



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural  
Industrias Agrarias y Alimentarias

Proyecto de construcción de una planta de  
almacenamiento y envasado de cebolla en la  
localidad de Fuentes de Ebro.

Construction project of an onion storage and  
packaging plant in the town of Fuentes de Ebro.

*Autor/es*

**Cristina Sánchez Kolly**

*Director/es*

**Mariano Vidal Cortés**

# DOCUMENTO 1.

## MEMORIA.

1.-OBJETO Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO .....	3
2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....	3
3. ACTIVIDAD A DESARROLLAR.....	4
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NAVE.....	4
5. CAPACIDAD DE LA INDUSTRIA.....	5
6.- PROCESO PRODUCTIVO .....	5
6.1.- RECOLECCIÓN .....	6
6.2. RECEPCIÓN .....	7
6.3. TOMA DE MUESTRAS .....	7
6.4.CONSERVACION FRIGORÍFICA .....	7
2.5. SECADO PREPROCESADO .....	8
2.6. PROCESADO.....	8
2.7. ENVASADO .....	9
2.8. ACTIVIDADES PERIÓDICAS .....	9
7.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS.....	10
7.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS NAVES.....	10
6.2.- CIMENTACIONES .....	12
6.3.- CUBIERTAS .....	12
6.4.- CERRAMIENTOS .....	12
8.- INSTALACIÓN FRIGORÍFICA.....	13
8.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CÁMARAS.....	13
8.2.-TIPO DE CONSERVACIÓN ESCOGIDA .....	13
8.3.- AISALANTE TÉRMICO.....	14
8.4.- REFRIGERANTE .....	14
8.5.- CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	14

*Memoria*

8.6.- EQUIPOS ESCOGIDOS PARA LA INSTALACION.....	16
8.6.1.- COMPRESORES.....	16
8.6.2.- EVAPORADORES .....	16
8.6.3.- CONDENSADORES.....	17
8.7.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERANTE .....	18
8.8.- REGULACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
9.- INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS .....	18
9.1.- CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA .....	18
9.2.- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN A INSTALAR EN LA INDUSTRIA. ....	19
10.- INSTALACIÓN FONTANERÍA .....	20
10.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA.....	20
10.2.- DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA .....	23
11.- INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....	24
11.1.- RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES. ....	25
11.2.- RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	25
12.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	26
13.- PRESUPUESTO .....	30
14.- ESTUDIO ECONÓMICO .....	30

## 1.-OBJETO Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es definir y diseñar todas las obras e instalaciones necesarias para poner en funcionamiento una central hortofrutícola destinada al almacenamiento y envasado de cebolla Fuentes de Ebro D.O.P.

La planta de almacenamiento se localizará en la localidad de Fuentes de Ebro (Zaragoza), ya que este tipo de cebolla sólo se cultiva en la zona geográfica que abarca los municipios de Fuentes de Ebro, Mediana de Aragón, Osera de Ebro, Pina de Ebro, Quinto y Villafranca de Ebro.

## 2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La industria se ubicará en una parcela de un polígono cuyos datos más representativos se resumen a continuación:

- Provincia: Zaragoza
- Término municipal: Fuentes de Ebro
- Polígono catastral: 009
- Parcela: 03767
- Superficie parcela: 16.897 m<sup>2</sup>
- Coordenadas U.T.M.: X: 700.190,82  
Y: 4.597.492,00  
Altura s.n.m.: 159 m.  
Huso: 30
- Clasificación del terreno: Urbanizable.
- Uso característico: Industrial

El polígono de La Corona, se sitúa a menos de 2 km de Fuentes de Ebro. Se encuentra nada más pasar bajo el terraplén de la línea de Alta Velocidad Madrid-Barcelona. Está muy bien situado ya que tiene acceso desde la N-232 y también está previsto que lo tenga desde la futura autovía A-68.

## *Memoria*

Por otra parte, cabe indicar que el proyecto cumple con las Normas Subsidiarias y Complementarias de ámbito provincial de Zaragoza, el Plan General de Ordenación Urbana de Fuentes de Ebro y el Plan Parcial de la zona industrial.

### **3. ACTIVIDAD A DESARROLLAR.**

La actividad a desarrollar en la central estará enfocada a la conservación y almacenamiento de las cebollas con el objetivo de poder comercializar seguidamente el producto en condiciones adecuadas.

Por ello, los elementos a destacar en la central son las cámaras de conservación que se instalarán y la línea de manipulación que servirá para la selección y confeccionado de las cebollas.

### **4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NAVE.**

Existirá una nave central, con unas dimensiones en planta de 96 x 40 m<sup>2</sup>.

En la parte delantera de la nave queda definida la zona de oficinas, en la que se encontrarán de forma separada al resto de la nave, las propias oficinas, un laboratorio y dos vestuarios.

La zona de actividad constará de cuatro cámaras de conservación y una zona de trabajo donde se ubicará la línea de manipulación y se almacenarán los envases y materiales de confección.

Las cámaras frigoríficas se ubican en la parte posterior de la nave, enfrentadas dos a dos con la separación de un pasillo intermedio.

La zona de trabajo se encuentra en el centro de la nave, entre la zona de oficinas y la zona de cámaras.

## **5. CAPACIDAD DE LA INDUSTRIA**

Se considera una producción máxima anual de 2.000 toneladas, siendo la mayor parte de esta producción la cosecha recogida durante los meses de julio y agosto y mínima el resto del año.

La máxima producción se tiene en el mes de agosto. Dicha producción es de 1.100 toneladas a lo largo del mes. Debido al tiempo de almacenamiento variable en las cámaras frigoríficas, se considera que este máximo valor de producción mensual sumado a la producción de julio (300 toneladas) por su proximidad en el tiempo y teniendo en cuenta el estocaje mensual establecido en la empresa (50 toneladas) sea el que marque la máxima capacidad de almacenamiento de las cámaras frigoríficas.

La planta de almacenamiento se ha dimensionado considerándose estos valores, adoptándose finalmente un volumen frigorífico de 9.000 m<sup>3</sup>, que considerando una densidad estiba adecuada para el producto conservado, permite el almacenamiento de 1.500 toneladas.

## **6.- PROCESO PRODUCTIVO**

El proceso productivo de la central comienza con la recepción del producto y finaliza con su expedición. La figura 1 representa de forma general el correspondiente diagrama de flujo.

Figura 1. Diagrama de flujo.



A continuación, se resumen las diferentes fases.

### 6.1.- RECOLECCIÓN

La recolección deberá realizarse en la época óptima y en el estado óptimo de la cebolla y se deberán tomar las siguientes precauciones:

- Los envases han de estar limpios de residuos, papeles, y si conviene se debe limpiar los cajones.
- Las cebollas deben cogerse con toda la mano para evitar la presión de los dedos.
- Las uñas para todo el personal de recolección deben estar debidamente cortadas.
- Recolectar las cebollas con la madurez adecuada.
- Depositar las cebollas en los cajones con cuidado, evitando los golpes en exceso.
- No coger las cebollas cuando estén mojadas y hacerlo preferiblemente evitando las horas centrales del día con gran insolación.



## **6.2. RECEPCIÓN**

Al llegar a la nave, el producto será inspeccionado visualmente para comprobar que no hay ningún defecto manifiesto en la misma. A continuación, se procede a descargar el remolque y los cajones serán llevados a las cámaras de conservación si son cebollas que van a pasar un tiempo en la industria hasta su venta o a la zona de procesado si se van a vender próximamente.

## **6.3. TOMA DE MUESTRAS**

Se llevará a cabo un muestreo de cada partida, determinando diferentes índices que permitan conocer el estado del producto recibido: aspecto, coloración, calibre, dureza, etc. También se harán análisis de forma previa a la salida de la cebolla de la nave.

## **6.4. CONSERVACION FRIGORÍFICA**

Una adecuada conservación frigorífica nos permite alargar la vida útil de las cebollas:

- Las cámaras frigoríficas, donde se encuentran las cebollas, se inspeccionarán periódicamente y se desecharán las que empiecen a pudrirse.
- La temperatura debe de ser la adecuada para que la cebolla no se pudra, pudiendo llegar hasta 1 °C, siendo de 2 °C la temperatura óptima de conservación para la cebolla de Fuentes, y la humedad debe mantenerse entre el 65 y 75%.
- Asimismo, hay que tener en cuenta un correcto reparto de aire en el interior de la cámara para una mejor homogeneidad.

Los cambios de temperatura de la cebolla deben ser lentos, procurando que tanto el corazón como las capas más externas tengan la misma temperatura. Con los cambios bruscos de temperatura se pueden destruir las células del bulbo.

No obstante, para conservaciones cortas de hasta 5 semanas se recomiendan temperaturas de 15°C, por este motivo, las cebollas que vayan a expedirse próximamente, pasarán a la zona de procesado, y no a la cámara de conservación.

El uso de atmósferas modificadas no se considera de interés práctico para la conservación de cebollas, además de dar resultados muy contradictorios.

### **6.5. SECADO PREPROCESADO**

Tras el almacenado en cámaras frigoríficas, se procede a pasar las cebollas que vayan a ser procesadas, a la “cámara de secado”. En esta se eleva la temperatura gradualmente hasta alcanzar los 15 °C. Lo óptimo es aumentar 2°C por día. De esta manera, se evita que se produzcan posibles podredumbres en las cebollas.

El secado es una parte importante del proceso para facilitar la manipulación de las cebollas. Evitando los grandes contrastes de temperatura entre la cebolla y el ambiente se evitará que se produzca condensación en el producto y que el pelado superficial sea más fácil.

### **6.6. PROCESADO**

Esta fase se corresponde con la serie de operaciones conducentes a preparar el producto para su expedición.

En primer lugar, el contenido de los cajones es vaciado en la línea de manipulación, a través de un transportador/ volteador de cajones. Así el producto entra a la línea a través de una cinta transportadora que conduce al cepillado de las cebollas para eliminar posibles restos de tierra e impurezas. Tras el cepillado, las cebollas pasan a la calibradora con visión infrarroja, que permitirá separar las cebollas que serán vendidas y las destinadas al destrío.

La calibradora es electrónica y tiene 4 salidas, 3 de ellas para clasificar las cebollas según su tamaño y la cuarta para las cebollas que no van a ser vendidas como cebolla Fuentes de Ebro.

El procesado es sencillo y conduce al envasado del producto para su futura venta.

## **6.7. ENVASADO**

En cada una de las salidas, los operarios colocados a ambos lados de la cinta confeccionan las cajas de fruta. En cada caja se coloca además el alveolo correspondiente de forma previa al llenado con la cebolla. Finalmente, las cajas llenas se van colocando en el palet correspondiente en cada caso hasta completar su confección.

## **6.8. ACTIVIDADES PERIÓDICAS**

De forma periódica, se deberá llevar a cabo la revisión y el mantenimiento de las instalaciones, tanto de los elementos que componen el sistema frigorífico, como del resto de máquinas de la central.

En cuanto a las cámaras de conservación, cabe decir que terminado el proceso de conservación en una cámara se requiere una limpieza a fondo para conseguir una correcta acción posterior de los desinfectantes. Se cepillarán a fondo las paredes y suelo, luego se pasará agua a presión, siendo aconsejable una aplicación de detergente y después se pasará a aplicar una desinfección a fondo. Los envases vacíos también se lavarán con desinfectante. Sobre todo, es importante que los envases estén desinfectados antes del inicio de la siguiente campaña.

También deberá realizarse un control de la estanqueidad de las cámaras, junto con un repaso de los evaporadores y del circuito frigorífico, garantizando su perfecto estado, así como una revisión de la sala de máquinas, condensadores y de los aparatos de análisis de temperatura y humedad relativa.

En cuanto al resto de maquinaria, también será precisa una revisión periódica de cada equipo. Así, se deberá comprobar el estado general de cada máquina, comprobando el estado del cableado, los niveles de grasa en los rodamientos, etc. Del mismo modo se deberá limpiar cada equipo de la forma más adecuada.

**Tabla 1. Equipos línea de procesado.**

<b>EQUIPO</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>ELECTRICIDAD</b>
<b>Desapilador/Apilador de cajones</b>	3 kW	400 V, 50 Hz
<b>Volteador de Cajones</b>	3 kW	400 V, 50 Hz
<b>Cepilladora</b>	1,1 kW	230 V, 50 Hz
<b>Cinta repartidora</b>	0,4 kW	400 V, 50 Hz
<b>Calibradora</b>	2,5 kW	400 V, 50 Hz
<b>Mesa de inspección</b>	0,55 kW	230 V, 50 Hz
<b>Cinta acumuladora</b>	0,55 kW	230 V, 50 Hz
<b>Cinta destrío</b>	0,20 kW	230 V, 50 Hz

## **7.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS**

Se diseña una nave con cubierta a dos aguas con unas dimensiones en planta de 96 metros de longitud y 40 metros de anchura.

### **7.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS NAVES**

Las principales características de las estructuras son:

- Cerchas metálicas.
- Separación entre estructuras (luz de cálculo): 40 metros
- Longitud de la nave: 96 m.
- Separación entre estructuras (intereje pilares): 6 m.
- Altura del pilar: 8 metros
- Pendiente de cubierta: 15 %.

*Memoria*

- Altura de coronación 12,5 metros
- Término municipal: Fuentes de Ebro (Zaragoza)
- Altitud topográfica: 188 metros

En la Tabla 2 se muestra un resumen de los perfiles metálicos utilizados en las nave.

*Tabla 2. Resumen de los perfiles metálicos*

<b>PERFIL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>PREDIMENSIONADO DE CERCHA SOBRE PILARES METÁLICOS</b>	
<b>Pilares</b>	HEB-240
<b>Cordón Superior</b>	PHR-180x100x5
<b>Cordón Inferior</b>	PHR-180x100x4
<b>Diagonales y montantes</b>	PHR-120x80x3
<b>PREDIMIENSIONADO DEL ENTRAMADO HASTIAL</b>	
<b>Pilares del entramado</b>	IPE-270
<b>Vigas del entramado</b>	IPE-140

En la zona de personal que incluye los vestuarios, oficinas y laboratorio se coloca una estructura metálica a 3 metros de altura.

*Tabla 3. Resumen del forjado de chapa colaborante.*

<b>PERFIL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>PREDIMENSIONADO ESTRUCTURA OFICINAS: FORJADO DE CHAPA COLABORANTE</b>	
<b>Pórticos</b>	IPE-400
<b>Viguetas</b>	IPE-240

## **6.2.- CIMENTACIONES**

La cimentación de la nave está formada por zapatas de hormigón HA-25/P/20/IIa y acero B500 S para el mallazo.

Una vez realizados los cálculos se obtiene que tanto las zapatas laterales, las zapatas hastiales y las de los extremos tienen unas dimensiones de 2,50x2,0x0,8 metros. Se colocarán 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/P/40/IIa.

## **6.3.- CUBIERTAS**

Las características principales de la misma son:

- Pendiente de cubierta 15% ( $\alpha$ : 8,53°).
- Cubierta ligera de panel sándwich de espesor de 40 mm.
- Falso techo de panel frigorífico de espesor de 80 mm.
- Separación entre correas: 2,53 metros.
- Correa fabricada con acero galvanizado con forma de "C": 250x60x3.

## **6.4.- CERRAMIENTOS**

En la parte exterior de la nave se utilizará un aislamiento mediante panel sándwich vertical de 80 mm de espesor.

Los tabiques interiores para la zona de oficinas, serán de ladrillo hueco sencillo de 10 cm de espesor. Además, se colocará un falso techo a 3 metros de altura de placa de escayola lisa.

## 8.- INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

### 8.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CÁMARAS

A continuación, se resumen la configuración de las cámaras existentes.

*Tabla 4 . Características de las cámaras.*

<b><u>Datos de diseño</u></b>	<b>Cámaras</b>
<b>Número de cámaras</b>	4
<b>Longitud total (m)</b>	20
<b>Anchura total (m)</b>	15
<b>Altura total (m)</b>	7,5
<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	300
<b>Volumen frigorífico (m<sup>3</sup>)</b>	2.250

### 8.2.-TIPO DE CONSERVACIÓN ESCOGIDA

Las cebollas serán almacenadas en cámaras frigoríficas de las características recogidas en la tabla 4 durante un periodo concreto de tiempo hasta su envasado y exportación al mercado.

El tipo de conservación elegido es la utilización de cámaras de frío convencional, considerándolo el más apropiado en consideración de la corta duración prevista del almacenamiento, de las características del producto almacenado y del mayor esfuerzo económico que podría suponer otra elección.

### ***8.3.- AISALANTE TÉRMICO***

Para la construcción de las cámaras se han seleccionado paneles prefabricados autoportantes tipo sándwich aislados en poliuretano, con dos perfiles exteriores de acero galvanizado y lacado de 0,5 mm de espesor, conformados en frío. Se ha optado por esta opción por la facilidad de montaje, así como por la gran capacidad aislante del poliuretano. Este tipo de paneles incluyen lámina antivapor, material aislante, placa embellecedora y juntas de estanqueidad.

Tras los correspondientes cálculos se ha optado por un espesor de aislante de 10 cm en las paredes de las cámaras y de 6 cm de espesor en el suelo.

### ***8.4.- REFRIGERANTE***

El refrigerante elegido para la instalación es el R-404 A. Se trata de una mezcla ternaria compuesta por Pentafluoretano (R-125), 1,1,1-Trifluoretano (R-143a) y 1,1,1,2-Tetrafluoretano (R-134a), en proporciones de porcentaje másico 44%, 52% y 4% respectivamente. A pesar de ser una mezcla se comporta casi como una sustancia pura.

Sus características termodinámicas lo constituyen como el sustituto ideal del R-502 para el sector de la refrigeración en nuevas instalaciones para bajas y medias temperaturas. El R-404 A se caracteriza por su notable estabilidad química y bajo deslizamiento de temperatura, así como por su fácil uso y excelente miscibilidad con los aceites empleados en el circuito de refrigeración, siempre que éstos aceites sean de tipo polioléster (POE), ya que los aceites de tipo mineral no se mezclan con el R-404 A, con lo que quedarían atascados en las partes frías del circuito frigorífico, dejando al compresor sin aceite y provocando una más que segura avería en dicho elemento.

### ***8.5.- CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN***

Las condiciones ambientales deseadas en el interior de las cámaras varían en función de la cámara y del objetivo.



## Memoria

De las 4 cámaras de conservación una de ellas cuenta con una instalación en la que, al contrario que en la instalación de frío convencional instalada en las cuatro cámaras, el objetivo es elevar la temperatura de las cebollas para prepararlas para su previo procesado. A continuación, quedan recogidas las condiciones ambientales de las cámaras:

*Tabla 5 . Condiciones ambientales deseadas.*

<u>Cámara</u>		<u>Temperatura</u>	<u>Humedad relativa</u>
<b>Cámara 1</b>		2 °C	65 – 75 %
<b>Cámara 2</b>		2 °C	65 – 75 %
<b>Cámara 3</b>		2 °C	65 – 75 %
<b>Cámara 4</b>	<b>Bajar T<sup>a</sup></b>	2 °C	65 – 75 %
	<b>Elevar T<sup>a</sup></b>	15 °C	65 – 75 %

Teniendo en cuenta que las cuatro cámaras tienen las mismas dimensiones y su posición en la nave, las necesidades frigoríficas totales de la instalación en la que la se mantiene una temperatura de 2 °C son las siguientes:

$$Q = Q_{NEC1} + Q_{NEC2} + Q_{NEC3} + Q_{NEC4}$$

$$Q = 350.882,65 \text{ kcal/h} = 408,0 \text{ kW} = 558,91 \text{ CV}$$

Para la instalación en la cámara 4 en la que se eleva la temperatura a 15 °C:

$$Q_{NEC4} = 66.904,62 \text{ Kcal/h} = 77,81 \text{ kW} = 104,35 \text{ CV}$$

## 8.6.- EQUIPOS ESCOGIDOS PARA LA INSTALACION

### 8.6.1.- COMPRESORES

Según los cálculos realizados y las necesidades frigoríficas a cubrir los compresores elegidos reúnen las siguientes características:

*Tabla 6. Compresores para cámaras.*

	<u>Cámaras a 2 °C</u>	<u>Cámara a 15 °C</u>
<b>Modelo compresor elegido</b>	Montaje en paralelo de 4 compresores HSK7461-80	HSK6451-50
<b>Potencia del modelo</b>	140,8 kW	84,5 kW

### 8.6.2.- EVAPORADORES

Según los cálculos realizados y las necesidades frigoríficas a cubrir los evaporadores elegidos reúnen las siguientes características:

*Tabla 7. Evaporadores para cámaras.*

	<u>Cámaras a 2 °C</u>	<u>Cámara a 15 °C</u>
<b>Modelo de evaporador</b>	Evaporador de expansión directa GRB-6450	Evaporador de expansión directa PIL-1500 Δ
<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	740,6	65,0
<b>Volumen interior (dm<sup>3</sup>)</b>	211,6	25,5
<b>Número de ventiladores</b>	3	3

<b>Potencia total ventiladores (W)</b>	5.400	2.310
<b>Caudal de aire (m<sup>3</sup>/h)</b>	51.530	25.100
<b>Tipo de descarche</b>	Eléctrico	Eléctrico

La colocación en el interior de las cámaras de los evaporadores será sobre soportes metálicos anclados a la pared a la máxima altura posible. El material de construcción de los evaporadores será metálico, empleándose cobre para los tubos, aluminio para las aletas de los ventiladores y acero inoxidable para las carcasas exteriores.

### 8.6.3.- CONDENSADORES

Según la capacidad que debe de tener los condensadores se procede a la selección de los modelos que cubran la demanda de la instalación. Las características a destacar de los condensadores se muestran a continuación.

*Tabla 8. Condensadores para cámaras.*

	<u>Cámaras a 2 °C</u>	<u>Cámara a 15 °C</u>
<b>Modelo del condensador</b>	Condensador por aire VCE-837 EC	Condensador por aire CBN-57 Δ
<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	111,0	111,0
<b>Volumen interior (dm<sup>3</sup>)</b>	233,7	16,7
<b>Número de ventiladores</b>	10	2
<b>Potencia total ventiladores (W)</b>	19.000	1.540
<b>Caudal de aire (m<sup>3</sup>/h)</b>	227.120	12.265

## **8.7.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERANTE**

El material usado en esta red de tuberías será cobre, debido a que es de fácil instalación, tiene un peso ligero y es resistente a la corrosión.

Considerando las necesidades de velocidad del refrigerante, así como las pérdidas de carga admisible en cada tramo, los diámetros escogidos para la red son los siguientes:

### Cámaras de conservación a 2 °C:

- Tubería de aspiración (refrigerante del evaporador al compresor) → 6 ”.
- Tubería de descarga (refrigerante del compresor al condensador) → 3 ”.
- Tubería de líquido (refrigerante del condensador al evaporador) → 2 ”.

### Cámaras de conservación a 15 °C:

- Tubería de aspiración (refrigerante del evaporador al compresor) → 2 ”.
- Tubería de descarga (refrigerante del compresor al condensador) → 1,25 ”.
- Tubería de líquido (refrigerante del condensador al evaporador) → 2 ”.

## **9.- INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS**

### **9.1.- CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA**

La normativa utilizada para la realización del cálculo es el RD 2267/2004, del 3 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (BOE del 17 de Diciembre). También se considera el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación.

Las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, estarán determinados por su configuración y ubicación con relación a su entorno y su nivel de riesgo intrínseco.

## Memoria

De entre las muy diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales, se considera que la industria objeto del presente proyecto, según el Anexo I del RD 2267/2004, se ajusta al siguiente caso:

Tipo C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Según el riesgo intrínseco calculado se obtiene el nivel de riesgo de incendio de cada uno de los sectores de incendio:

*Tabla 9. Esquema general de los niveles de riesgo de incendios de cada uno de los sectores de incendio.*

	<b>Configuración y ubicación respecto al entorno</b>	<b>Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida (Qs)</b>	<b>Nivel de riesgo intrínseco</b>
<b><u>Sector 1</u></b>	Tipo C. Zona de la nave donde se alojan las cámaras de conservación.	1.664,10 Mcal /m <sup>2</sup>	Alto 7
<b><u>Sector 2</u></b>	Tipo C. Zona de maquinaria, zona de personal y zona de almacenamiento.	1.255,94 Mcal /m <sup>2</sup>	Alto 6

### ***9.2.- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN A INSTALAR EN LA INDUSTRIA.***

Las instalaciones específicas contra incendios que deberán instalarse en el establecimiento son las siguientes:

- Sistema automático de detección de incendios → Edificios de tipo C y nivel de riesgo intrínseco alto, en este caso ambos sectores con una superficie mayor a 800 m<sup>2</sup>.

## Memoria

- Sistema de bocas de incendios → Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios («red de agua contra incendios»), para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a la red de bocas de incendio equipadas (BIE). La capacidad del depósito ha de ser de 53.730 l (53,73 m<sup>3</sup>).
- Extintores → 12 extintores de eficacia mínima 34-A. 3 extintores de polvo químico polivalente 21 – A y para posibles incendios de tipo eléctrico se dispondrá un extintor de CO<sub>2</sub> y eficiencia 34 – B situado junto a cada cuadro de instalación eléctrica.
- Alumbrado de emergencia. → Situados encima de las salidas y de extintores.
- Señalización de las salidas de evacuación. → 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.

## 10.- INSTALACIÓN FONTANERÍA

El dimensionado de la instalación se va a llevar a cabo en base al Código Técnico de la Edificación DB-HS 4 (Salubridad - Suministro de agua).

Se diferencian una red de abastecimiento de agua fría, y una red de distribución de agua caliente sanitaria (A.C.S.). La instalación de agua corriente comienza en la acometida que hay en el exterior de la parcela, que garantiza una presión de 35 m.c.a. (aproximadamente 3,5 kg/cm<sup>2</sup>), y se prolonga, mediante una conducción enterrada de polietileno 6 atm, hasta las oficinas, donde se colocará el armario del contador general.

### 10.1.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA

La red de distribución de agua fría contará con dos líneas independientes:

- Línea 1: Dotará de agua a los distintos aparatos sanitarios ubicados en la zona de laboratorio y vestuarios, a los lavamanos existentes junto a la línea de selección, a un grifo ubicado en el interior de la nave y a otro grifo ubicado en el exterior. El

material de las conducciones será PE-X (polietileno reticulado) 5 atm, también utilizado para la red de agua caliente sanitaria.

- Línea 2: Es la correspondiente a la red de protección contra incendios que abastecerá a la boca de incendio equipada, ubicada en la nave. El material de la conducción será acero.

*Tabla 10. Suministro a línea 1*

<b>Dependencia</b>	<b>Punto de consumo</b>	<b>Q (l/s)</b>
<b>Laboratorio</b>	1 fregadero (no doméstico)	0,30
<b>Vestuario femenino</b>	2 inodoros	0,20
	3 lavabos	0,30
	2 duchas	0,40
<b>Vestuario masculino</b>	2 inodoros	0,20
	3 lavabos	0,30
	2 duchas	0,40
<b>Zona de trabajo</b>	1 grifo	0,20
	2 lavamanos	0,10
<b>Zona de recepción</b>	1 grifo	0,20
<b><u>Total línea 1</u></b>	<b>19 p. de consumo</b>	<b>2,6</b>

*Tabla 11. Suministro a línea 2.*

<b>Dependencia</b>	<b>Punto de consumo</b>	<b>Q (l/s)</b>
<b>Zona de trabajo</b>	1 B.I.E.	3,3
<b><u>Total línea 2</u></b>	<b>1 p. de consumo</b>	<b>3,3</b>

## Memoria

En función de cada tramo y de la situación de los puntos de consumo se dimensionan las tuberías.

**Tabla 12 . Diámetros línea 1 y pérdida de carga en cada tramo de la línea de agua fría.**

Tramo	Q (l/s)	k	Qcálculo (l/s)	Ø int. calculado (mm)	DN (mm)	Ø int. (mm)	ΔH (m.c.a)
Acometida	5,2	0,235	1,46	43	63	51,4	0,310
1-2	2,6	0,236	0,61	27,9	40	32,6	0,289
2-3	2,1	0,2	0,56	26,7	40	32,6	3,731
3-4	0,50	0,577	0,29	19,2	25	20,4	9,628

**Tabla 12. Diámetro línea 2 y pérdida de carga.**

Tramo	Q (l/s)	k	Qcálculo (l/s)	DN (mm)	Ø int. (mm)	ΔH (m.c.a)
Incendios	3,3	1	3,3	50	53,1	2,39

Los diámetros de las derivaciones individuales a los aparatos sanitarios y a otros puntos de consumo se especifican en la siguiente tabla, teniendo en cuenta los diámetros mínimos que se establecen en el DB-HS 4.

**Tabla 13. Diámetros derivaciones**

Aparato	DN (mm)
Fregadero	20
Inodoros	12
Lavabos	12
Duchas	12
Lavamanos	12
Grifos	12



**10.2.- DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA**

El suministro de A.C.S será preciso en los vestuarios (lavabos y duchas), en el laboratorio (fregadero) y en la zona de trabajo (lavamanos). El calentamiento de agua se realizará a través de un calentador acumulador, mientras que el material de las conducciones será PE-X (polietileno reticulado) 5 atm.

La siguiente tabla resume los distintos puntos de consumo de la línea de agua caliente, así como los caudales instantáneos mínimos de cada aparato:

*Tabla 14. Suministro a línea de A.C.S.*

<b>Dependencia</b>	<b>Punto de consumo</b>	<b>Q (l/s)</b>
<b>Laboratorio</b>	1 fregadero (no doméstico)	0,30
<b>Vestuario femenino</b>	3 lavabos	0,30
	2 duchas	0,40
<b>Vestuario femenino</b>	3 lavabos	0,30
	2 duchas	0,40
<b>Zona de trabajo</b>	2 lavamanos	0,10
<b>Total A.C.S.</b>	<b>13 p. de consumo</b>	<b>1,8</b>

En la Tabla 15 se resumen los cálculos realizados para cada tramo considerado, obteniéndose los diámetros nominales seleccionados en base a los mismos criterios de dimensionado mencionados en el apartado correspondiente a la red de agua fría.

*Tabla 15. Diámetros línea A.C.S. y pérdida de carga en cada tramo de la línea de agua caliente sanitaria.*

<b>Tramo</b>	<b>Q (l/s)</b>	<b>k</b>	<b>Qcálculo (l/s)</b>	<b>Ø int. calculado (mm)</b>	<b>DN (mm)</b>	<b>Ø int. (mm)</b>	<b>ΔH (m.c.a.)</b>
1-2	1,8	0,289	0,52	25,7	40	32,6	0,221

## Memoria

2-3	1,7	0,316	0,26	26	40	32,6	3,463
3-4	0,10	1	0,10	11,3	20	16,2	3,306

Los diámetros de las derivaciones individuales a los aparatos sanitarios que requieren agua caliente se especifican en la Tabla 16, teniendo en cuenta los diámetros mínimos que se establecen en el DB-HS 4.

*Tabla 16. Diámetros derivaciones*

Aparato	DN (mm)
Fregadero	20
Lavabos	12
Duchas	12
Lavamanos	12

Se obtiene un volumen total de servicio de 185 litros, que mediante la aplicación de la fórmula nos da un volumen de acumulación de 105,7 litros. Se instalará un calentador de 200 litros de capacidad, capaz de abastecer a todos los puntos de consumo que requieren agua caliente.

## 11.- INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

Para el cálculo de esta instalación se utiliza el Documento Básico HS Salubridad (Sección 5, Evacuación de aguas) del Código Técnico de Edificación.

La instalación de saneamiento cuenta con una red de evacuación de aguas pluviales y otra de evacuación para aguas residuales.

### **11.1.- RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES.**

Esta red tiene como objetivo la recogida y evacuación de aguas pluviales acumuladas sobre la cubierta de la nave por medio de canalones que los conducirán hasta las bajantes para su conducción a la red horizontal de saneamiento. Así mismo, esta red también recogerá las aguas pluviales procedentes de la zona pavimentada exterior a la nave.

Tras los procedentes cálculos las necesidades para esta red de evacuación son las siguientes:

- Canalones → Se instalarán canalones de acero prelacado, 1 canalón por faldón de DN de 250 mm.
- Bajantes → Se colocarán cuatro bajantes, dos por faldón de cubierta, en acero prelacado con un DN de 160 mm.
- Colectores → Los tubos de los colectores serán de PVC. Los diámetros de los colectores de aguas pluviales, en los cuales desembocan las bajantes será de 160 mm. El colector que une la arqueta ubicada en la esquina entre la fachada sur y la fachada oeste que recoge el agua proveniente de las arquetas anteriores y de la propia bajante tendrá un diámetro de 200 mm. Además, existirá un colector general, de DN 250 mm, que recogerá aguas pluviales de cubierta y de la zona pavimentada.
- Sumideros → Se dispondrán cinco sumideros de rejilla en el exterior de la nave. El agua recibida por dichos sumideros exteriores será evacuada a través de tuberías de PVC de diámetro 160 mm que dirigirán el agua al colector general.
- Arquetas → Las arquetas a pie de bajante a instalar deben tener unas dimensiones de 60 x 60 cm. Las arquetas de paso deberán tener unas dimensiones mínimas de 60 x 70 cm.

### **11.2.- RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.**

El objetivo es la recogida y evacuación de aguas residuales que proceden de la utilización de los aparatos sanitarios comunes de la industria, así como de la zona de

## *Memoria*

trabajo y cámaras. Las aguas residuales se recogerán en el colector principal que verterá en la red de saneamiento del polígono industrial.

Tras los procedentes cálculos las necesidades para esta red de evacuación son las siguientes:

### En la zona industrial:

- Sumideros → Dos sumideros en la zona de trabajo y uno en cada cámara con la finalidad de recoger el agua procedente de la limpieza de cada zona.
- Colectores → Los colectores que conducen el agua desde los sumideros hasta el colector central serán de PVC y tendrán un diámetro de 110 mm.
- Arquetas → 4 arquetas de 60 x 60 cm.

### En la zona de oficinas:

- Arquetas → Dos arquetas de 60 x 60 cm colocadas en cada uno de los vestuarios.
- Colector → Las tuberías serán de PVC DN 110 mm.

## **12.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

A continuación, se reúnen las características más importantes de la instalación eléctrica calculada a partir del software Ecodial ES V4.91 para el dimensionado de la instalación eléctrica necesaria para abastecer el conjunto de motores que se instalarán en la central, a la red de alumbrado y a las tomas de corriente repartidas por la planta y el software DIALux evo para la selección de las luminarias más precisas según las necesidades de iluminación de las diferentes zonas de la planta.

En las tablas 17 y 18 se muestran las tomas de corriente y cargas genéricas calculados a partir del software Ecodial ES V4.91.

**Tabla 17. Tomas de corriente.**

<b>Nombre</b>	<b>Sr (kVA)</b>	<b>Pr (kW)</b>	<b>Ir (A)</b>	<b>Cos <math>\phi</math></b>	<b>Nbr</b>	<b>Polaridad</b>
<b>Tomas de corriente Oficina</b>	4	3,4	10	0,85	4	2F
<b>Tomas de corriente LAB</b>	4	3,4	10	0,85	3	2F
<b>Tomas de corriente vestuarios</b>	4	3,4	10	0,85	4	2F
<b>Toma corriente Zona trabajo</b>	11,1	9,4	16	0,85	20	3F+ N
<b>Toma corriente pasillo</b>	13,9	11,8	20	0,85	4	3F+ N

**Tabla 18. Cargas genéricas**

<b>Nombre</b>	<b>Sr (kVA)</b>	<b>Pr (kW)</b>	<b>Ir (A)</b>	<b>Cos φ</b>	<b>Nbr</b>	<b>Polaridad</b>
<b>Carga Línea de manipulación</b>	17,1	14,5	24,6	0,85	1	3F+ N
<b>Climatizador oficinas</b>	8	6,8	20	0,85	1	2F
<b>Termo agua caliente</b>	6,4	5,44	16	0,85	1	2F
<b>Estufa vestuario 1</b>	6,4	5,44	16	0,85	1	2F
<b>Estufa vestuario 2</b>	6,4	5,44	16	0,85	1	2F
<b>Evaporador C1</b>	121	103	175	0,85	1	3F+ N
<b>Evaporador C2</b>	121	103	175	0,85	1	3F+ N
<b>Evaporador C.3</b>	121	103	175	0,85	1	3F+ N
<b>Evaporador C.4</b>	121	103	175	0,85	1	3F+ N
<b>Compresor C1</b>	166	141	239	0,85	1	3F+ N
<b>Compresor C.2</b>	166	141	239	0,85	1	3F+ N
<b>Compresor C.3</b>	166	141	239	0,85	1	3F+ N
<b>Compresor C.4</b>	166	141	239	0,85	1	3F+ N
<b>Condensador C.1</b>	218	185	314	0,85	1	3F+ N
<b>Condensador C.2</b>	218	185	314	0,85	1	3F+ N
<b>Condensador C.3</b>	218	185	314	0,85	1	3F+ N
<b>Condensador C.4</b>	218	185	314	0,85	1	3F+ N
<b>Compresor C. Secado</b>	100	85	144	0,85	1	3F+ N
<b>Evaporador C. Secado</b>	95,3	81	138	0,85	1	3F+ N
<b>Condensador C. Secado</b>	124	105	178	0,85	1	3F+ N

*Memoria*

En la tabla 19 se muestran las características de las luminarias escogidas mediante el software DIALux evo.

*Tabla 19. Luminarias*

<b>Nombre del fabricante</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Número</b>	<b>Potencia (W)</b>
<b>ILUMINACIÓN ZONA DE PERSONAL</b>			
<b>NORKA</b>	ERFURT 2X45 W	11	118,0
<b>Nardeen</b>	1/18W NS HPF	4	18,0
<b>ILUMINACIÓN ZONA DE PROCESADO</b>			
<b>LTS</b>	LUZ07-D 22.013.40	99	48,0
<b>PHILIPS</b>	LL512X XA 1 XLED50S/830 DA35W	96	30,5
<b>ILUMINACIÓN ZONA EXTERIOR</b>			
<b>NIKKON</b>	350 W LED Street Lantern (5000K) (type 5)	14	383,1
<b>RAGNI</b>	CIRKO	8	28,0

### 13.- PRESUPUESTO

A continuación, se muestra en la tabla 20 el resumen del presupuesto:

*Tabla 20. Resumen del presupuesto.*

<b>Presupuesto (€)</b>	
<b>Obra civil e instalaciones</b>	1.337.761,5
<b>Maquinaria</b>	68.286,49
<b>Seguridad y Salud</b>	4.159,59
<b>Gastos generales (13%)</b>	183.326,99
<b>Beneficio industrial (6%)</b>	84.612,45
<b>Total (Sin I.V.A)</b>	1.410.207,58
<b>I.V.A (21%)</b>	352.410,87
<b>TOTAL (Con I.V.A)</b>	2.030.557,89

### 14.- ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez calculado el presupuesto del proyecto se procede a elaborar un estudio económico que de la información necesaria para considerar si la inversión es viablemente económica o no.

Para una vida de la inversión de 20 años, teniendo en cuenta que el pago tiene lugar al comienzo de la misma, y a partir de los datos calculados anteriormente de cobros y pagos, se obtienen los siguientes flujos de caja.



**Tabla 21. Flujos de caja (€)**

<b>Año</b>	<b>Cobro Ordinarios</b>	<b>Cobro Extraordin.</b>	<b>Cobro Financieros</b>	<b>Pago Ordinarios</b>	<b>Pagos Financieros</b>	<b>Pago Inversión</b>	<b>Flujo Caja</b>
<b>0</b>			1.673.753,36			2.789.588,93	-1.115.836
<b>1</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>2</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>3</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>4</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>5</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>6</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>7</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>8</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>9</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>10</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>11</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>12</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>13</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>14</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>15</b>	4.200.000			3.807.448,67	169.488,98		223.062
<b>16</b>	4.200.000			3.807.448,67			392.551
<b>17</b>	4.200.000			3.807.448,67			392.551
<b>18</b>	4.200.000			3.807.448,67			392.551
<b>19</b>	4.200.000			3.807.448,67			392.551
<b>20</b>	4.200.000	118.589,01		3.807.448,67			511.140

A partir de estos datos se obtienen los siguientes parámetros:

- VAN (Valor Actual Neto o Valor Capital): es el sumatorio de todos los flujos de caja ordinarios actualizados esperados. En este caso es igual a: 6.055.059 €.
- TIR (Tasa Interna de Rentabilidad o Tasa de Rendimiento Interno): es el tipo de interés unitario que hace el VAN igual a cero. En este caso es: 62,07 %.
- PayBack o Periodo de Recuperación con descuento es el número de años necesarios para recuperar el Esfuerzo Inversor. En este caso es en el año 6.

Con estos tres parámetros se puede apreciar como la inversión es viable económicamente.