de reuniones

Esta sala tiene una superficie de 9,79 m^2. Dispone de una mesa central para efectuar reuniones de negocios con los clientes o entre el personal. También tiene la función de sala de espera a visitas y de descanso.

El local tiene un armario para guardar documento y cajas de primeros auxilios. Además la sala está recubierta por unas ventanas que dan a la zona de fabricación.

1.6.5. Zona de la cubierta

La zona de la cubierta de la nave industrial es a dos aguas y la pendiente de la cumbrera es del 20%, se diseña con el objetivo de aprovechar el máximo el recurso natural de la energía solar y la reducción económica energética que consumirá a lo largo del tiempo, correspondiendo con los criterios medioambientales. Los rasgos característicos de cada aplicación en la cubierta se explican a continuación.

1.6.5.1. Placa térmica solar

Las placas térmica solares se ubican en la de la cubierta, ocupando una superficie útil que se calculará. Destinadas para abastecer el ACS y la instalación de calefacción en la zona de oficinas de la nave. En el apartado 3.2., instalación de energía solar térmica, se describen los detalles contractivos y la descripción general de la instalación.

1.6.5.2. Lucernario

Para obtener iluminación cenital en la zona de zona de fabricación el lucernario estará fijo en la cubierta. Las dimensiones y material serán calculados posteriormente.

1.7. Normativa vigente

CTE. Código Técnico de la Edificación, aprobada por el Real Decreto 1371/2007, publicada en B.O.E. el 23 de octubre, y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

RSCIEI. Reglamento de Seguridad Contra incendios en los Establecimientos Industriales, por el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

Ordenanzas reguladoras de “La Barruana” aprobado por el consejo metropolitano de Barcelona 20/09/1986.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, aprobada por el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. BOE nº 97 23-04-1997.

Real Decreto 1627/1997, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción.

Prevención de riesgos laborales, las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción. Establecidas por el Real Decreto 1627/1997, de 8 de noviembre.

Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009), aprobada por el Real Decreto 475/2007.

ENV 1993-4-1, Eurocódigo 3.

Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña DOGC núm. 3957 - 29/08/2003 EDICTO de 17 de julio de 2003, sobre un acuerdo de la Subcomisión de Urbanismo del Municipio de Barcelona. (Pág. 16842).

2. Memoria constructiva

2.1. Informe geotécnico de la zona

El arquitecto técnico del Ayuntamiento del polígono industrial de Sant Vicenç dels Horts nos a subministrado el plano topográfico de la zona de "La Barruana". Extraemos de la topografía del terreno que el emplazamiento tiene una altitud promedia de 42,7 m.

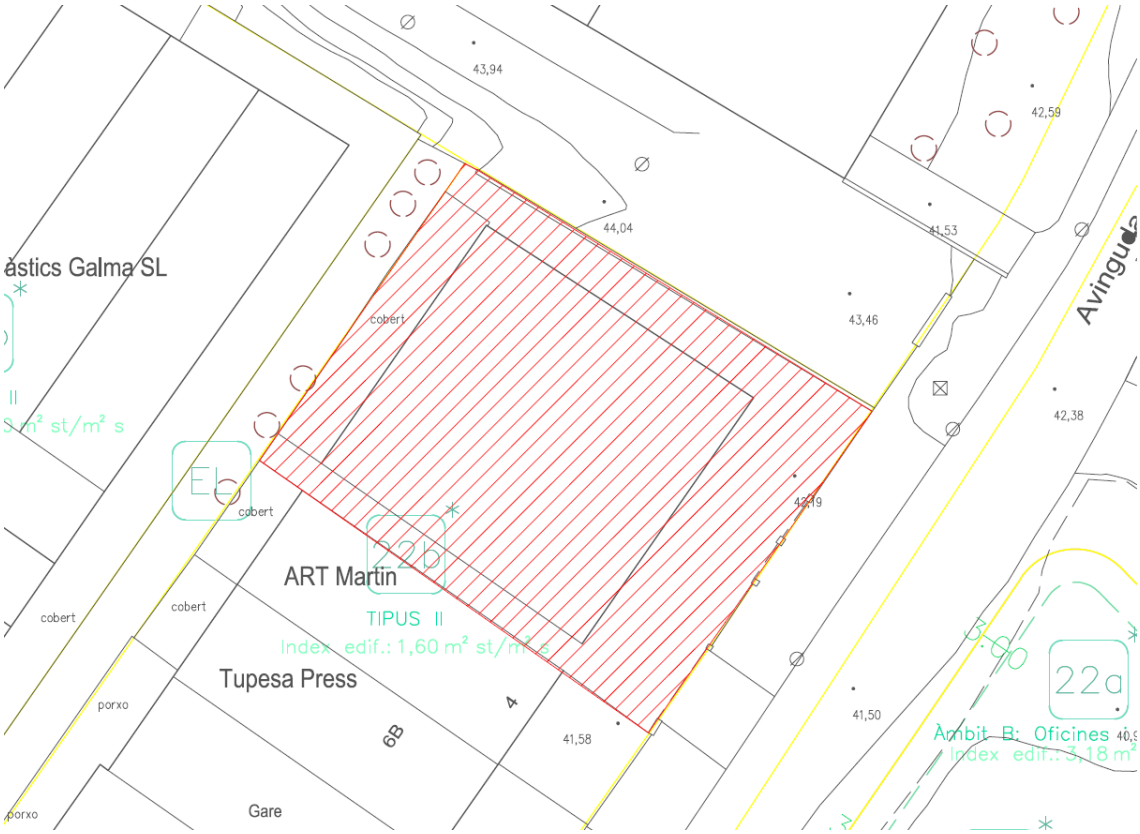

Figura 4. Imagen del plano topográfico del emplazamiento.

Una empresa externa será la responsable de las propiedades geotécnicas, realizar la estratigrafía y de calcular la resistencia del terreno. De los terrenos que se ubican en los alrededores hemos podido extraer la información de que se someten a un terreno arcilloso duro de 3 kg/cm^2 (dicho valor es necesario para el cálculo de la cimentación de nuestra nave) y un nivel freático que no afecta a la estructura. Si la resistencia del terreno fuera significativamente menor habría que realizar los cambios pertinentes antes de realizar la construcción de la nave industrial.

A partir del índice de edificación de 1,6 m^2·st/m^2·s, resulta totalmente aceptado puesto que asumimos que el área construida es mucho menor que la superficie del predio.

2.1.1. Trabajo previsto y acondicionamiento del terreno

Se señalizará la obra, una limpieza de la parcela, dejando totalmente libre la vegetación existente, y la creación de caminos que utilizarán los obreros y las máquinas. La parcela escogida es de suelo plano, sin demasiados desniveles en el terreno, lo que facilita el proceso de desmonte y terraplén.

2.1.2. Movimiento de tierras y explanaciones

Se tenderá a que el movimiento de tierras se adapte al paisaje natural dentro de las necesidades de la zonificación y viales. Regulando la superficie del terreno, eliminando los residuos (desbroce) y la tierra vegetal derivado de los usos anteriores.

Compactación de la superficie, saneamiento de los agujeros mediante arena granulada, excavación de zanjas de cimentación y de zanjas para el alcantarillado.

2.2. Acciones en la edificación

Las acciones en la edificación que se consideran en la estructura son las establecidas por el CTE DB SE-AE. Según dicha norma la clasificación de las acciones es la siguiente:

2.2.1. Cargas permanentes

2.2.1.1. Peso propio

El peso propio debe tener en cuenta los elementos estructurales, los cierres, los elementos separadores, los revestimientos, entre otros. El peso propio de los elementos estructurales irá en función de los perfiles y material de la estructura.

2.2.1.2. Acciones del terreno

Las acciones del terreno son producidas por el empuje activo o pasivo del terreno sobre las partes de la estructura en contacto con él.

2.2.2. Cargas variables

Acciones que no actúan de forma permanente sobre la estructura, sino que se dan en determinadas situaciones de carga. Podemos distinguir en nuestra estructura las siguientes:

2.2.2.1. Sobrecarga de uso

Debido al peso de los elementos que pueden gravitar durante el uso, incluso durante la ejecución, dispondremos de unas cubiertas no ligeras y accesibles para la conservación del lucernario, las placas térmicas solares o algún otro desperfecto que se pueda generar.

La sobrecarga del cerramiento corresponde con la Categoría G1 puesto que la pendiente de los faldones es del 20%, inferior a los 20º. Nuestra sobrecarga de uso, uniforme y no concomitante con el resto de acciones variables, es de 1 kN/m^2.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m^2]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 (1)
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (2)			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación (3)	G1(7)	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1(4) (6)	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) (5)	0,4(4)	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Tabla 2. Valores característicos de las sobrecargas de uso establecidos por el CTE-DB-SE AE.

2.2.2.2. Viento

Es la acción del viento que ejerce sobre la estructura producida por las presiones y succiones. Los diferentes factores que tenemos en cuenta son los siguientes:

- Nuestra estructura está localizada en la Zona eólica C, con una velocidad básica del viento de 29 m/s, estimado en función de un periodo de servicio de 50 años.
- En cuanto al entorno de la estructura se nos presenta un grado de aspereza IV. Zona urbana, industrial o forestal.
- La profundidad de la nave es de 30 m más 5 m de almacén con distinta altura.

- La distribución de huecos de la nave comporta a tener una sobrepresión o a uno presión interior. Influye la altura media ponderada (AMP) y el área de cada puerta de acceso y ventana que se sitúa en cada fachada. Los huecos son los siguientes:

Fachada	Área [m^2]	Altura media ponderada [m]
Frontal	28	2,71
Trasera	3	6,67
Izquierda	6	4,33
Derecha	4	6

Tabla 3. Área y AMP de cada fachada de la nave industrial.

2.2.2.3. Acciones térmicas

La magnitud de las acciones térmica dependen de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos de los acabado o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico sometiendo a los elementos de la estructura a deformaciones y cambios geométricos. En el Anejo E del CTE-DB-SE AE definen los datos climáticos.

2.2.2.4. Nieve

Debido al peso de la nieve sobre la superficie de la cubierta obtenemos los siguientes valores de nuestra estructura:

- El emplazamiento de la nave está localizado en la zona de clima invernal 2. A una altitud topográfica de 42,7 m.
- La exposición del viento es normal.
- La cubierta no tiene resaltos y la nieve no se almacenará en el alero.

2.2.3. Cargas accidentales

Las cargas accidentales son aquellas acciones que ocurren de forma fortuita e inesperada en la estructura y frente a las cuáles debe estar preparada. Dentro de esta clasificación podemos encontrar las acciones debidas a movimientos sísmicos, incendios e impactos.

Según la norma sismorresistente NCSE-02 en su apartado de criterios de aplicación, no es obligatorio aplicar dicha norma es construcciones de moderada importancia, es decir, aquellas construcciones con probabilidad despreciable de que su destrucción por terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos a terceros. La nave estará situada en una zona de muy baja

actividad sísmica, por lo que no tendría sentido el considerar dichas cargas puesto que aumenta los tiempos de cálculo y encarece la estructura sin aportarnos ninguna mejora.

2.2.4. Hipótesis de cargas

De todas las acciones comentadas anteriormente se hará uso de la herramienta de cálculo "Generador de pórticos" para calcular todas las hipótesis de cargas que pueden afectar a la estructura.

2.3. Modelización de la estructura

2.3.1. Estructura metálica principal

La estructura se compone de una estructura metálica principal, dispone de una serie de pórticos paralelos entre sí distanciados 5 m en un conjunto de 6 vanos. Esta modulación se demuestra óptima desde el punto de vista económico, como de la comodidad de la construcción y montaje. La luz de los pórticos que forman la nave industrial es de 24 m, y una longitud de 30 m. También dispone de un almacén de 5 m de longitud, 24 m de anchura y 4 m de altura.

Tendremos que acondicionar la nave a una determinada altura y a una pendiente que van a formar los aleros. Determinamos la altura de nuestra nave de 7,5 m teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Uso de la nave: Para dejar una posible ampliación del proceso productivo creando otro nivel superior para más puestos de trabajo y/o capacidad del almacenaje.
- Precio: Los cerramientos de suplemento de altura y precisar de pilares más robustos aumentan el precio.
- Confort climático: Portará capacidades aislantes en los cerramientos conforme con su altura.
- Confort lumínico: Si la nave es más alta provoca menos contrastes en el plano de trabajo, pero los proyectores deberán ser más potentes y costosos.
- Elementos constructivos internos de la nave: Al disponer de una entreplanta, si a la altura le sumamos un falso techo para tapar instalaciones y el canto del forjado, la jácena la deberemos de colocar a más de 3,2 m. Tenemos que considerar una altura útil para que se pueda trabajar bajo condiciones de salubridad.

Puesto que la nave es relativamente corta y protegida por los cerramientos no es necesario de juntas de dilatación. La pendiente de los faldones de nuestra nave industrial construida con perfiles metálicos es del 20%. La nave está perimetralmente cerrada, sin anclar a correas laterales y los cerramientos van a descansar en el suelo.

2.3.1.1. Pórtico

Tal y como se ha explicado en el punto anterior, la nave industrial está formada por una estructura metálica porticada, que forman un conjunto de 7 pórticos con una separación entre ellos de 5 metros, además de otro pórtico de cubierta plana separado 5 m. De acuerdo con el CTE, el acero utilizado S 275J0; en el DB SE-A punto 4.2 se describen las características mecánicas mínimas de los aceros laminados en caliente de acuerdo con la norma UNE EN 10025:2006.

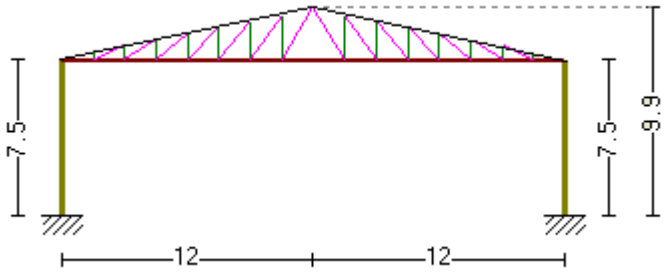

Figura 5. Celosía inglesa de los pórticos de nuestra nave industrial.

2.3.1.1.1. Cerchas

Los pórticos de nuestra nave a dos aguas se resuelven con cerchas inglesas con 8 tramos para cada lado como se puede observar en la Figura 5, ya que aporta ventajas a los pilares y a la cimentación, porque las cerchas articulan a las cabezas de los pilares para que no les transmitan momentos. Este tipo de celosía es vulnerable al fuego, deberá de estar protegido adecuadamente ocultándolas con falsos techos continuos.

2.3.1.1.2. Correas de la cubierta

La descripción de los perfiles utilizados en las correas de la cubierta es el siguiente:

- Según el epígrafe 4.3.3.1 del CTE DB SE se limita la flecha relativa a 1/300 de la longitud de la pieza.
- La cubierta consta de 7 vanos de correas y empotrados sus extremos entre sí para que cada correa trabaje desde la fachada principal hasta la posterior como viga continua.
- La fijación utilizada es rígida, impidiendo que las correas giren, sólo solicitadas en el plano perpendicular de la cubierta. Y por seguridad disponemos de una pletina de apoyo anclada a la cumbrera en V repartiendo uniformemente las posibles torsiones residuales.
- El perfil es ZF por su relación resistencia/peso y su relación resistencia/precio con separaciones de 1,21 m.

- La correa ideal con un aprovechamiento del 90,81% de la tensión y del 65,35% de la flecha. Es una correa ZF-200x2.0 que nos infiere un peso de 3,52 kg/m^2.

2.3.1.1.3. Correas de los laterales

Las correas laterales constan de 6 vanos separados paralelamente entre sí 5 m. El tipo de fijación rígida y fijada a los pilares con tornillos con una flecha relativa de 1/300. La correa ideal, con un aprovechamiento del 92,37% de la tensión y del 61,62% de la flecha. Es una correa ZF-225x4.0 que nos infiere un peso de 2,46 kg/m^2,

2.3.1.2. Pilares

Los pilares son los encargados de soportar las cargas que provocan las cerchas y transmitirlas a los zapatos de cimentación. Están sobre diseñados y compuestos de perfiles IPE 360 por pilares exteriores y pilares centrales. Los pilarillos hastiales intermedios de los pórticos trasero y delantero se proyectan con perfiles IPE 220, estos se encargan de soportar las acciones producidas por el viento en sentido perpendicular al plano y sirven para estabilizar la estructura metálica principal.

2.3.2. Estructura del soporte de las oficinas

La nave industrial se compone de una zona de oficinas de la que también se ha calculado su estructura metálica. Esta estructura la forma un entramado de vigas y pilares metálicos, de geometría rectangular, con unas dimensiones de 8 m de ancho, 7 m de largo y 6 m de altura.

Se diseñará teniendo en cuenta su función, de soportar las cargas del peso propio, del peso del forjado, de todos los elementos constructivos que componen la zona de oficinas, y la sobrecarga de uso ejercida por el mobiliario y el personal de la empresa. También se tendrá en cuenta la función de permitir el acceso a las oficinas ubicadas en planta superior, diseñando esta estructura con el vacío correspondiente a la ubicación de la escalera metálica.

2.3.2.1. Vigas

Las vigas de cargas transversales y apoyadas a los pilares harán la función de recibir todas las cargas ejercidas en la zona de oficinas y transmitir estas a los pilares de sustentación. También tienen la función de cierre y sustentación del forjado.

2.3.2.2. Pilares

Los pilares de la estructura del apoyo de las oficinas son perfiles metálicos encargados de transmitir las cargas recibidas por las vigas y el peso del forjado en la cimentación de esta estructura, independiente de la cimentación de la estructura metálica principal.

2.3.2.3. Forjado

El forjado que divide las dos plantas se diseñará con chapa colaborante. El fundamento de los forjados compuestos radica en la tecnología que potencia la adherencia entre el acero y el hormigón, aportando unas notables mejoras para la sinergia entre ambos.

2.3.3. Cimentación

Las características del acero de las barras corrugadas que conforman las armaduras del hormigón utilizado para el dimensionado de la cimentación, es el acero B 400 S, control normal, tal y como se describe en la tabla 32.2 de la EHE-08 y rigiéndose también por el CTE-DB-SE C: Cimientos. El hormigón utilizado para la cimentación de la nave industrial es el hormigón HA-25, control estadístico. A continuación se mencionará los componentes referentes a la cimentación, resumidos en tres grupos: placas de anclaje, zapatos y vigas de atado.

2.3.3.1. Placas de anclaje

Las placas de anclaje son los elementos constructivos encargados de garantizar la fijación rígida entre los pilares de la estructura metálica principal y los zapatos, evitando los posibles desplazamientos horizontales.

2.3.3.2. Zapatas

Las zapatas aisladas de cimentación son los elementos constructivos encargados de transmitir el peso de la estructura metálica principal en el terreno y garantizar la estabilidad tanto de la estructura como la del propio terreno. Todos las zapatas de la estructura metálica principal, son zapatos simples, de geometría rectangular y con la posición del pilar centrado en el zapato. Se verificaran las cuantías mínimas con las tablas de durabilidad del hormigón de la EHE-08

2.3.3.3. Vigas de atado

Las vigas de atado son las encargadas de efectuar la unión física de los zapatos de cimentación. El atado de los zapatos confiere la estabilidad necesaria al terreno, para que la estructura metálica trabaje conjuntamente. También mejora el rendimiento de las zapatas de cimentación.

2.3.4. Cerramiento

2.3.4.1. Cerramientos laterales y de fachada

Para el tipo de cierre lateral y de fachada de la nave industrial se tendrá en cuenta la resistencia al fuego. En el anteproyecto los cerramientos están ssobredimensionados con un 0,8 m de grosor.

2.3.4.2. Cerramientos de cubierta

El cerramiento será con cubiertas tipo Deck garantizando un soporte base, una barrera de vapor, aislamiento térmico e impermeabilización. Estos paneles están por encima de las correas y de la chapa de soporte.

2.3.4.3. Cerramientos interiores

2.3.4.3.1. Interior de la nave industrial

En el interior de la nave industrial existe un muro que separa la zona de almacenamiento con la zona de fabricación. El grosor del cerramiento está regido por las normativas de resistencia al fuego.

2.3.4.3.2. Exterior de la zona de oficinas

Los cerramientos exteriores de la zona oficinas se realizarán con ladrillo cerámico macizo. Este es el tipo de ladrillo sin o con perforaciones, que atraviesan por completo el ladrillo, perpendicularmente a la cara contacto, con un volumen de agujeros inferior al 25%. Estos se obtienen mediante la extrusión de la arcilla a través de un filtro o por prensado sobre molde.

2.3.4.3.3. Interior de la zona de oficinas

Diversas soluciones constructivas referentes a los cerramientos interiores pertenecen a la zona de oficinas, como tabiques, falso techo en la planta superior y vidrios, entre otros.

2.3.5. Pavimentación

2.3.5.1. Zona de fabricación y zona de almacenamiento

Estas zonas contienen pavimentos industriales con características de superficie para ser utilizada y desarrollada en la actividad diaria de las empresas, siendo esta actividad normalmente muy agresiva. Debido a esta actividad agresiva, los pavimentos industriales están sufriendo tres tipos de patologías: Fisuras y grietas, deterioro de la capa de rodadura, desprendimientos, fisuras,… y deterioro de las juntas, por orden de importancia de dilatación, de trabajo o construcción y en numerosos casos incluso las de retracción.

2.3.5.2. Zona de la entreplanta

El pavimento de la zona de oficinas se compone por diferentes pavimentos para los vestuarios, oficinas, cuartos y pasillos.

2.3.6. Puertas

Las puertas de la nave industrial se clasifican en puertas exteriores como la puerta automática de la fachada principal de dimensiones 5 x 5 m, las puertas que separan la zona de almacenamiento y fabricación y las de acceso y salida del personal; así como también de puertas interiores de la entreplanta para los vestuarios, oficinas y cuartos. Las puertas deberán de cumplir la resistencia al fuego específica por la normativa vigente.

2.3.7. Ventanas

Las ventanas que se colocarán en la nave industrial son ventanas de carpintería de aluminio. Estas se diseñan siguiendo los criterios de sectorización referente a la protección contra incendios de la industrial.

2.4. Resistencia al fuego

2.4.1. Objeto

Establecer y definir las condiciones del establecimiento para su seguridad en caso de incendio, prevenir su aparición y dar una respuesta adecuada. En caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de reducir daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

2.4.2. Caracterización del establecimiento por su nivel de riesgo intrínseco

El establecimiento industrial se caracteriza por:

2.4.2.1. Configuración y ubicación con relación a su entorno

La estructura es del tipo C debido a que el establecimiento ocupa totalmente la nave industrial, y está distanciado a más de 3 m del edificio más próximo de otro establecimiento y libre de elementos intermedios susceptibles capaces de propagar un incendio.

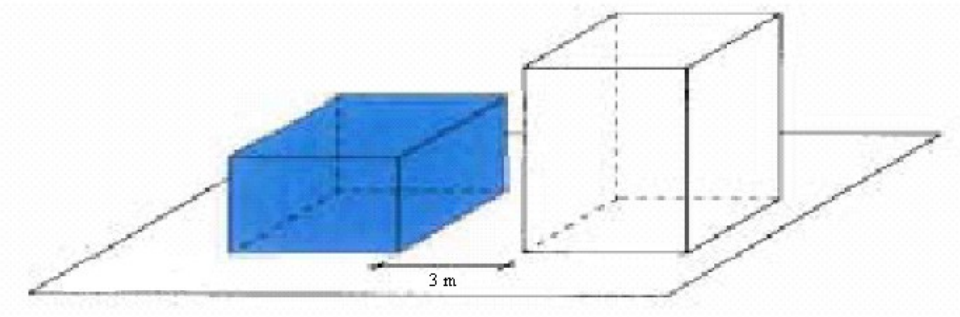

Figura 6. Estructura tipo C.

2.4.2.2. Nivel de riesgo intrínseco

El riesgo intrínseco de cada sector o área se evaluará atendiendo a unos criterios determinados. Cada sector de incendio de la estructura quedará cerrado y protegido por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso. El riesgo intrínseco para cada sector de incendio en el caso más desfavorable es el siguiente:

- Zona de fabricación: En este mismo sector coexisten zonas de almacenamiento con zonas de producción, transformación y reparación.

$$Q_s = \frac{\sum_l^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i + \sum_l^j q_{vj} \cdot C_j \cdot h_j \cdot s_j}{A} \cdot R_a = 2230{,}12 \text{MJ/m}^2$$

Nivel de riesgo intrínseco MEDIO 5

- Zona de almacenamiento: Actividades de almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_l^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a = 11550 \text{KJ/m}^2$$

Nivel de riesgo intrínseco ALTO 7

- Zona administrativa: Oficinas.

$$Q_s = \frac{\sum_l^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \; 780 \text{KJ/m2}$$

Nivel de riesgo intrínseco BAJO 2

- En conjunto, el nivel de riesgo intrínseco de la estructura o el conjunto de sectores de incendio del establecimiento industrial, se evalúa de la forma siguiente rá calculando la siguiente:

$$Q_e = \frac{\sum_l^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_l^i A_i} \; 3297 \text{KJ/m2}$$

Nivel de riesgo intrínseco MEDIO 5

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
BAJO	1	$Q_S \leq 100$	$Q_S \leq 425$
	2	$100 < Q_S \leq 200$	$425 < Q_S \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_S \leq 300$	$850 < Q_S \leq 1275$
	4	$300 < Q_S \leq 400$	$1275 < Q_S \leq 1700$
	5	$400 < Q_S \leq 800$	$1700 < Q_S \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_S \leq 1600$	$3400 < Q_S \leq 6800$
	7	$1600 < Q_S \leq 3200$	$6800 < Q_S \leq 13600$
	8	$3200 < Q_S$	$13600 < Q_S$

Tabla 4. Nivel de riesgo intrínseco de un sector de incendio.

2.4.2.3. Sectorización

La máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio no supera los 1000 m^2, cumpliendo con el reglamento.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	*Configuración del establecimiento*		
	TIPO A (m^2)	TIPO B (m^2)	TIPO C (m^2)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 5. Máxima superficie construida admisible para cada sector de incendio.

2.4.3. Requisitos y estabilidad de los elementos constructivos

La estabilidad al fuego se define como el tiempo en minutos durante el que un elemento debe mantener la estabilidad mecánica en el ensayo Se considera que la resistencia al fuego del elemento estructural principal de la estructura (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si se cumple según lo reglamenta del DB SI -6. Siendo catalogado como riesgo especial medio. Por este motivo la estructura debe contener una resistencia al fuego R-120.

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

Tabla 6. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en la estructura según el CTE-DB-SI 6.

Este DB SI-6 no considera la capacidad portante y sectoriza las diversas áreas de incendio. Si queremos aportar más énfasis a estas características nos regiremos por el RSCIEI.

2.4.3.1. Elementos estructurales portantes

Las condiciones y requisitos constructivos y edificatorios que debe cumplir el establecimiento industrial en relación con su seguridad contra incendios permanece normalizado a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión. La estabilidad estructural de dichos elementos y la escalera en la entreplanta de oficinas que está sujeta a un recorrido de evacuación no pueden tener un valor menor al indicado en la siguiente tabla:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 *(EF – 120)*	R 90 *(EF – 90)*	R 90 *(EF – 90)*	R 60 *(EF – 60)*	R 60 *(EF – 60)*	R 30 *(EF – 30)*
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 *(EF – 120)*	R 120 *(EF -120)*	R 90 *(EF – 90)*	R 90 *(EF – 90)*	R 60 *(EF – 60)*
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 *(EF -180)*	R 120 *(EF -120)*	R 120 *(EF -120)*	R 90 *(EF – 90)*

Tabla 7. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.

Para los diferentes sectores de incendio de nuestra nave se establecen la siguiente estabilidad al fuego:

Sector	Estabilidad al fuego
De fabricación	R 60
De almacenamiento	R 90
Administrativo	R 30

Tabla 8. Sectores de incendio respecto la estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.

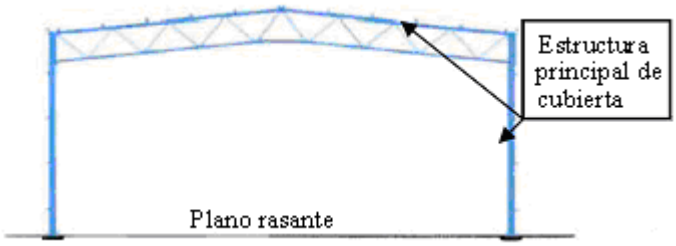

Figura 7. Imagen de los elementos que componen la estructura principal de cubierta.

Las vigas, tirantes y soportes vendrán dadas por un determinado espesor de revestimiento que depende del material que se va a utilizar rigiéndose por la siguiente tabla del CTE-DB-SI Anejo D.

<table>
<tr><th rowspan="2">Tiempo estándar de resistencia al fuego</th><th rowspan="2">Factor de forma A_m/V (m^{-1})</th><th colspan="3">Coeficiente de sobredimensionado $>\mu_{fi}$</th></tr>
<tr><th>$0,70 > \mu_{fi} \geq 0,60$</th><th>$0,60 > \mu_{fi} \geq 0,50$</th><th>$0,50 > \mu_{fi} \geq 0,40$</th></tr>
<tr><td rowspan="7">R 30</td><td>30</td><td rowspan="5">0,05</td><td>0,00(1)</td><td>0,00(1)</td></tr>
<tr><td>50</td><td rowspan="5">0,05</td><td rowspan="7">0,05</td></tr>
<tr><td>100</td></tr>
<tr><td>150</td></tr>
<tr><td>200</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="2">0,10</td><td rowspan="2">0,10</td></tr>
<tr><td>300</td></tr>
<tr><td rowspan="5">R 60</td><td>30</td><td rowspan="2">0,05</td><td rowspan="2">0,05</td><td rowspan="2">0,05</td></tr>
<tr><td>50</td></tr>
<tr><td>100</td><td rowspan="2">0,10</td><td rowspan="3">0,10</td><td rowspan="5">0,10</td></tr>
<tr><td>150</td></tr>
<tr><td>200</td><td rowspan="3">0,15</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="2">0,15</td></tr>
<tr><td>300</td></tr>
<tr><td rowspan="7">R 90</td><td>30</td><td>0,05</td><td>0,05</td><td rowspan="2">0,05</td></tr>
<tr><td>50</td><td rowspan="4">0,15</td><td rowspan="2">0,10</td></tr>
<tr><td>100</td><td>0,10</td></tr>
<tr><td>150</td><td rowspan="3">0,15</td><td rowspan="4">0,15</td></tr>
<tr><td>200</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="2">0,20</td></tr>
<tr><td>300</td><td>0,20</td></tr>
<tr><td rowspan="7">R 120</td><td>30</td><td>0,10</td><td>0,05</td><td>0,05</td></tr>
<tr><td>50</td><td>0,10</td><td>0,10</td><td>0,10</td></tr>
<tr><td>100</td><td>0,15</td><td>0,15</td><td rowspan="2">0,15</td></tr>
<tr><td>150</td><td rowspan="2">0,20</td><td rowspan="3">0,20</td></tr>
<tr><td>200</td><td rowspan="3">0,20</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="2">0,25</td></tr>
<tr><td>300</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td rowspan="7">R 180</td><td>30</td><td>0,10</td><td>0,10</td><td>0,10</td></tr>
<tr><td>50</td><td>0,15</td><td>0,15</td><td>0,15</td></tr>
<tr><td>100</td><td rowspan="2">0,25</td><td>0,20</td><td>0,20</td></tr>
<tr><td>150</td><td rowspan="2">0,25</td><td rowspan="3">0,25</td></tr>
<tr><td>200</td><td rowspan="3">0,30</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="2">0,30</td></tr>
<tr><td>300</td><td>0,30</td></tr>
<tr><td rowspan="6">R 240</td><td>30</td><td>0,15</td><td>0,15</td><td>0,10</td></tr>
<tr><td>50</td><td>0,20</td><td>0,20</td><td>0,15</td></tr>
<tr><td>100</td><td>0,30</td><td>0,25</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td>150</td><td rowspan="3">-</td><td>0,30</td><td rowspan="2">0,30</td></tr>
<tr><td>200</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>300</td></tr>
</table>

Tabla 9. Coeficiente de protección de vigas, tirantes y soportes

2.4.3.2. Elementos constructivos de cerramientos

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la Tabla x.x.x (Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes).

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos de cerramientos se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones y también incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión.

La clase de resistencia al fuego de los elementos constructivos debe acreditarse conforme al anexo III del RD 312/2005 conforme los diversos tipos de elementos constructivos.

Tipos de elementos constructivos	*Clase exigida por la reglamentación vigente*	*Clase que debe acreditarse conforme al anexo III*[1]
Portantes sin función de separación frente al fuego	EF-t	Rt
Portantes con función de separación frente al fuego	RF-t	REIt
	PF-t	REt
Particiones con función de separación frente al fuego	RF-t	EIt
	PF-t	Et
Techos con resistencia intrínseca al fuego	RF-t	EIt
Fachadas (muros-cortina) y muros exteriores (incluidos elementos de vidrio)	RF-t	EIt
	PF-t	Et
Suelos elevados	RF-t	REI t-f
Sistemas de obturación de penetraciones de cables y tuberías	RF-t	EIt
Puertas y elementos practicables resistentes al fuego y sus dispositivos de cierre	RF-t	EI_2-C t [2]
	PF-t	E-C t [2]
Puertas de piso de ascensor	PF-t	Et[3]
Conductos y patinillos para instalaciones y servicios	RF-t	EIt
Sistemas de obturación (sellado) de penetraciones de cables y tuberías	RF-t	EIt
Conductos de ventilación y compuertas resistentes al fuego (excluidos los utilizados en sistemas de extracción de calor y humo)	RF-t	EIt
Conductos y compuertas para control de humo y calor en un único sector de incendio	RF-t o PF-t	E_{600} t
Conductos y compuertas resistentes al fuego para control de humo y calor en más de un sector de incendio	RF-t	EIt
Compuertas para control de humo en más de un sector de incendio	RF-t	EIt
Extractores mecánicos (ventiladores) de calor y humo	Funcionamiento durante t minutos a 400 °C	F_{400} t [4]

Tabla 10. Clase de resistencia al fuego de los elementos constructivos.

La pared del establecimiento que acomete a la fachada trasera de la nave industrial que delimita los dos sectores de incendio, la resistencia al fuego de esta será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura mayor de 1 m.

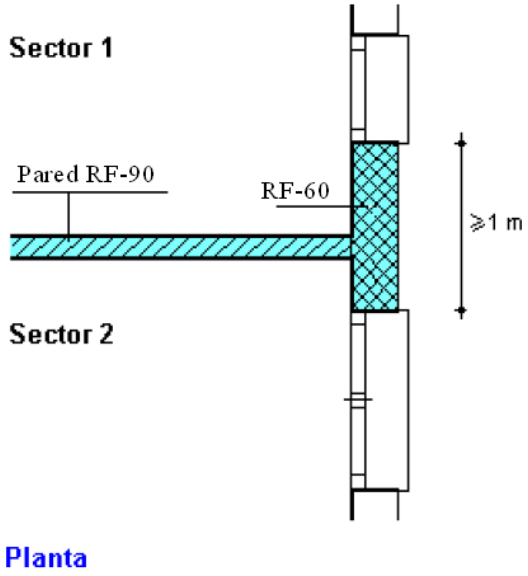

Figura 8. Pared que divide el sector de almacenamiento y de fabricación.

2.4.4. Materiales

La clasificación de los materiales de constricción según su reacción al fuego se rigen por el Real Decreto 312/2005 y la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010.

2.4.5 Evacuación

La nave dispone de varias salidas de emergencia cumpliendo con las distancias máximas de los recorridos de evacuación de cada sector de incendio.

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

Tabla 11. Longitud de recorrido de evacuación según el número de salidas.

- Sector de almacenamiento: 2 salidas de emergencia.
- Sector de fabricación: 1 salida de emergencia. Puesto que la ocupación es inferior a 25 personas la distancia es aumentada a 35 m para un nivel de riesgo intrínseco medio.
- Sector de oficinas: 1 salida de emergencia.

2.7. Normativa vigente

RSCIEI. Reglamento de Seguridad Contra incendios en los Establecimientos Industriales, por el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

ENV 1993-1-2: 1995. Eurocódigo 3: Diseño de estructuras de acero.
Parte 1-2: Resistencia al fuego.

CTE-DB-SI: Seguridad en caso de incendio (Febrero de 2010).

CTE-DB-SE-A: Seguridad estructural acero, texto modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).

CTE-DB SE-AE: Seguridad. Acciones en la edificación.

CTE-DB SE-SEC: Seguridad estructural. Cimientos.

CTE-DB SE-SE: Seguridad estructural.

EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.

Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

NCSE-02. Norma de construcción sismorresistente: Parte general y de edificación.

UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

UNE-EN 10025-1, 2, 3, 4, 5:2006. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras.

Real Decreto 312/2005 (BOE de 2 de abril de 2005) modificado por el Real Decreto 110/2008 (BOE de 12 de febrero de 2008). Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

3. Memoria de las instalaciones

3.1. Instalación eléctrica

3.1.1. Objeto de la instalación

El objeto principal referente a esta instalación es el de subministrar un adecuado dimensionado de la instalación eléctrica de baja tensión en el recinto de la nave respectando las diferentes líneas, su potencia requerida y sistemas de seguridad. Previendo los tipos de motores, conductores, luminarias, cuadros y tomas de corriente necesarias para la actividad a realizar por la nave.

3.1.2. Abasto y documentación

Para conocer la documentación nos regiremos por las instrucciones técnicas del Real Decreto 842/ 2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT-2002). Además de las UNE 20 y EN IEC 60 para otros factores de la instalación.

Con el fin de analizar y se reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro para: preservar la seguridad de las personas y los bienes, asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones previniendo las perturbaciones en otras instalaciones y servicios; y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

La ITC BT-03 sirve para la ejecución y transmutación de estas instalaciones para el ámbito de aplicaciones que deben ser efectuadas por los instaladores autorizados, en este caso, de categoría básica (IBTB) que realizarán, mantendrán y repararán las instalaciones eléctricas. Teniendo el Certificado de Cualificación Individual en Baja Tensión para el cual la Administración reconoce a su titular la capacidad personal para desempeñar dentro de sus actividades correspondientes.

Con la ITC BT-04 se da la información necesaria de la documentación técnica que debe reunir las instalaciones para que sean legalmente puestas en servicio, así como el Órgano competente de la Administración.

3.1.3. Descripción de la instalación

El cuadro general de distribución de la instalación está ubicado en la primera planta de la entreplanta de la nave, en el cuarto de cuadros donde sus líneas eléctricas se distribuyen de acuerdo con los puntos de consumo necesario. Su composición está reflejada en el esquema unifilar correspondiente y contiene los siguientes dispositivos para cada línea:

- Un interruptor automático magnetotérmico general para la protección contra las sobreintensidades.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactes indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección del los circuitos derivados.

La alimentación de baja tensión es subministrado por la compañía eléctrica. Dispone de líneas con una tensión entre fases de 400V (tensión trifásica) y de líneas con tensión de 230V (tensión monofásica).

3.1.3.1. Tipo de trámite

La instalación en nuestro caso requiere de la realización de un proyecto, está definido por el IT BT-04 y corresponde con el grupo 'a' de industrias en general con P>20 kW. Dicho proyecto debe estar redactado y firmado por el técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarios.

Grupo	Tipo de Instalación	Límites
a	Las correspondientes a industrias, en general	P>20 kW
b	Las correspondientes a: - Locales húmedos, polvorientos o con riesgo de corrosión; - Bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no.	P>10 kW
c	Las correspondientes a: - Locales mojados; - generadores y convertidores; - conductores aislados para caldeo, excluyendo las de viviendas.	P>10 kW
d	- de carácter temporal para alimentación de maquinaria de obras en construcción. - de carácter temporal en locales o emplazamientos abiertos;	P>50 kW
e	Las de edificios destinados principalmente a viviendas, locales comerciales y oficinas, que no tengan la consideración de locales de pública concurrencia, en edificación vertical u horizontal.	P>100 kW por caja gral. de protección
f	Las correspondientes a viviendas unifamiliares	P>50 kW
g	Las de garajes que requieren ventilación forzada	Cualquiera que sea su ocupación
h	Las de garajes que disponen de ventilación natural	De más de 5 plazas de estacionamiento
i	Las correspondientes a locales de pública concurrencia;	Sin límite
j	Las correspondientes a: - Líneas de baja tensión con apoyos comunes con las de alta tensión; - Máquinas de elevación y transporte; - Las que utilicen tensiones especiales; - Las destinadas a rótulos luminosos salvo que se consideren instalaciones de Baja tensión según lo establecido en la ITC-BT 44; - Cercas eléctricas; - Redes aéreas o subterráneas de distribución;	Sin límite de potencia
k	- Instalaciones de alumbrado exterior.	P > 5 kW
l	Las correspondientes a locales con riesgo de incendio o explosión, excepto garajes	Sin límite
m	Las de quirófanos y salas de intervención	Sin límite
n	Las correspondientes a piscinas y fuentes.	P> 5 kW
o	Todas aquellas que, no estando comprendidas en los grupos anteriores, determine el Ministerio de Ciencia y Tecnología, mediante la oportuna Disposición.	Según corresponda

Tabla 12. Tipo de instalaciones con su determinada potencia límite.

3.1.3.2. Clasificación de la instalación

Cumpliendo con la IT BT-05, la instalación eléctrica será objeto por un Organismo de Control Técnico con el fin de asegurar el cumplimiento reglamentario al largo de la vida de estas instalaciones recurriendo a inspecciones iniciales y periódicas. Las inspecciones periódicas serán cada 5 años puesto que se precisa un proyecto de instalaciones industriales con una potencia instalada superior a 100 kW. Las instalaciones eléctricas en baja tensión deberán ser verificadas, previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20.460-6-61.

En la IT BT-27 se consideran las características especiales de las instalaciones para los emplazamientos destinados a los vestuarios, en concreto por los platos de ducha.

3.1.3.3. Suministro de la energía eléctrica

La compañía que efectuará el suministro eléctrico es FECSA-ENDESA. Este suministro será de Baja Tensión, con una tensión nominal 230/400 V, y la línea de distribución de la acometida desde la estación transformadora hasta el punto de conexión del abonado estará enterrada.

3.1.3.4. Acometida

La acometida será del tipo subterránea y alimenta a la Caja General de Protección (CGP). Nuestra empresa suministradora, FECSA-ENDESA, determina el punto de conexión y el diseño de la acometida lo cumple con las prescripciones establecidas por sus normas técnicas particulares y lo establecido con la ITC-BT 11 utilizando una acometida subterránea. El diseño, cálculo e instalación de la acometida estará a cargo de FECSA-ENDESA.

Según ITC BT-06 i ITC BT-07, la acometida debe estar lo más cerca posible de la red de distribución pública y alejada o protegida de las otras instalaciones. Preferentemente se instalará en un espacio reservado en la muro exterior del recinto, que se cerrará mediante una puerta metálica a un mínimo de 30 cm del suelo con un grado de protección IK 10 según la UNE-EN 50.102, revestida de acuerdo con las características del entorno y protegida de la corrosión, disponiendo de un cerramiento normalizado por parte de la empresa suministradora.

3.1.4. Características de la instalación.

3.1.4.1. Caja general de protección

La CGP (Caja general de protección) es la caja donde se alojan todos los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Su ubicación se fija de acuerdo con la empresa suministradora, preferentemente en la parte exterior del edificio, en un lugar libre y permanente acceso.

La caja general de protección cumplirá con todo lo referente a lo que indica la norma UNE-EN 60.439-1, con un grado de inflamabilidad según la norma UNE-EN 60.439-3, y una vez instaladas con un grado de protección IP 43 según la UNE 20.324 e IK 08 según la UNE-EN 50.102.

Para el caso de suministros, puesto que es para un único usuario se puede simplificar colocando en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida.

3.1.4.2. Cuadro general de mando y protección

En el cuadro general de mando y protección se instalarán todos los dispositivos generales de mando y protección. Este cuadro general de mando y protección dispondrá como mínimo de un interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar que permita el accionamiento manual, un interruptor de control de potencia (ICP), un interruptor diferencial para proteger todos los circuitos y un interruptor automático magneto térmico, destinado a la protección contra sobrecarga y cortocircuito de cada una de las líneas.

3.1.4.3. Instalación de conexión a tierra

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la instrucción IT BT-18. La instalación de esta conexión se realizará en el momento en que se realiza la cimentación de la nave industrial, introduciendo un conductor enterrado horizontal, mediante un cable rígido de cobre desnudo, formando un anillo que abarque todo el perímetro de la nave industrial. A este anillo se conectarán los electrodos verticales que se clavarán en el terreno.

Para el dimensionado del cálculo de la sección del conductor de la puesta a tierra, nos remitiremos a las indicaciones expuestas en la norma UNE 20.460-5-54, dentro de su apartado 543.1.1; y para la construcción y resistencia eléctrica según la norma UNE 21022. En el cuadro general de mando y protección, se instalará la caja de la conexión principal de la red a tierra.

Estos conductos se conectarán al menos a uno de los hierros principales del armado de cada zapato de hormigón armado. Estas conexiones se ejecutarán mediante soldadura aluminotérmica o autógena.

3.1.4.4. Protecciones contra choque eléctrico

Las protecciones contra los contactos directos e indirectos se rigen según la IT BT-24, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En ella se describen las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y los animales domésticos contra los choques eléctricos.

El contacto directo, es aquel en que el cuerpo humano, toca directamente un conductor activo. Para la protección de este tipo de contacto es necesario:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección para alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

El contacto indirecto, es aquel que se produce cuando existe un error en cualquier aparato o accesorio, y la corriente se desvía a través de las partes metálicas de estos aparatos y de éstos en el suelo. La protección contra este tipo de contactos, se consigue mediante la aplicación de las medidas siguientes:

- Protección por corte automático de la alimentación.
- Protección para uso de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.
- Protección en los locales o emplazamientos no conductores.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a la red De tierra.
- Protección por separación eléctrica.

3.1.4.5. Protecciones contra sobreintensidades

La sobreintensidad es toda corriente donde su valor es más alto que su valor nominal. Estas sobreintensidades pueden venir originadas por:

- Corrientes de sobrecarga: Es una oleada que puede tener origen en aquellos aparatos o materiales que hayan sido mal dimensionados. Esto, provoca un calentamiento de los conductores, provocando el deterioro.
- Corrientes de corto-circuitos: se definen como una unión de dos conductores sin la existencia de resistencia eléctrica. El origen puede provenir por una conexión incorrecta o un defecto de aislamiento de los conductores, provocando arcos voltaicos.

Las principales protecciones contra las sobreintensidades son las PIA's y los fusibles.

3.1.5. Líneas individuales

La instalación eléctrica de la nave se compone de diversas líneas individuales repartidas en líneas de fuerza para alimentar motores, líneas de iluminación y líneas para abastecer de electricidad los diferentes puntos de consumo, generados por la actividad normal de la nave industrial. Para el dimensionado de las líneas se seguirá la normativa ITC-BT-10, que trata de la previsión de cargas para suministros de baja tensión.

3.1.5.1. Motores

Los motores ubicados en la nave industrial se alimentan de sus correspondientes líneas eléctricas siguiendo la instrucción ITC-BT-47. Dichos motores son los siguientes:

- Motores de corriente continua y alterna en la zona de maquinaria: Cada máquina está compuesta de su propio cuadro eléctrico con sus diferenciales y con tomas de corriente.
- Motor a la unidad de climatización.
- Sistema de ventilación.
- Unidad de climatización.
- Termo eléctrico.
- Silo.
- Motor de aire comprimido.
- Motor para las placas térmicas solares.
- Termo eléctrico.
- Motor de la puerta automática.

3.1.5.2. Iluminación

- Iluminación de la zona de maquinaria.

- Iluminación de los puestos de trabajo.
- Iluminación de los almacenes.
- Iluminación del vestíbulo.
- Iluminación de los lavabos.
- Iluminación de las oficinas.
- Iluminación de los cuartos.
- Iluminación exterior.
- Iluminación de emergencia.

3.1.5.3. Tomas de corriente y otros usos

- Tomas de corriente de uso general en la zona de la maquinaria
- Tomas de corriente en la los puestos de trabajo.
- Tomas de corriente en la zona de las oficinas.
- Tomas de corriente el muelle.
- Tomas de corriente en la zona del almacén.
- Alimentación de la línea de comunicaciones.
- Centralita contra incendios (alarma).
- Detector de incendios.

3.1.6. Sistema de iluminación

3.1.6.1. Objeto

La instalación de iluminación industrial requiere de una gran variedad de factores que hay que tener en cuenta, como una buena protección contra el polvo y la humedad, seguridad contra incendios, nivel de iluminación necesario según el tipo de tarea visual, requisitos ambientales y un sistema de iluminación que depende de la altura y la superficie de cada espacio de nuestra nave industrial.

3.1.6.2. Abasto del alumbrado

Para diseñar el sistema de alumbrado se hará uso del programa LUX-IEP para determinar la cantidad de luminarias necesarias, así como su potencia y colocación. Todo el recinto seguirá los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La cantidad recomendada de luz fijada en cada recinto según el CTE proporcionado por la casa PHILIPS y la seguridad frente al riesgo causado por una iluminación inadecuada por el CTE-DB-SUA 4.

Las luminarias se sustentan empotradas en falso techo o suspendidas por cables. En el segundo caso, se seguirán las especificaciones citadas en la instrucción ITC-BT-44 referente a la suspensión de los dispositivos de luz. Los portalámparas deberán ser de los tipos, formas y dimensiones especificados en la norma UNE-EN 60061-2.

3.1.6.3. Tipos de luminarias

Según la distribución de luz, para iluminar correctamente cada zona se hará uso de distintos tipos de luminarias.

3.1.6.3.1. Iluminación interior

Se instalarán diferentes tipos de luminarias para alumbrar ópticamente cada zona:

- Iluminación de la zona de maquinaria.
- Iluminación de los puestos de trabajo.
- Iluminación de los almacenes.
- Iluminación del vestíbulo.
- Iluminación de los lavabos.
- Iluminación de las oficinas.
- Iluminación de los cuartos secundarios.

3.1.6.3.2. Iluminación exterior

El alumbrado exterior seguirá las instrucciones de la ITC-BT-09 y se sustentará desde el cerramiento de la fachada exterior de la nave industrial y se hará uso de esta iluminación a partir del ocaso del sol hasta la salida del mismo. Se asumirá un mínimo de 15 lux para las zonas de paso del personal y los vehículos.

3.1.6.3.3. Zona de aparcamiento

Se utilizará un alumbrado viario con un nivel de iluminancia será de 50 lux en las plazas donde se aparcará.

3.1.6.3.4. Zona de acceso

Las entradas y salidas del recinto estarán correctamente iluminadas, para facilitar los accesos al complejo.

3.1.6.4. Iluminación de emergencia

Regido por la ITC-BT-28 en zonas de trabajo, el complejo dispondrá de un alumbrado de emergencia que, en caso de un supuesto fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
    - En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
    - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
    - En cualquier otro cambio de nivel.
    - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

3.1.7. Normativa aplicable

REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. ITC BT: 03, 04, 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 30, 43, 44, 45, 47.

UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.

UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.

UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades; y EN 60898 (UNE-NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.

UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Toma de tierra y conductoras de protección.

EN IEC 60 947-2:1996 (UNE-NP): Aparatos de baja tensión. Interruptores automáticos.

EN IEC 60 947-2:1996 (UNE-NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

EN IEC 60269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión.

3.2. Instalación de energía solar térmica

3.2.1. Objeto

El objeto principal de la instalación de energía solar térmica es general generar un ahorro significativo de la energía convencional y reducir emisiones de CO_2. El diseño de la instalación aportará la producción de agua caliente para las zonas de agua caliente sanitaria (ACS) y la instalación de calefacción, adoptando criterios de ahorro de energía y el aprovechamiento de la superficie de la cubierta.

3.2.2. Abasto

El abasto de la instalación consiste en el dimensionamiento, el diseño y todos los componentes a los que se refieren, con tal de satisfacer las necesidades de agua caliente que requiere la nave industrial. Se demostrarán las bases del cálculo donde se definen el plano de la instalación, el dimensionado y el presupuesto total.

3.2.3. Consideraciones de la energía solar térmica

Se deberán de determinar los consumos y la superficie de los captadores para generar el aporte energético solar con el RITE 10.1.3.2 t el volumen de acumulación necesario para un día con el CTE. Se considerarán diversos factores para la demanda energética:

- Zona climática: Las temperaturas de entrada de agua para el rendimiento del captador están en función de la localización.
- Ocupación y tipología de la estructura: La demanda es afectada por el número de usuarios que realizan el consumo y el uso.

El rendimiento del captador se verá afectado por las condiciones externas que se detallan:

- Radiación media diaria.
- Inclinación del captador.
- Orientación del captador.

3.2.4. Instalación de la producción solar térmica

Se realizará el cálculo estimado de los captadores con una tipología de conexión determinada sobre el tejado inclinado teniendo en cuenta las normas y directrices marcadas.

- Espacio necesario para la instalación.
- Sistema de montaje.
- Integración al tejado.

3.2.5. Componentes de la instalación

Los componentes para la instalación solar se comunican con la instalación de ACS y la instalación de calefacción. Un esquema muy simplificado de dicha comunicación ubicada en el cuarto de la instalación de agua caliente es el siguiente:

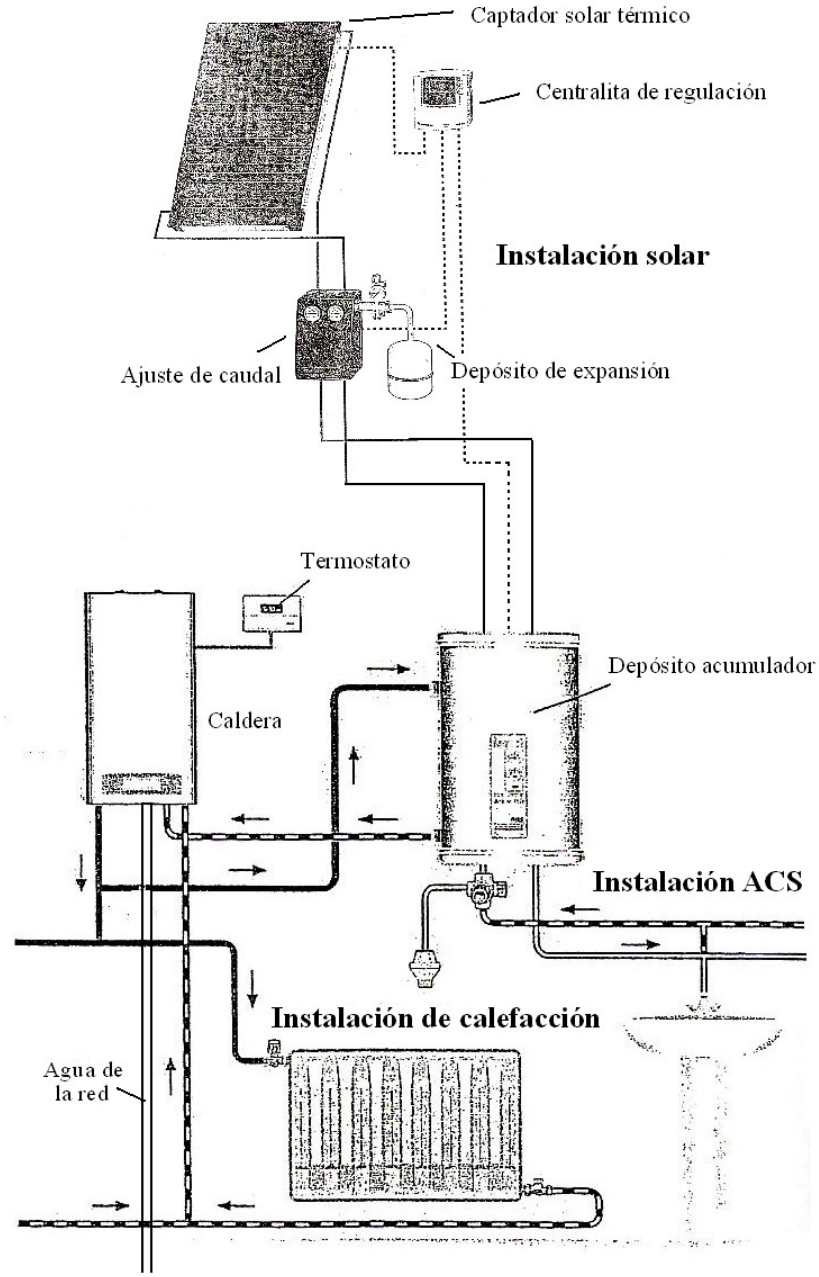

Figura 9. Imagen que comunica las instalaciones de agua, calefacción y solar.

3.2.5.1. Captador solar

El captador solar transforma la radiación solar en calor, para la instalación se utilizará un equipo JUNKERS. Su funcionamiento está basado en el efecto invernadero, es decir, capta la radiación solar en su interior, la transforma en energía térmica y evita la salida al exterior. Esto se consigue interponiendo una superficie sólida, el absorbente, con un coeficiente de absorción el más elevado posible. Una vez absorbido el 90% de la energía incidente, que se transforma en calor, se debe evitar que esta se disipe. Por eso se aíslan los laterales y la parte posterior del colector con un material aislante. Además se coloca un vidrio entre la cara superior y el ambiente para reducir las pérdidas por convección y de radiación.

Una determinada cantidad de líquido anticongelante se incorporará en el fluido agua en la estación de invierno, puesto que en la zona de Sant Vicenç del Horts las temperaturas son inferiores a 0 ºC. El captador trabaja a temperaturas superiores a las ambientales, llegando con facilidad a los 50-60C. Esta temperatura permite almacenar el agua captada en acumuladores para ser posteriormente suministrada a los consumos controlados por una centralita de regulación.

3.2.5.2. Centralita de regulación

Las centralitas de regulación se encargan de controlar y supervisar la instalación solar para obtener un alto rendimiento. JUNKERS posee dos centralitas de regulación a través de sondas PTC de inmersión para controlar las distintas variantes:

- Centralita TDS 10: Consta de dos entradas de medición de temperatura y una salida para el control de la bomba del circuito primario. Indica la temperatura de los captadores y del acumulador.
- Centralita Suntana 2: Posee cinco entradas de medición de temperatura y dos salida para el control de la bomba y válvulas de tres vías. Limita las temperaturas del captador y del acumulador, ajusta la temperatura máxima del depósito de 20º a 95º y regula la conexión y desconexión de la bomba de circulación del circuito solar (On $\Delta T \geq 8^{\circ} C$ y off $\Delta T < 4^{\circ} C$).

3.2.5.3. Depósito de expansión

Estos depósitos absorben los aumentos de volumen producidos por las dilataciones del agua a calentarse. Puesto que el circuito a utilizar es cerrado utilizaremos un depósito cerrado VASOFLEX.

3.2.5.4. Depósito de acumulación

Puesto que el acumulador es destinado también para el ACS debe cumplir la norma UNE-EN 12897:2007. Acumulará la energía en los momentos del día en que se genera y utilizar cuando se produce la demanda. La capacidad y la potencia se determinarán después de efectuar los cálculos.

3.2.5.5. Caldera eléctrica

El termo eléctrico es mixto, de calefacción y ACS por acumulación. Las "órdenes" del cuadro de mandos a la caldera se realizan mediante cableado eléctrico con el que gobernará todos los componentes de la caldera eléctricamente.

3.2.5.6. Sistemas de distribución de calor y consumo

Consta de sistemas de control y gestión de las instalaciones, tuberías, conducciones, bombas para hacer circular el agua, purgadores de aire y válvulas diversas.

3.2.5.7. Contador de energía

La instalación deberá disponer de un sistema analógico de medida local y registro de datos de al menos: temperatura agua fría de red, temperatura de salida el acumulador solar y caudal de agua solar consumida.

3.2.6. Normativa

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), modificado por el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, y corrección de errores del Real Decreto 1826/2010, de 5 de marzo.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28.3.2006).

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de la legionelosis.

UNE-EN 12897:2007. Abastecimiento de agua. Especificaciones para los calentadores de agua de acumulación por calentamiento indirecto sin ventilación (cerrados).

UNE-EN 12975-1:2006 y UNE-EN 1975-2:2006. Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores Solares.

UNE-EN 12976-1:2006UNE-EN 12976-1:2006Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas prefabricados.

UNE-EN 12977-3:2009, UNE-ENV 12977-2:2001 y UNE-ENV 12977-2:2002. Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida.

3.3. Instalación de fontanería

3.3.1. Objeto

El objeto al proyecto es el diseño de la instalación de fontanería de todo el recinto de la nave industrial. Se suministrará para la entreplanta instalaciones de agua fría, ACS y evacuación de aguas residuales; y para toda la estructura la instalación de evacuación de aguas pluviales.

3.3.2. Abasto y documentación

Para el estudio de la instalación se tiene en cuenta la CTE-DB-HS 4 en las instalaciones de agua fría y ACS y la CTE-DB-HS 4 en la instalación de evacuación de aguas residuales y aguas pluviales. El diseño y dimensionado de la instalación de agua se deberá observar desde las necesidades de la misma.

Para los cálculos del ACS se tendrá en cuenta la contribución solar mínima regida por el CTE-DB-HE 4.

3.3.3. Condiciones de la instalación

La instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano. A cuenta del suministrador, sus características se fijarán de acuerdo con la presión del agua, caudal suscrito, consumo previsible, situación del local a suministrar y servicios que comprende.

- Calidad del agua y material.
- Protección contra retornos.
- Separación respecto de otras instalaciones.
- Señalización.
- Ahorro de agua.

3.3.4. Descripción de la instalación

3.3.4.1. Acometida

La acometida estará enterrada y abastece de agua potable las instalaciones. El establecimiento de la nave industrial estará dotado de un contador general para recibir el flujo de la red del agua (acometida) de la empresa suministradora. La empresa suministradora determinará el punto de conexión y diseño preferentemente en el muro exterior que delimita la calle y el establecimiento.

La instalación general comprenderá desde la acometida pasando por un grupo de presión hasta la bifurcación que divide el agua ya desmineralizada por el descalcificador y el agua directa

provinente de la red para los aparatos que no son de consumo humano. El agua descalcificada se dividirá en circuito de agua caliente y circuito de agua fría.

3.3.4.2. Instalación de agua fría

Una vez dividida la instalación general, nos centraremos primeramente en la instalación de agua fría, que parte de la bifurcación anteriormente mencionada hasta todos los puntos de servicio creando para ello una red de tubos lo mejor distribuidos posible para permitir un suministro adecuado a las necesidades de cada aparato evitando perdidas de presión innecesarias. Estas tuberías serán de cobre.

3.3.4.3. Instalación de agua caliente sanitaria (ACS)

En el diseño de la instalación de ACS se aplican condiciones análogas a las de la red de agua fría. El agua de dicha red será desmineralizada, la instalación solar térmica se encargará de regular y se controlar la temperatura de preparación y la de distribución.

3.3.4.4. Evacuación de aguas residuales y aguas pluviales

Este estudio hace referencia a las instalaciones de saneamiento, que comprenden los desagües del inodoro, el lavabo y la ducha, así como la conducción de las aguas negras hasta la red del alcantarillado; también hace referencia a la recogida de las aguas pluviales desde la cubierta mediante canalones y bajantes que la llevarán también a la red de alcantarillado.

3.3.5. Normativa

CTE-DB-HS 4 y HS 5. Suministro de agua y evacuación de aguas, respectivamente.

CTE-DB-HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

UNE-EN 1717:2001. Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo.

UNE-EN 806-1:2001 y UNE-EN 806-1/A1:2002. Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios.

UNE 94002:2005. Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica.

3.4. Instalación de calefacción

3.4.1. Objeto

El objeto de la instalación de calefacción es el de proporcionar calor a la entreplanta de la nave industrial, más concretamente a las oficinas y a los vestuarios. Determinadas las características de la nave industrial: ubicación, orientación, distribución, superficie, materiales de construcción y cerramientos; se establecerán las condiciones mínimas de confort de las oficinas y vestuarios.

3.4.2. Abasto y documentación

La instalación tiene como abasto verificar la ubicación correcta de los radiadores, la distribución de tuberías y la ubicación de la caldera (termo eléctrico), conforme a los planos de proyecto y siguiendo las especificaciones del RITE.

El sistema para establecer el agua caliente los focos emisores de calor será bitubular, consiste en el empleo de sistemas de doble tubería, una para alimentar a los emisores y otra independiente que recoge el agua enfriada y la retorna a la caldera. El agua caliente lleva prácticamente a la misma temperatura a todos los emisores de la instalación.

3.4.3. Condiciones de bienestar

La instalación está ubicada en el cuarto de la instalación de agua caliente y una serie de parámetros y condiciones ambientales que deberá de satisfacer:

- Establecer una temperatura operativa y humedad relativa según el IT 1.1.4.1 del RITE.
- Un determinado número de renovaciones por hora dependiendo del uso del local.
- Control del ruido.
- Control de la purificación del aire.

3.4.4. Componentes del sistema de calefacción

3.4.4.1. Caldera eléctrica

El agua caliente que llega a la caldera es suministrada y regulada por la instalación de ACS.

3.4.4.2. Radiadores de acero

Los radiadores de acero contarán de un determinado número de elementos tras un previo cálculo de las necesidades caloríficas de cada local.

3.4.4.3. Tuberías

La red de tuberías conducirá el agua hasta los distintos emisores que componen la instalación. Se utilizarán tuberías de cobre enfundadas en tubo de PVC corrugado como protección química y mecánica.

3.4.4.4. Componentes de regulación, control y ahorro energético

- Termohidrómetro: Componente de control que determina la temperatura del agua y la altura en m.c.a. de la instalación.
- Termostato ambiente programable: Componente para el ahorro energético. Se ubicará en la oficina técnica y permite regular la temperatura ambiente en diferentes niveles.
- Llaves termostáticas: Ubicadas en los radiadores para regular automáticamente según la temperatura ambiente del local el caudal de agua que entra al radiador.

Tuberías: De cobre o acero negro, enfundada en tubo de PVC corrugado como protección química y mecánica. Las tuberías de cobre pueden recubrirse con un aislante a base de coquillas.

3.4.5. Normativa

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), modificado por el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, y corrección de errores del Real Decreto 1826/2010, de 5 de marzo.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), modificado por el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, y corrección de errores del Real Decreto 1826/2010, de 5 de marzo.

CTE-DB-HE 1 y HE 2, del abril del 2009, Limitación de demanda energética y Rendimiento de las instalaciones térmicas, respectivamente.

3.5. Instalación de ventilación y climatización

3.5.1 Objeto

El estudio de la instalación de ventilación y climatización tiene por objeto renovar, cambiar, extraer el aire interior de toda la nave industrial y sustituirlo por aire nuevo del exterior a fin de evitar el enrarecimiento, eliminando el calor, el polvo, el vapor, los olores y cuanto elemento perjudicial o impurezas contenga el aire ambiental encerrado dentro del local. De no llevarse a cabo esta renovación, la respiración se haría dificultosa y molesta, siendo un obstáculo para las actividades que desarrolla los operarios dentro de la estructura.

3.5.2. Abasto

La instalación de ventilación y climatización tiene como abasto desarrollar el proceso para dimensionar los conductos y extractores de ventilación con el fin de mantener regulado el aire existente en el interior de la nave industrial, será necesario renovarlo periódicamente de acuerdo con las características que existen en cada zona. Esta instalación a realizar será forzada y de extracción mecánica mediante ventiladores.

3.5.3. Consideraciones de la instalación

Se considerarán las siguientes características para la instalación de ventilación de acuerdo con los sistemas de distribución y difusión del aire.

- Generar una condición ambiental de bienestar (Temperaturas entre 23 y 24 ºC y humedad relativa de 50%).
- Minimizar el ruido de la instalación remitida en la norma UNE 100153:2004 IN.
- Para ventilar el aire se harán uso de rejillas, ventanas y ventiladores para la introducción de aire exterior y la extracción del aire interior.
- Uso de filtros para el acondicionamiento, pureza y calidad del aire con ensayos de normalización y curvas características.
- Se tendrá en cuenta el calor generado por el cuerpo humano.
- Diseño de los conductos del circuito general y los ramales para las diversas zonas se deberán de conocer el caudal nominal, las pérdidas de presión y el diámetro equivalente.
- Se deberá conocer la curva característica del punto de trabajo de cada ventilador, ajustado al caudal y presión correspondiente de diseño.
- Las unidades terminales de impulsión y retorno deberán ajustarse al caudal de diseño mediante dispositivos de regulación.

- Para cada local se conocerá el caudal nominal de aire impulsado y extraído previsto, así como el número, tipo y ubicación de las unidades de impulsión y retorno.
- Uso de elementos de regulación como termostatos, humidostatos, presostatos y válvulas.
- Operaciones de mantenimiento.

3.5.4. Zonas de ventilación

Para el cálculo de las instalaciones de ventilación se considerarán 2 zonas diferenciadas.

- Zona de almacenamiento y de fabricación: Uso de ventiladores eléctricos
- Zona de oficinas: Uso de un equipo de aire acondicionado y filtrado.

3.5.4.1. Ventiladores

Los ventiladores son eléctricos y están configurados en función del caudal necesario de circulación del aire y el volumen de la zona de almacenamiento y fabricación.

3.5.4.2. Aire acondicionado

El sistema de aire acondicionado constatará de un conjunto de equipos para llevar a cabo una extracción de calor en verano ya que la instalación de calefacción aporta calor en invierno.

Se suministrará al local de oficinas de la entreplanta un sistema todo aire, de conducto único y caudal constante.

3.5.5. Normativa

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), modificado por el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, y corrección de errores del Real Decreto 1826/2010, de 5 de marzo. ITE 2.3.2. Sistemas de distribución y difusión del aire.

CTE-DB-HE. Ahorro de energía.

UNE 100230:1995. Ventiladores. Recomendaciones para el acoplamiento al sistema de distribución.

UNE-CR 1752:2008 IN. Ventilación de edificios. Criterios de diseño para el ambiente interior.

UNE-EN 12097:2007. Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de los sistemas de conductos.

UNE-EN 12792:2004. Ventilación de edificios. Símbolos, terminología y símbolos gráficos.

UNE 100250:2000. Ventiladores industriales. Seguridad mecánica de los ventiladores. Protección.

UNE 100001:2001. Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.

UNE 100002:1988. Climatización. Grados-día base 15 grados centígrados.

UNE 100012:2005. Higienización de sistemas de climatización

UNE 100020:2005. Climatización. Sala de máquinas.

UNE 100014:2004 IN. Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.

UNE 100152:2004 IN. Climatización. Soportes de tuberías.

UNE 100153:2004 IN. Climatización. Soportes antivibratorios. Criterios de selección.

UNE 100155:2004. Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.

UNE 100156:2004 IN. Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.

UNE 100171:1989 IN. Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación.

UNE 100172:1989. Climatización. Revestimiento termoacústico interior de conductos.

3.6. Instalación de aspiración

3.6.1. Objeto

La instalación de aspiración tiene como objeto almacenar todos los residuos, generados al fabricar los productos utilizando las grandes máquinas de la zona de fabricación, a un silo exterior de la nave industrial.

3.6.2. Abasto

El abasto de la instalación alberga el dimensionamiento de la red de tuberías aérea con la presión y caudal que se debe de suministrar para extraer los residuos generados por el proceso de fabricación. Para cada uno de las máquinas de la zona de maquinaria constará de una campana de aspiración que se ubicará al a una determinada distancia.

3.6.3. Consideraciones de la instalación

Se considerarán una serie de factores para el diseño del sistema de aspiración:

- La presión y caudal de la red de tuberías y accesorios.
- Las campanas de aspiración.
- Las acciones en la estructura del silo.
- Las características técnicas de la bomba de aspiración
- La potencia eléctrica del sistema de aspiración.
- La cantidad de volumen de residuos que puede almacenar el silo con el tiempo de evacuación.
- La empresa contratada para evacuar los residuos almacenados en el silo.

3.6.4. Normativa

EN 1991-4:2006. Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 4: Silos y depósitos. (Ratificada por AENOR en junio de 2007.)

UNE 27789:1977. Campanas de aspiración.

UNE-EN 734:1996. Bombas de aspiración lateral PN 40. Punto nominal de servicio, dimensiones principales, sistema de designación.

UNE-EN 617:2002. Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos de almacenamiento de materiales a granel en silos, tanques, depósitos y tolvas.

3.7. Instalación de aire comprimido

3.7.1. Objeto

El objeto de la instalación de aire comprimido consiste en suministrar y facilitar de aire a gran presión los dispositivos neumáticos específicos que utilizarán los operarios. La red de tuberías se bifurcará transportando la energía de presión neumática a los diversos puntos de utilización en la zona de fabricación de la nave industrial.

3.7.2. Abasto y documentación

Cumpliendo la norma PNEUROP 6611/1984 verificaremos la calidad del aire para nuestra aplicación. Por otra parte, nos interesa mantener la presión de trabajo desde que sale del compresor hasta el último punto, más alejado, de trabajo, esto incide directamente en el beneficio económico de una instalación.

3.7.3. Diseño de la instalación

Para el diseño de la instalación de aire comprimido consideraremos los siguientes factores:

- El coeficiente de simultaneidad para un taller mecánico se puede estimar del 40 al 45%.
- Se instalará un compresor grande para toda la instalación que da una presión de utilización de 7 bar.
- La pérdida de presión máxima permisible es de 0,14 bar y no sobrepasará el 2% de la presión del compresor puesto que este trabaja a 7 bar.
- Para los dispositivos de utilización se deberá admitir una variación de presión normal de empleo entre los 5 y 6.5 bar. Por debajo de los 5 bar, el rendimiento de la herramienta baja rápidamente y por encima de 6.5 a 7 bar, los órganos de la máquina están sometidos a vibraciones excesivas que hacen fatigosa la tarea al operador y pueden provocar desperfectos.
- El caudal de consumo unitario.
- Se considera para pérdidas de aire por fugas, un caudal del 10 al 15% del total que comprime el compresor.

3.7.3.1. Compresor

Para evaluar la capacidad del compresor será necesario conocer el consumo medio del conjunto de utilizaciones del aire comprimido en la zona de fabricación.

3.7.3.2. Red de aire comprimido

La disposición de redes de aire comprimido en la instalación es de circuitos abiertos, ya que es ventajosa por su poca inversión inicial y colocando la tubería con cierta pendiente y un purgador se decantarán por gravedad las posibles condensaciones. La red será aérea e externa por los cerramientos de la zona de fabricación.

Para las redes principales y secundarias, la velocidad máxima del aire no sobrepasará los 8 m/s, y para las redes de servicio no sobrepasará los 15 m/s.

3.7.3.3. Tuberías y accesorios

La tubería estará como mínimo a 30 cm de la pared y puesto que es una instalación normal, el diámetro de la tubería calculada no excederá de los 200 mm.

La caída de presión de las tuberías rectas se calculará mediante la siguiente formula:

$$\Delta p = \frac{\beta}{R \cdot T} \cdot \frac{v^2}{d} \cdot l \cdot p$$

Para calcular las pérdidas de presión de los diferentes accesorios de las tuberías haremos uso del siguiente nomograma:

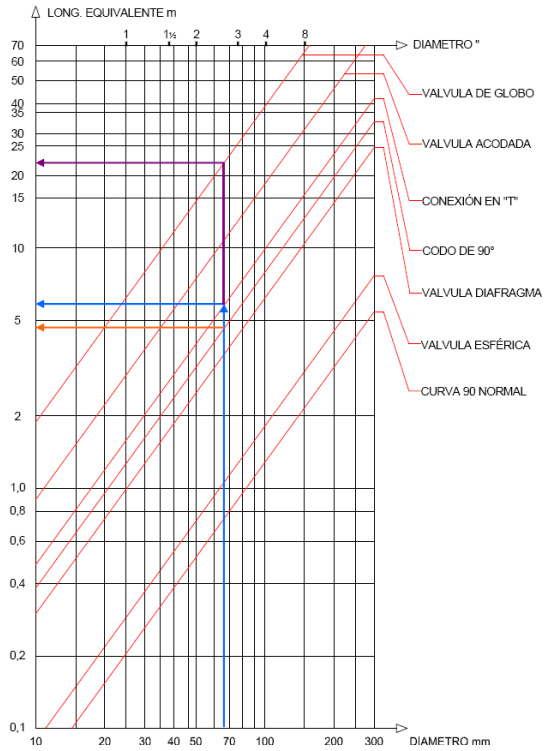

Figura 10. Nomograma para el cálculo de la longitud equivalente.

3.7.4. Normativa

UNE 22070:1992. Mangueras de aire comprimido. Medida de la resistencia eléctrica. Método de ensayo y especificaciones.

UNE-EN 12115:2000. Mangueras a base de elastómeros y materiales termoplásticos y sus conjuntos con accesorios de unión para productos químicos líquidos o gaseosos. Especificación.

UNE 1063:2000. Caracterización de tuberías según la materia de paso.

PNEUROP 6611/1984.

NFM 82271.

3.8. Instalación de la maquinaria

3.8.1. Objeto

El objeto de las máquinas y herramientas que se utilizan en las operaciones de carpintería es que requieren un uso cuidadoso. Estos trabajos generalmente originan una alta siniestralidad, tanto en lo referente a la gravedad de las lesiones que sus máquinas y herramientas producen como al elevado número de ellas.

3.8.2. Normas generales de seguridad

Cada máquina estará dotada de unos sistemas preventivos y de seguridad contra el personal, además de la seguridad adicional que los operarios portarán:

- No se debe usar guantes cuando se opere cualquier clase de máquinas de carpintería.
- La vestimenta de la persona, debe usarse en forma adecuada.
- Los relojes, pulseras, cadenas, anillos y otros objetos similares, no deben usarse en el trabajo bajo ningún concepto.
- En todas las operaciones de carpintería debe usarse anteojos o antiparras de seguridad.
- Se debe utilizar siempre en este tipo de máquinas protectores auditivos con la atenuación correspondiente, dado que son grandes generadoras de niveles altos de ruidos.
- Cuando se manipulan materiales de gran tamaño se debe utilizar zapatos de seguridad con protección.
- Al dejar de operar una máquina o alejarse de ella, se debe detener la misma y verificar que todas sus partes móviles estén completamente paradas.
- No usar las máquinas de carpintería, sin la autorización del supervisor o el debido entrenamiento.
- Antes de limpiar, aceitar, reparar o ajustar cualquier parte de una máquina, incluyendo las guardas de protección, debe desconectar el interruptor y esperar que se detenga el movimiento.
- Se debe tener el permiso del supervisor, antes de retirar la guarda protectora de la máquina.
- El área de trabajo debe conservarse en orden, limpia de aserrín, pedazos de madera u otros desperdicios.
- Usar un cepillo para limpiar el aserrín y residuos de cualquier parte de la máquina de carpintería.
- Debe evitarse conversar o distraerse mientras que está operando máquinas de este tipo.
- Alejar a todo el personal sin autorización que esté cerca de su máquina, mientras se esté operando.
- Verificar que la máquina haya alcanzado la velocidad requerida, antes de colocar el material para realizar la operación.

- Las sierras circulares, cuchillas y demás herramientas de corte, deben mantenerse con el filo adecuado a cada tipo.
- Antes de iniciar el corte de una madera, se debe estar seguro de que la misma no tenga nudos, clavos u otras imperfecciones que puedan causas accidentes o dañar la máquina.
- Las máquinas deben tener la correspondiente conexión a tierra y protección diferencial.

3.8.3. Mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento deben realizarse con condiciones de seguridad adecuadas. Los pasos a seguir fundamentales son:

- Detener las máquinas a reparar.
- Señalizar con la prohibición de su manejo por trabajadores no encargados de su reparación a las máquinas averiadas o cuyo funcionamiento sea riesgoso.
- Para evitar su puesta en marcha, bloquear el interruptor o llave eléctrica principal o al menos el arrancador directo de los motores eléctricos, mediante candados o dispositivos similares de bloqueo, cuya llave debe estar en poder del responsable de la reparación que pudiera estarse efectuando.
- En el caso que la máquina exija el servicio simultáneo de varios grupos de trabajo, los interruptores, llaves o arrancadores deben poseer un dispositivo especial que contemple su uso múltiple por los distintos grupos.

3.9. Instalación de protección contra incendios

3.9.1. Objeto

El objeto de la presente instalación es dar una serie de pautas para conseguir un grado suficiente de seguridad y asegurar la protección de la estructura en caso de incendio. Determinando la probabilidad que se desencadenen incendios, generadores de daños y pérdidas para las persona y patrimonios.

3.9.2. Abasto y documentación

El abasto de la instalación contra incendios del establecimiento industrial requiere ciertos requisitos regidos en el Anexo III del RSCIEI.

3.9.3. Elementos de seguridad

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios del establecimiento industrial, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993.

3.9.3.1. Sistemas de detección y alarma

No se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios ni sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio del establecimiento del tipo C porque la superficie es inferior a los 1000 m^2 en las actividades de producción e inferior a los 800m^2 en las actividades de almacenamiento.

3.9.3.2. Sistemas de abastecimiento de agua

- BIE: No es necesario instalar BIE's puesto que la nave es de tipo C, de riesgo intrínseco medio y una superficie inferior a 1000 m^2, y un almacén menor de 500 m^2 de riesgo intrínseco alto.
- Rociadores de agua: No puesto que la nave es tipo C, y en actividades de producción de riesgo intrínseco medio es menor a 3500 m^2, y para almacenamiento riesgo alto y menor de 1000 m^2.

3.9.3.3. Extintores de incendio

La eficacia de los extintores será según la clase de carga al fuego que aportan los combustibles almacenados. Según el Real Decreto 379/2001 en su ITC MIE-APQ 1, artículo 4º, la madera correspondería al punto 4, clase de fuego A (sólido con brasa), productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 ºC (norma UNE 51.023). Según la tabla 3.1 del Anexo III del Real Decreto 2267/2004 se instalará 2 extintores portátiles de incendio de 21 A de eficacia mínima en el sector de fabricación, 1 extintores portátiles de incendio de 34 A de eficacia mínima en el sector de almacenamiento y 1 extintores portátiles de incendio de 21 A de eficacia mínima en el sector de oficinas.

Los extintores portátiles de incendio permitirán que sean fácilmente visibles y accesibles, estando en los puntos de mayor probabilidad de iniciarse el incendio y la distribución horizontal desde cualquier punto de los sectores de incendio no supere los 15 m de uno a otro.

3.9.4. Señalización e iluminación

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997.

Los sistemas de alumbrado de emergencia serán necesarios ya que la ocupación es mayor de 10 personas, sobre rasante y riesgo intrínseco medio. Se colocarán cerca de las salidas de emergencia de la nave y en otras zonas donde son necesarias su utilización.

Las señales de evacuación se definen en la norma UNE 23034:1988 de la siguiente manera:

- Las salidas de la nave industrial.

Figura 11. Señal de salida.

- Las salidas de emergencia.

Figura 12. Señal de salida de emergencia

- Recorridos de evacuación.

Figura 13. Señal de recorrido de evacuación.

- Extintores.

Figura 14. Señal de extintor

- Prohibido fumar.

Figura 15. Señal de prohibido fumar.

3.9.5. Normativa

RSCIEI. Anexo III. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.

Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

CTE-DB-SI. Seguridad en caso de incendio, texto modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.

UNE 23034:1988. Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.

UNE-EN 1363-1:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales; y UNE-EN 1363-2:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales.

4. Planos