

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO
NATURAL



Diseño e instalaciones auxiliares de nave agroalimentaria para almacenamiento de alcachofas y maquinaria de uso agrícola

DOCUMENTO 1: MEMORIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO
RURAL

ALUMNO: Antonio Rubio Zamora

TUTOR: Iban Balbastre Peralta

COTUTOR: Juan Manzano Juarez

CURSO ACADÉMICO: 2016/2017

VALENCIA, 26 DE JULIO 2017

Título

“Diseño e instalaciones auxiliares de nave agroalimentaria para almacenamiento de alcachofas y maquinaria de uso agrícola.”

Resumen

Se plantea el diseño de una nave almacén de maquinaria y herramientas para uso agroalimentario en el término municipal de Massamagrell (Valencia). La nave dispone de espacio para una cámara frigorífica de conservación de alcachofas esperando a su distribución, zona de maquinaria, almacenamiento de productos fitosanitarios y dependencias para el personal, donde se incluye vestuario y oficina.

La edificación diseñada es de forma rectangular, con unas dimensiones de 35 metros de largo por 15 de luz, con una sola planta de 6 metros de altura y con estructura metálica sobre cimentación de hormigón armado.

El trabajo de fin de grado incluye la definición y justificación de los elementos constructivos principales; del mismo modo también quedan descritos y calculadas las instalaciones eléctricas, de fontanería, saneamiento y frigoríficas necesarias para el desarrollo de la actividad.

El documento comprende memoria descriptiva, anejos de cálculo de construcción, electrotecnia, instalaciones hidráulicas y saneamiento. También incluye el presupuesto de los elementos descritos y los planos generales de la nave y los específicos de cada anejo.

Palabras clave: almacén, alcachofas, maquinaria, instalaciones, construcción

Title

"Design and auxiliary facilities of agrifood warehouse for storage of artichokes and agricultural machinery."

Abstract

It is proposed the design of a machinery and tools warehouse for agrifood use in the municipality of Massamagrell (Valencia). The place has space for a refrigeration chamber for the conservation of artichokes waiting for distribution, machinery area, phytosanitary products storage and staff dependencies, which includes changing room and office.

The designed building is a rectangular shape, with 35 meters long by 15 wide, with a single floor of 6 meters of height and with metallic structure on reinforced concrete foundation.

The Final Degree Project includes the definition and justification of the major constructive items. The electrical, plumbing, sanitation and refrigeration installations facilities necessary for the development of the activity are also described and calculated.

The document includes descriptive memory, annexes for calculation of construction, electrical engineering, hydraulic installations and sanitation. It also includes the budget of the elements described and the general plans of the premises and the specifics of each annex.

Keywords: Warehouse, artichoke, machinery, installations, building

Índice de la memoria

1.- Antecedentes y objeto del proyecto.....	1
2.- Medio y entorno.....	2
2.1.- Situación de la parcela	2
2.2.- Accesos a la parcela.....	2
2.3.- Aprovechamiento de la parcela	2
3.- Bases del proyecto	3
3.1.- Condicionantes climáticos.....	3
3.2.- Condicionantes hídricos	3
3.3.- Situación actual del producto.....	3
4.- Marco legal	4
4.1.- Del suelo.....	4
4.2.- Del medio ambiente	4
4.3.- De la construcción.....	4
4.4.- De las industrias agroalimentarias.....	4
4.5.- De las instalaciones.....	5
4.6.- De seguridad y salud.....	5
5.- Estudio de alternativas	6
5.1.- Ubicación.....	6
5.2.- Distribución en planta	7
6.- Proceso productivo.....	8
7.- Descripción de la construcción	9
7.1.- Cercha.....	9
7.2.- Pilar	12
7.3.- Correas	12
7.4.- Zapata	12

8.- Descripción de las instalaciones	13
8.1.- Instalación eléctrica.....	13
8.2.- Instalación frigorífica.....	16
8.3.- Instalación hidráulica	18
8.4.- Instalación de saneamiento	21
9.- Resumen del presupuesto	22

Índice de tablas

Tabla 1. Condiciones climáticas	3
Tabla 2. Axiles y esfuerzos de la cercha	10
Tabla 3. Perfiles escogidos para las barras de la cercha	11
Tabla 4. Dimensiones de la zapata.....	12
Tabla 5. Secciones de las líneas por cada método de cálculo de secciones	14
Tabla 6. Sección escogida, sección del neutro y sección del conductor de protección	15
Tabla 7. Resultados de las cargas térmicas de la cámara.....	17
Tabla 8. Datos termodinámicos del ciclo	18
Tabla 9. Resultados obtenidos para la red de agua caliente.....	19
Tabla 10. Datos de partida de la red de abastecimiento de agua.....	19
Tabla 11. Resultados obtenidos para la red de abastecimiento de agua fría	20
Tabla 12. Dimensionado de la red evacuación de aguas residuales	21
Tabla 13. Instalación de evacuación de aguas pluviales	21

Índice de figuras

Figura 1. Situación de la parcela respecto al municipio de Massamagrell .	6
Figura 2. Situación de la parcela respecto a la ciudad de Valencia.....	7
Figura 4. Numeración de nudos en la cercha	9
Figura 5. Numeración de barras en la cercha	9
Figura 6. Esquema de la zapata	12
Figura 7. Ciclo refrigerante.....	17

1.- Antecedentes y objeto del proyecto

La *Cynara scolymus* o alcachofa es una planta herbácea de gran interés alimentario que tiene su origen en Asia Menor (Turquía y Siria) y en la cuenca del Mediterráneo, principalmente en el norte de África. De esta planta se obtiene alimento a partir de sus inflorescencias las cuales cuando aún no han florecido se aprovechan el receptáculo y las hojas interiores debido a su alto valor nutricional, ya que tiene un alto contenido en minerales, vitaminas y sobre todo antioxidantes. La alcachofa también es recomendable para personas con problemas con el ácido úrico por sus propiedades diuréticas. Es por esto que tan solo en el último año el consumo de este alimento se incrementó en España un 17 %.

Por tanto, para abastecer esta demanda en incremento, y teniendo en cuenta que España es el segundo productor de alcachofas en el mundo con algo más de un 20 % de la producción mundial, se decide realizar el presente proyecto, el cual busca describir las construcciones y el diseño de instalaciones para una nave, situada en el término municipal de Massamagrell (Valencia), que sea capaz de almacenar este producto en frío hasta que se recoja para su distribución. Además, dicha nave irá provista de vestuarios para los operarios, unas oficinas para contabilizar la producción anual y las partidas de alcachofas y por último una zona donde se realizará un breve proceso de destría en caso de que el producto no sea adecuado y un cepillado manual para retirar la suciedad que puede llevar la inflorescencia.

Por otro lado, surge otra problemática, la situación actual de los cultivos hortícolas en España es la necesidad de mecanización de las operaciones para aumentar la eficiencia, reducir los tiempos de trabajo y reducir los costes. Por tanto, esta mecanización requiere de un lugar donde proteger la maquinaria utilizada. Por ello en la nave descrita también se reservará una zona para almacenar dicha maquinaria agrícola y protegerla así de la intemperie.

2.- Medio y entorno

2.1.- Situación de la parcela

La nave del presente proyecto y las parcelas de las cuales se obtendrá el producto se sitúan a escasos 500 metros del núcleo urbano del municipio de Massamagrell y pertenecen al polígono 10 del complejo Cantallops, también pertenecientes al término municipal de Massamagrell.

La nave se ha situado en la parcela 11, pero se producirán alcachofas en las parcelas 10,11,12, 13, 14, 15, 17 y 18, que en total hacen 2,5 ha.

Además, cabe resaltar la buena situación de la parcela puesto que se sitúa cerca de la ciudad de Valencia y se puede exportar alcachofas fácilmente debido a la cercanía con el puerto de Valencia además de la buena comunicación por carretera del municipio de Massamagrell.

2.2.- Accesos a la parcela

Un motivo por el que se ha situado la nave en esa parcela es por la buena comunicación que posee la parcela en la que se realizará la construcción, puesto que la parcela está directamente comunicada con el Camí de la Mar, y recorriendo dicho camino a menos de 400 metros se encuentra la CV-300. Una vez en la CV-300 es fácil conectar con la V-21 o con la A-7.

2.3.- Aprovechamiento de la parcela

La parcela en la que se encuentra la nave y las de alrededor se centran en la producción de hortalizas, y más concretamente en la producción de alcachofas, alcanzando niveles de producción anual de 16.700 kilogramos por hectárea aproximadamente, la parcela en la que se situará la nave dispone de 0,7 hectáreas, pero la nave albergará la producción de 8 parcelas con 2,5 hectáreas en total. Por lo tanto, la nave tendrá que ser capaz de almacenar la cantidad de 42.000 kilogramos de alcachofas al año, aunque la producción se centrará en dos meses para los que se dimensionará la cámara frigorífica.

3.- Bases del proyecto

3.1.- Condicionantes climáticos

Los condicionantes climáticos del proyecto se deben de considerar puesto que se va a proceder al dimensionamiento de una cámara frigorífica y será necesario conocer la temperatura a la que se encontrará el exterior de la cámara, así como la humedad relativa del ambiente durante los meses de mayor producción para determinar las dimensiones de la cámara.

Para esto se recurre a la norma UNE 100001:2001 para obtener la temperatura y al AEMET para obtener la humedad relativa, de las cuales se obtienen:

Tabla 1. Condiciones climáticas

T^a UNE 100001	HR AEMET
32,4	65%

3.2.- Condicionantes hídricos

Otro de los condicionantes que tendrá el presente proyecto es el abastecimiento de agua puesto que para los vestuarios y para la zona de lavado de cajas se necesitará un suministro de agua. Para abastecer esta necesidad se recurre a una acometida de agua situada a 20 metros de la nave, la cual abastece con agua a una presión de 20 mca.

3.3.- Situación actual del producto

Como se ha dicho anteriormente el consumo de alcachofas está aumentando cada año, sin ir más lejos en el territorio nacional el último año el consumo de alcachofa ha aumentado un 17 %, por lo que se hace necesario abastecer a esta demanda. Además, se parte con la ventaja de que España es un país pionero en el cultivo de la alcachofa puesto que se sitúa en el segundo puesto en cuanto a productores mundiales de este producto, lo que hace pensar que además de abastecer el consumo nacional también abastecerá el consumo de otros países.

4.- Marco legal

4.1.- Del suelo

- Normas urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Massamagrell.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.

4.2.- Del medio ambiente

- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental.

4.3.- De la construcción

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Ley 3/2004, de 30 de junio, de la Generalitat Valenciana, de Ordenación y Fomento de la Calidad de la Edificación.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

4.4.- De las industrias agroalimentarias

- Ley 28/2015, de 30 de julio, para la defensa de la calidad alimentaria.
- Reglamento 853/2004, de 29 de abril de 2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios.

- Real Decreto 1338/2011, de 3 de octubre, por el que se establecen distintas medidas singulares de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene de la producción y comercialización de los productos alimenticios.

- Real Decreto 126/2015, de 27 de febrero, por el que se aprueba la norma general relativa a la información alimentaria de los alimentos que se presenten sin envasar para la venta al consumidor final y a las colectividades, de los envasados en los lugares de venta a petición del comprador, y de los envasados por los titulares del comercio al por menor.

4.5.- De las instalaciones

- Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Orden de 18 de octubre de 1984, complementaria de la de 6 de julio, que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

-Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Resolución de 11 de marzo de 2014, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se amplía y modifica la relación de refrigerantes autorizados por el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.

- Código técnico de edificación, en concreto el Documento Básico DB HS salubridad.

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

4.6.- De seguridad y salud

-Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

5.- Estudio de alternativas

5.1.- Ubicación

En cuanto a la ubicación del local se ha escogido esa parcela por varios motivos, entre los que se encuentran la proximidad a la población, tanto a Massamagrell, como a una ciudad importante como es Valencia lo que puede facilitar la distribución del producto. También destacar que agrupa varias parcelas que comparten el mismo tipo de cultivo, que en este caso es la alcachofa, que en zonas cercanas es difícil encontrar agrupaciones de parcelas con mayor superficie de la especificada y que se cultive alcachofa. Además, dentro de las parcelas englobadas en la producción, se ha escogido la parcela número 10 por ser la de mayor tamaño de las que la rodean y facilitará la maniobrabilidad de las operaciones de construcción e instalaciones.

Por otro lado, se debe indicar que se escoge esa parcela porque es la que posee mejores accesos, ya que conecta directamente con un camino asfaltado que se llama Camí de la Mar, la cual conecta a menos de 400 metros con la CV-300, y facilitará tanto las labores de construcción de la nave como posteriormente el transporte del producto.

Como alternativa, existirían zonas cercanas dentro del mismo término municipal de Massamagrell, como parcelas colindantes al camino Braç del Mig, pero se desestimarán por no agrupar parcelas con cultivos de alcachofa y por tratarse de un camino más estrecho y con peor accesibilidad que el Camí de la Mar.

En la Figura 1 y 2 se muestra la localización de la parcela y la proximidad tanto a Massamagrell como a la ciudad de Valencia que se sitúa a poco más de 10 km.



Figura 1. Situación de la parcela respecto al municipio de Massamagrell



Figura 2. Situación de la parcela respecto a la ciudad de Valencia.

5.2.- Distribución en planta

Para la distribución en planta de la nave se ha optado por aprovechar el espacio de la zona en la que se almacenará el producto y liberar el espacio donde se guardará la maquinaria, tanto tractores como aperos. Al mismo tiempo, la zona de la nave en la que se cepilla la alcachofa no requiere un gran espacio puesto que se ha optado por realizar el cepillado y la destría de forma manual, si se hubiera optado por la mecanización de este proceso seguramente la nave hubiera necesitado unas dimensiones mayores.

Se decide instalar dos puertas en la zona del proceso, una para la recepción de la alcachofa de campo y se efectúe las labores de limpieza y destría, posteriormente se apilarán en cajas y palés que una carretilla eléctrica posteriormente introducirá en la cámara frigorífica. Por último, cuando hayan pasado 20 días desde la introducción de la primera cantidad de producto, se extraerán los palés de la cámara y se transportarán a la puerta que da al Camí de la Mar, donde se encontrará el transporte que distribuirá el producto. La distribución de la nave se ha diseñado para que este proceso se produzca en línea para facilitar su labor y aprovechar mejor el espacio.

Como alternativa, se podría hacer una nave más grande, sin embargo se ha decidido establecer este tamaño para ser más eficientes aprovechando mejor el espacio y para disminuir costes no teniendo espacios vacíos.

6.- Proceso productivo

Para comenzar a describir el proceso productivo que se dará en la nave lo primero que se debe de conocer será la producción de la que se dispone en la superficie cultivada. Se parte de 2,5 hectáreas de las cuales se obtienen 16.700 kg de alcachofa anualmente la cual se recolectará entre los meses de octubre y mayo, pero acumulándose el 60 % de la recolección en los dos últimos meses. Para estos dos meses, se ha dimensionado la cámara frigorífica como se puede ver en el Anejo nº1. La recolección se realiza de forma manual recogiendo las alcachofas y depositándolas en cajas, las cuáles se depositarán llenas en la zona de recepción.

Una vez en la zona de recepción 4 operarios se encargarán del cepillado y la posible destría del producto sobre una mesa con unas dimensiones suficientes para realizar las operaciones sin inconvenientes.

Después de realizar la labor del cepillado se depositarán en cajas de plástico con un volumen de 0,03 m³ que se depositarán, una vez estén llenas, en un palé con unas dimensiones de 100 x 120 cm, los cuales serán capaces de albergar 30 cajas cada uno. Al día se producirán 70 cajas, por tanto, en la cámara se introducirán diariamente una cantidad de 3 palés.

Tras 20 días de almacenamiento, se procederá a la expedición de productos mediante la carretilla eléctrica, se transportarán los palés desde la cámara hasta el transporte en la zona de expedición.

Por tanto, una vez descrito el proceso se observa que no se utiliza maquinaria salvo por la carretilla eléctrica. El proceso es totalmente manual debido a que se trata de una producción pequeña y no sería económico realizar una gran inversión para equipos de cepillado y destría.

En la zona de almacenamiento de la maquinaria no se realizará ningún proceso.

7.- Descripción de la construcción

A continuación, se va a proceder a la descripción de todos los elementos constructivos de los que dispondrá la nave. Se va a diseñar una cercha metálica a base de tubos cuadrados fabricados con acero estructural S275R, posteriormente se establecerán las dimensiones de los pilares de la nave fabricados con perfiles HEB. Una vez dimensionada la estructura principal se cuantificará las dimensiones de las correas con perfiles IPE. Por último, se dimensionará la cimentación, la cual se realizará con hormigón armado HA-25 con barras de acero B-500S.

Seguidamente, se mostrarán los resultados de los cálculos, si se desea observar el proceso de cálculo deberá consultarse el Anejo nº2.

7.1.- Cercha

Para el cálculo de la cercha se ha optado por calcular los esfuerzos por el método de los nudos y se ha comprobado posteriormente mediante el programa SAP 2000, para lo cual se ha asignado números a los nudos primero y a las barras posteriormente. Además, se asignaron cargas en función de la localización y del uso de la nave, como se ve a continuación:

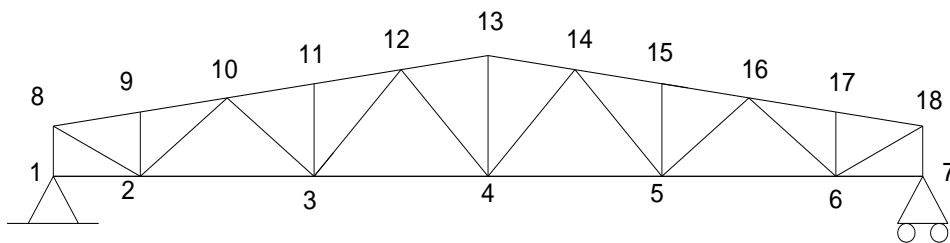


Figura 3. Numeración de nudos en la cercha

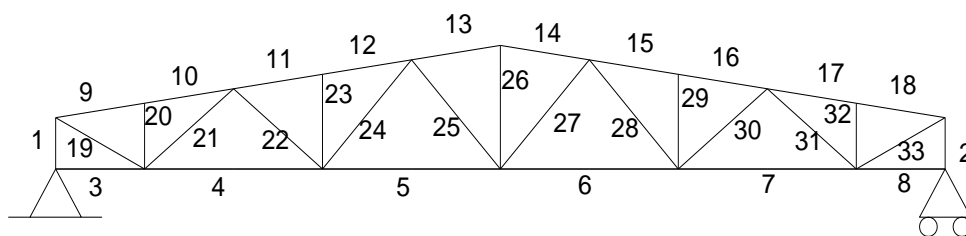


Figura 4. Numeración de barras en la cercha

Como se ve en el Anejo nº 2 se le asignan una serie de cargas constantes y variables en función de varios factores que permitirán calcular los esfuerzos posteriormente.

A continuación, se muestran los esfuerzos obtenidos mediante los dos métodos y la acción que realiza cada barra:

Tabla 2. Axiles y esfuerzos de la cercha

Nº Barra	Método de los nudos	Comprobación mediante SAP2000	Tipo esfuerzo
	Axil (kg)	Axil (kg)	
1	-6665,63	-6665,63	Compresión
2	-6665,63	-6665,63	Compresión
3	0	0	
4	12612,89	12798	Tracción
5	13774,90	14015,44	Tracción
6	13774,90	14015,44	Tracción
7	12612,89	12798	Tracción
8	0	0	
9	-8801,47	-8877,33	Compresión
10	-8801,47	-8877,33	Compresión
11	-14128,85	-14394,32	Compresión
12	-14128,85	-14394,32	Compresión
13	-12777,18	-13130,25	Compresión
14	-12777,18	-13130,25	Compresión
15	-14128,85	-14394,32	Compresión
16	-14128,85	-14394,32	Compresión
17	-8801,47	-8877,33	Compresión
18	-8801,47	-8877,33	Compresión
19	9845,56	9949,66	Tracción
20	-1333,13	-1333,13	Compresión
21	-5116,91	-5231,41	Compresión
22	1751,87	1870,64	Compresión
23	-1333,13	-1333,13	Compresión
24	274,34	180,8	Tracción
25	-1760,58	1708,62	Compresión
26	2664,46	2562,37	Tracción
27	-1760,58	1708,62	Compresión
28	274,34	180,8	Tracción
29	-1333,13	-1333,13	Compresión
30	1751,87	1870,64	Tracción
31	-5116,91	-5231,41	Compresión
32	-1333,13	-1333,13	Compresión
33	9845,56	9949,66	Tracción

Una vez obtenidos los esfuerzos se deben escoger los perfiles de tubo de acero cuadrado, los perfiles escogidos serán los siguientes:

Tabla 3. Perfiles escogidos para las barras de la cercha

Nº Barra	Longitud (cm)	Perfil (mm)	Área (cm²)
1	80	100x3	11,3
2	80	100x3	11,3
3	150	100x3	11,3
4	300	100x3	11,3
5	300	100x3	11,3
6	300	100x3	11,3
7	300	100x3	11,3
8	150	100x3	11,3
9	151,7	100x3	11,3
10	151,7	100x3	11,3
11	151,7	100x3	11,3
12	151,7	100x3	11,3
13	151,7	100x3	11,3
14	151,7	100x3	11,3
15	151,7	100x3	11,3
16	151,7	100x3	11,3
17	151,7	100x3	11,3
18	151,7	100x3	11,3
19	170	80x3	8,93
20	102,5	40x3	4,13
21	195,3	80x3	8,93
22	195,3	40x3	4,13
23	147,5	40x3	4,13
24	226,7	40x3	4,13
25	226,7	40x3	4,13
26	192,5	40x4	5,21
27	226,7	40x3	4,13
28	226,7	40x3	4,13
29	147,5	40x3	4,13
30	195,3	40x3	4,13
31	195,3	80x3	14,8
32	102,5	40x3	4,13
33	170	80x3	14,8

7.2.- Pilar

Mediante varios métodos de comprobación se ha optado por colocar un pilar con un perfil HEB 220 con un área de 91 cm² que, como se observa en el Anejo nº2, cumplirá todas las comprobaciones.

7.3.- Correas

Al igual que para el pilar, en las correas se ha escogido un perfil IPE y se han realizado varias comprobaciones para determinar su validez. Para este caso se ha escogido un perfil IPE-120 el cual cumple con todas las comprobaciones.

7.4.- Zapata

Para la zapata, en función de los esfuerzos derivados de la estructura y que se muestran en el Anejo nº 2, se han asignado unas dimensiones a la zapata y se han realizado comprobaciones para saber si esas dimensiones eran aptas para los esfuerzos. Tras las comprobaciones se puede afirmar que las dimensiones descritas en la Tabla 5 son adecuadas. Por otra parte, la armadura de la zapata contará con 8 barras de acero B-500S.

Tabla 4. Dimensiones de la zapata

Datos geométricos de la zapata					
a	2,8	m	H	1,6	m
b	1,7	m	a ₀	0,8	m
h	0,5	m	b ₀	0,8	m

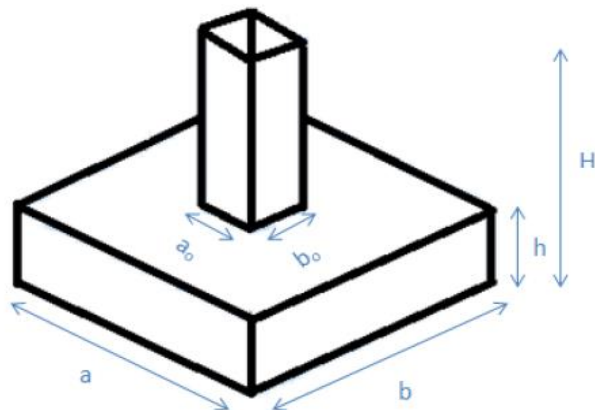


Figura 5. Esquema de la zapata

8.- Descripción de las instalaciones

En el presente proyecto se han desarrollado 4 instalaciones, instalación eléctrica, instalación hidráulica, instalación frigorífica e instalación de red de saneamiento. A continuación, se procederá a dar una breve explicación de cada una y a exponer los resultados obtenidos.

8.1.- Instalación eléctrica

Para la instalación eléctrica lo primero que se realizó fue asignar luminarias mediante la norma UNE 12464.1 y los receptores necesarios en cada sala de la nave para el correcto funcionamiento, la distribución de los mismos se puede observar en los Planos nº 9 y nº 10. Una vez se asignaron todos los receptores se determinó la potencia que poseía cada uno de ellos, la cual sería necesaria para determinar la potencia aparente que tendría el transformador, el cual se obtiene que debe tener una potencia de 160 kVA, para ver los cálculos y el proceso para la selección de esta potencia consúltese el Anejo nº 3.

Una vez determinada la potencia del transformador se deberán de establecer las intensidades de cada línea, para posteriormente dimensionarla.

Previamente al dimensionado de las líneas se deberá establecer el cuadro general de protección y los cuadros secundarios, para este caso se ha establecido un cuadro general principal que abastecerá a 5 líneas además de a los 3 cuadros secundarios que abastecerán a su vez al resto de la instalación como se verá más adelante. Para obtener una idea más clara de las líneas que alimenta cada cuadro se recomienda consultar los Planos nº 11, nº 12, nº 13 y nº 14 donde se muestra los esquemas unifilares de cada cuadro.

Para dimensionar las líneas se deberán de obtener unos valores de sección mediante tres procedimientos:

- Cálculo de secciones por calentamiento
- Cálculo de secciones por caída de tensión
- Cálculo de secciones por cortocircuito

Para ver el desarrollo de cada método de cálculo consúltese el Anejo nº3.

Las secciones escogidas serán de cobre recubiertas con aislamiento XLPE, salvo la línea 0 la cual será de aluminio con aislamiento de XLPE para abaratar el coste de la instalación obteniendo el mismo resultado.

Una vez se obtienen las secciones por los tres métodos se deberá de escoger la sección mayor de las 3. A continuación, se muestran los resultados obtenidos por los tres métodos.

Tabla 5. Secciones de las líneas por cada método de cálculo de secciones

Línea nº	Línea desde cuadro	Tensión (V)	Fases	Sección calentamiento (mm ²)	Sección caída de tensión (mm ²)	Sección cortocircuito (mm ²)
L 0	CT	230/400	3F+N	240	240	50
LCS1	CGP	230/400	3F+N	16	35	16
LCS2	CGP	230/400	3F+N	6	6	10
LCS3	CGP	230/400	3F+N	6	16	16
L1	CGP	230/400	3F+N	2,5	6	6
L2	CGP	400	3F	1,5	1,5	6
L3	CGP	230	F+N	1,5	1,5	6
L4	CGP	230	F+N	1,5	1,5	6
L5	CGP	230	F+N	1,5	1,5	6
L6	CS1	230	F+N	1,5	1,5	6
L7	CS1	230	F+N	1,5	1,5	6
L8	CS1	230	F+N	1,5	1,5	6
L9	CS1	230	F+N	1,5	16	6
L10	CS1	230	F+N	2,5	1,5	6
L11	CS1	230/400	3F+N	4	4	6
L12	CS1	400	3F	6	16	6
L13	CS2	230	F+N	1,5	1,5	4
L14	CS2	230	F+N	1,5	1,5	4
L15	CS2	230	F+N	1,5	1,5	4
L16	CS2	230	F+N	1,5	1,5	4
L17	CS2	230	F+N	1,5	1,5	4
L18	CS2	230	F+N	1,5	1,5	4
L19	CS2	230	F+N	2,5	1,5	4
L20	CS2	230	F+N	2,5	1,5	4
L21	CS3	400	3F+N	6	10	6
L22	CS3	230	F+N	1,5	6	6

Por tanto, una vez escogida cada sección también se puede seleccionar la sección del conductor neutro y la del conductor de protección que vendrá dada en función de la sección de la línea, dichas secciones se mostrarán en la tabla 7.

Tabla 6. Sección escogida, sección del neutro y sección del conductor de protección

Línea nº	Línea desde cuadro	Línea hasta	Sección del conductor (mm ²)	Sección del neutro (mm ²)	Sección de protección (mm ²)
L 0	CT	CGP	240	120	120
LCS1	CGP	CS1	35	16	16
LCS2	CGP	CS2	10	10	10
LCS3	CGP	CS3	16	10	16
L1	CGP	TC Mixtas	6	6	6
L2	CGP	Compresor cámara	6	-	6
L3	CGP	Alumbrado limpieza	6	6	6
L4	CGP	Alumbrado s. máquinas	6	6	6
L5	CGP	Alumbrado cámara	6	6	6
L6	CS1	Alumbrado fitosanitarios	6	6	6
L7	CS1	Alumbrado cajas	6	6	6
L8	CS1	Alumbrado limp. de cajas	6	6	6
L9	CS1	Alumbrado maquinaria	16	10	16
L10	CS1	TC Monofásicas almacén	6	6	6
L11	CS1	TC Mixtas limpieza cajas	6	6	6
L12	CS1	TC Trifásicas nave maqu.	16	-	16
L13	CS2	Alumb. Vestuario femenino	4	4	4
L14	CS2	Alumb. Vestuario masculino	4	4	4
L15	CS2	Alumbrado oficinas	4	4	4
L16	CS2	TC Monofásicas vest. Fem.	4	4	4
L17	CS2	TC Monofásicas vest. Masc.	4	4	4
L18	CS2	Termo agua caliente	4	4	4
L19	CS2	TC Monofásicas oficinas der.	4	4	4
L20	CS2	TC Monofásicas oficinas izq.	4	4	4
L21	CS3	TC trifásicas nave proceso	10	10	10
L22	CS3	Alumbrado nave proceso	6	6	6

Para finalizar, una vez dimensionada toda la instalación, se realizará el cálculo de la puesta a tierra con el objetivo de limitar la tensión que, respecto a tierra, pueda presentar las masas metálicas, de asegurar la actuación de las protecciones y reducir el riesgo de avería en los aparatos eléctricos.

En este caso se obtiene que se deberán instalar 13 picas de acero de 2 metros de longitud a lo largo de toda la nave.

8.2.- Instalación frigorífica

Para el dimensionamiento de la cámara frigorífica, lo primero que se ha hecho es establecer las dimensiones de la cámara en función de la cantidad de producto que se va a almacenar.

Las dimensiones escogidas para este caso han sido 6 metros de largo por 4 metros de ancho y 3 metros de altura. Las explicaciones del cálculo realizado para el dimensionamiento de la cámara se pueden encontrar en el Anejo nº 1.

Una vez dimensionado se debe escoger los materiales y el grosor de los cerramientos. Para el suelo se ha optado por una distribución de capas. Esta distribución, comenzando desde abajo hasta la superficie de la cámara será: hormigón de limpieza, barrera anti vapor, aislante de fibra mineral, material impermeabilizante, solera de hormigón armado y pintura antideslizante.

Una vez determinadas las características de la solera se determinan las características del resto de cerramientos, en este caso las paredes y el techo, los cuales estarán compuestos por paneles de sándwich de 12 cm de espesor, los cuales corresponderán a 1 mm de chapa de acero, 11,8 cm de aislante, que este caso será espuma de poliuretano y 1 mm a otra chapa de acero. A continuación, del mismo material estará compuesta la puerta de la cámara frigorífica la cual por seguridad se debe de poder abrir desde el exterior y el interior de la cámara. La disposición de la puerta en la cámara y las dimensiones de la misma se pueden encontrar en el plano nº 18 correspondiente a la cámara frigorífica.

Por último, se instalarán válvulas equilibradoras de presión que buscan eliminar las diferencias de presión que existen entre el interior y el exterior de la cámara y que pueden provocar el deterioro de las paredes de la cámara.

Una vez conocidos los componentes de los cuales dispondrá la cámara se procede al cálculo de todas las cargas térmicas que tendrá la cámara frigorífica, los cuales se deben de calcular para obtener la potencia frigorífica del evaporador, las cargas serán las siguientes:

- Q_1 : Termotransferencia por cerramientos que limitan la cámara.
- Q_2 : Enfriamiento de los productos y los embalajes.
- Q_3 : Aportes de calor por actividad fisiológica del producto.
- Q_4 : Enfriamiento y deshumectación del aire.
- Q_5 : Cargas de ventiladores.
- Q_6 : Cargas de iluminación.

- Q₇: Aporte de calor del personal.
- Q₈: Aporte de calor de las carretillas.

Una vez calculados todas las cargas por los métodos indicados en el Anejo n° 1 los resultados de dichas cargas serán:

Tabla 7. Resultados de las cargas térmicas de la cámara

	Potencia (kJ/día)
Q1	52.942,61
Q2	59.413,56
Q3	76.749,12
Q4	50.883,40
Q5	23.998,87
Q6	388,80
Q7	628,00
Q8	4.590,00

Una vez obtenidas todas las cargas se deberán de mayorar un 10% la suma de todas ellas y se obtendrá la carga total a lo largo de un día, pero el evaporador tan solo estará en funcionamiento 16 horas al día para realizar las labores de desescarche, por lo que la Q₀ del evaporador será en este caso 18.534,61 kJ/hora.

Conocida la Q₀ se procederá a la elección del fluido refrigerante, que para este caso se ha optado por el amoniaco (R-717), puesto que es de los más utilizados a nivel industrial y será fácil su adquisición, además no daña la capa de ozono, ni produce gases que potencien el cambio climático.

Para continuar se desarrollará el ciclo que realizará el fluido refrigerante para obtener los diferentes parámetros que nos permitirá obtener la cantidad de fluido que se utilizará. A continuación, se mostrará el ciclo del fluido y los parámetros obtenidos, los cuales se obtendrán gracias al programa CoolPack y mediante cálculos justificados en el Anejo n°1.

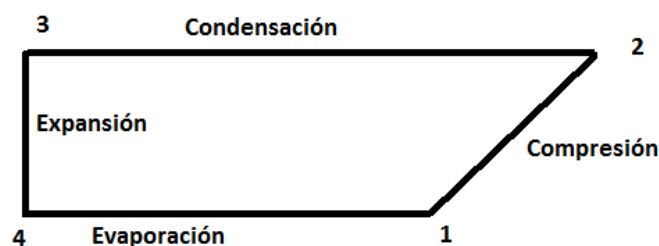


Figura 6. Ciclo refrigerante

Tabla 8. Datos termodinámicos del ciclo

	P (bar)	T (°C)	h (kJ/kg)
1	3,69	1	22
2	17,35	128,7	1.737,3
3	17,35	39	381,64
4	3,69	-4	381,64

A partir de estos datos se puede obtener que la cantidad de fluido refrigerante a utilizar en la instalación será de 17,04 kg/hora.

Por último, se debe de obtener la potencia del compresor el cual mediante varios cálculos se concluye que la potencia eléctrica del compresor será de 1.820 W, pero para simplificar cálculos y para mayorar la potencia a la hora de realizar los cálculos eléctricos se ha asignado una potencia eléctrica del compresor de 2.000 W.

8.3.- Instalación hidráulica

Para la instalación hidráulica se va a dimensionar tanto la red de agua fría como la de agua caliente, la cual se necesitará dimensionar para conocer los datos del termo eléctrico, tanto el caudal como la presión requerida.

En primer lugar, para conocer todos los parámetros de la red de agua fría se calculó la red de agua caliente la cual como se muestra en el Anejo nº 4, se dimensionó mediante la ecuación de pérdidas de carga de Veronesse-Datei y posteriormente utilizando la expresión de Bernoulli. Para conocer los caudales requeridos por cada aparato se recurrió al CTE-DB-HS. El material utilizado para las tuberías se decidió que fuera polietileno reticulado (PE-X) ya que posee mayor flexibilidad que otros materiales plásticos, tiene una gran capacidad de elongación, tiene memoria térmica y es mucho más fácil de instalar.

Para visualizar la distribución de la red de agua caliente se recomienda acudir al Plano nº 16. Los receptores de agua para la red de agua caliente serán 4 duchas, 2 en cada vestuario, 4 lavamanos, 2 en cada vestuario y por último el lavadero donde se producirá el lavado de cajas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las tuberías de agua caliente:

Tabla 9. Resultados obtenidos para la red de agua caliente

Línea	Etiqueta	Demanda(l/s)	DN (mm)	Presión Resultante (mca)
1			32	11,99
2			20	11,97
3	Ducha	0,1	12	11,90
4			16	11,79
5	Ducha	0,1	12	11,70
6			12	11,57
7	Lavamanos	0,03	12	11,56
8	Lavamanos	0,03	12	11,54
9			25	11,47
10			20	11,40
11	Ducha	0,1	12	11,31
12			16	11,22
13	Ducha	0,1	12	11,14
14			12	10,99
15	Lavamanos	0,03	12	10,99
16	Lavamanos	0,03	12	10,96
17	Lavadero	0,1	16	10,37

Posteriormente se calculó de la misma forma los diámetros nominales de la red de abastecimiento de agua fría.

Lo primero a realizar fue conocer los datos de partida desde los que se iba a dimensionar la red, que para este caso fue:

Tabla 10. Datos de partida de la red de abastecimiento de agua

Cota acometida	17	m
Cota de la nave	14	m
Altura receptores	1	m
Presión acometida	20	mca
Velocidad de diseño	1,5	m/s

Una vez conocidos los parámetros de partida y ya conocidos los caudales y presiones requeridos por cada aparato hidráulico se puede dimensionar cada línea de la misma forma que se ha realizado para la red de agua caliente.

Para esta instalación se contaba con los mismos aparatos que para el agua caliente, pero se debe adicionar 2 inodoros, uno en cada vestuario y el termo del cual se han obtenido los parámetros anteriormente y que ahora se mostrará.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para la red de abastecimiento de agua de la nave:

Tabla 11. Resultados obtenidos para la red de abastecimiento de agua fría

Línea	Etiqueta	Demanda (l/s)	DN	Δ HB acumuladas (mca)	Presión requerida (mca)	Presión Resultante (mca)
1			63	0,52		21,48
2	Inodoro masculino	0,1	12	0,76	10	21,24
3			50	0,89		21,11
4			40	0,93		21,07
5	Inodoro femenino	0,1	12	0,97	10	21,03
6			40	0,95		21,05
7	Lavamanos	0,05	12	0,96	10	21,04
8			40	0,99		21,01
9	Lavamanos	0,05	12	1,00	10	21,00
10			40	1,08		20,92
11	Ducha	0,2	25	1,09	10	20,91
12			40	1,12		20,88
13	Ducha	0,2	20	1,14	10	20,86
14	Termo	0,62	32	1,16	12	20,84
15			32	1,44		20,56
16	Lavamanos	0,05	12	1,46	10	20,54
17			32	1,49		20,51
18	Lavamanos	0,05	12	1,50	10	20,50
19			32	1,59		20,41
20	Ducha	0,2	20	1,61	10	20,39
21			25	1,70		20,30
22	Ducha	0,2	20	1,72	10	20,28
23	Lavado de cajas	0,2	20	2,97	10	19,03

La distribución de los aparatos y de las líneas de la red de abastecimiento de agua fría pueden encontrarse en el Plano nº 15.

8.4.- Instalación de saneamiento

Para la red de saneamiento se han desarrollado dos instalaciones, por un lado, la red de evacuación de aguas residuales y por otro la red de evacuación de aguas pluviales.

Para la evacuación de aguas residuales se ha diseñado una red de evacuación que se puede observar en el Plano nº 17. Más tarde con ayuda del CTE-DB-HS se han establecido las unidades de desagüe de cada tramo de la red y a partir de las cuales como se observa en el Anejo nº 5 se obtiene el siguiente dimensionado:

Tabla 12. Dimensionado de la red evacuación de aguas residuales

Ramal	Etiqueta	UD	Pendiente (%)	Diámetro instalado (mm)	Máximo número de UD
1	Inodoro masc.	4	1	110	123
2	Inodoro fem.	4	1	110	123
3	Lavamanos	2	2	40	2
4		6	1	110	123
5	Duchas	4	2	50	6
6		10	1	110	123
7		14	1	110	123
8	Lavamanos	2	2	40	2
9	Duchas	4	2	50	6
10		6	2	50	6
11		20	1	110	123
12	Lavadero	3	2	50	6
13	Alcantarillado	23	1	110	123

Además, se han instalado dos colectores, uno para recoger las aguas residuales de los vestuarios y otro para recoger todas las aguas residuales de la nave, el primero tendrá un diámetro nominal de 50 mm y una pendiente del 2 % y el segundo tendrá un diámetro nominal de 63 mm y una pendiente del 2 %. Una vez en el colector general el ramal 13 evacuará las aguas residuales al punto de alcantarillado más cercano.

Por otro lado, se dimensionará la red de evacuación de aguas pluviales, la cual tendrá 4 sumideros, 4 canalones y 4 bajantes los cuales se dimensionarán en base a los cálculos mostrados en el Anejo nº 5 y se obtiene que:

Tabla 13. Instalación de evacuación de aguas pluviales

	Unidades	Diámetro nominal (mm)	Pendiente (%)
Sumideros	4		
Canalones	4	200	0,5
Bajantes	4	75	

9.- Resumen del presupuesto

Presupuesto de ejecución material	Importe (€)
1 Actuaciones previas	912,73
3 Acondicionamiento del terreno	15.858,36
4 Cimentaciones	51.467,97
5 Estructuras	90.863,05
6 Fachadas	6.394,40
7 Particiones	846,24
8 Instalaciones	29.403,70
9 Aislamientos e impermeabilizaciones	17.705,88
10 Cubiertas	10.332,00
11 Revestimientos	1.769,25
12 Señalización y equipamiento	7.729,35
13 Urbanización interior de la parcela	241,35
16 Seguridad y salud	105,42
17 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	9.472,46
Total	243.102,16
13 % gastos generales.....	31.603,28
<u>6 % beneficio industrial.....</u>	<u>14.586,13</u>
Total.....	289.291,57
<u>21 % IVA.....</u>	<u>60.751,23</u>
Presupuesto de ejecución por contrata.....	350.042,80

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **TRESCIENTOS CINCUENTA MIL CUARENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA CENTIMOS.**

Valencia, 25 de julio 2017

Antonio Rubio Zamora

