



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Autor: Borja Menárguez Lorenzo

Tutor: Manuel Javier Cardós Carboneras

Curso académico: 2020-2021

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1.	Objetivo del proyecto	8
1.2.	Alcance del proyecto.....	8
1.3.	Empresa.....	9
2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	10
2.1.	Metodología.....	10
2.2.	Medios de almacenamiento.....	11
2.3.	Gestión de ubicaciones	12
2.4.	Medios de manutención.....	13
2.5.	Perfil de inventario de picking y de reserva.....	14
3.	Análisis de los datos de actividad del almacén	15
3.1.	Nivel de inventario	15
3.1.1.	Volúmenes de venta por familia	15
3.1.2.	Nivel de stocks por familia	16
3.2.	Preparación de pedidos	17
4.	Categorías de los productos.....	19
4.1.	Familias de productos.....	19
4.2.	Análisis ABC de las ventas.....	19
4.3.	Distribución según ABC y según familia.....	21
4.4.	Formato logístico del proveedor	22
4.5.	Perfil de inventario.....	22
5.	Configuraciones del almacén.....	25
5.1.	Primera configuración	25
5.1.1.	Medios de almacenamiento	25
5.1.2.	Medios de manutención	26
5.1.3.	Flujo de materiales	27
5.1.4.	Dimensionamiento del almacén	27
5.1.5.	Inversión y coste anual.....	33
5.1.6.	Propuesta de mejora.....	35
5.2.	Segunda configuración	35
5.2.1.	Medios de almacenamiento	35
5.2.2.	Medios de manutención.....	36
5.2.3.	Flujo de materiales	37
5.2.4.	Dimensionamiento del almacén	37
5.2.5.	Inversión y coste anual.....	43
5.2.6.	Propuesta de mejora.....	45

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

5.3.	Tercera configuración.....	45
5.3.1.	Medios de almacenamiento	45
5.3.2.	Medios de manutención.....	46
5.3.3.	Flujo de materiales	47
5.3.4.	Dimensionamiento del almacén	47
5.3.5.	Inversión y coste anual.....	54
5.3.6.	Propuesta de mejora.....	56
5.4.	Cuarta configuración	56
5.4.1.	Medios de almacenamiento	56
5.4.2.	Medios de manutención.....	56
5.4.3.	Flujo de materiales	57
5.4.4.	Dimensionamiento del almacén	58
5.4.5.	Inversión y coste anual.....	64
6.	Solución adoptada.....	67
6.1.	Análisis económico y elección de la configuración	67
7.	Procedimientos operativos	69
8.	Resumen y conclusiones	70
9.	Bibliografía.....	72

Anexo 1: Datos de partida de pedidos

Anexo 2: Datos de partida de inventario

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventas anuales por familia y referencia	15
Tabla 2: Volumen de ventas por referencia mayores ventas	15
Tabla 3: Volumen de ventas por referencia menores ventas	16
Tabla 4: Volúmenes de stocks y por familia	16
Tabla 5: Categorías de productos.....	21
Tabla 6: Número de referencias debido al formato logístico	22
Tabla 7: Stock mínimo y máximo de picking y reserva iniciales por categoría.....	23
Tabla 8: Stock mínimo y máximo de picking y reserva corregidos por categoría	24
Tabla 9: Referencias almacenadas en estanterías convencionales de paletas en área de picking.....	25
Tabla 10: Stock almacenado en las secciones en estanterías convencionales de cajas..	26
Tabla 11: Medios de manutención para las cajas.....	26
Tabla 12: Dimensión hueco estantería palets	27
Tabla 13: Dimensión hueco estantería cajas.....	27
Tabla 14: Huecos necesarios en la sección A.....	28
Tabla 15: Huecos necesarios en la sección B.....	28
Tabla 16: Huecos necesarios en la sección c.....	28
Tabla 17: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva	28
Tabla 18: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking	29
Tabla 19: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección A.....	29
Tabla 20: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección B.....	29
Tabla 21: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección c.....	29
Tabla 22: Dimensionado estantería convencional de palets en zona de reserva.....	30
Tabla 23: Dimensionado estantería convencional de palets en zona de picking	30
Tabla 24: Dimensionado estantería convencional de cajas en zona de picking.....	30
Tabla 25: Superficie zona de recepción y expedición.....	31
Tabla 26: Superficie del almacén	31
Tabla 27: Pasillos según el medio de manutención.....	31
Tabla 28: Coste de instalaciones.....	33
Tabla 29: Coste de los medios de almacenamiento	33
Tabla 30: Coste de los medios de manutención.....	34
Tabla 31: Coste de personal.....	34
Tabla 32: Coste de mantenimiento y energía.....	34
Tabla 33: Coste otros equipamientos.....	34
Tabla 34: Medios de almacenamiento en reserva	36
Tabla 35: Medios de manutención de palets segunda configuración.....	36
Tabla 36: Medios de manutención de cajas segunda configuración.....	37
Tabla 37: Dimensión hueco palets	37
Tabla 38: Dimensión hueco cajas.....	37
Tabla 39: Huecos necesarios en la sección A.....	38
Tabla 40: Huecos necesarios en la sección B.....	38
Tabla 41: Huecos necesarios en la sección C.....	38
Tabla 42: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva	38
Tabla 43: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking	39
Tabla 44: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección A.....	39
Tabla 45: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección B.....	39
Tabla 46: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección C.....	39
Tabla 47: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona reserva segunda configuración.....	40

Tabla 48: Dimensionado estantería convencional de palets en zona de picking segunda configuración	40
Tabla 49: Dimensionado estantería convencional de cajas en zona de picking segunda configuración	40
Tabla 50: Pasillos según el medio de manutención segunda configuración	41
Tabla 51: Coste de instalación segunda configuración	43
Tabla 52: Coste de los medios de almacenamiento segunda configuración	44
Tabla 53: Coste de los medios de manutención segunda configuración	44
Tabla 54: Coste de personal segunda configuración	44
Tabla 55: Coste de mantenimiento y energía segunda configuración	44
Tabla 56: Coste otros equipamientos segunda configuración	45
Tabla 57: Medios de almacenamiento en reserva tercera configuración	46
Tabla 58: Stock máximo por categoría zona picking tercera configuración	46
Tabla 59: Stock por categoría ABC en las secciones tercera configuración	46
Tabla 60: Medios de manutención de palets tercera configuración	47
Tabla 61: Medios de manutención de cajas tercera configuración	47
Tabla 62: Dimensión hueco palets	48
Tabla 63: Dimensión hueco cajas	48
Tabla 64: Huecos necesarios en la sección A tercera configuración	48
Tabla 65: Huecos necesarios en la sección B tercera configuración	48
Tabla 66: Huecos necesarios en la sección C tercera configuración	48
Tabla 67: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva	49
Tabla 68: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking	49
Tabla 69: Huecos necesarios en sección A en la categoría A tercera configuración	50
Tabla 70: Huecos necesarios en sección A en la categoría B tercera configuración	50
Tabla 71: Huecos necesarios en sección A en la categoría C tercera configuración	50
Tabla 72: Huecos necesarios en sección B en la categoría A tercera configuración	50
Tabla 73: Huecos necesarios en sección B en la categoría B tercera configuración	50
Tabla 74: Huecos necesarios en sección B en la categoría C tercera configuración	50
Tabla 75: Huecos necesarios en sección C en la categoría A tercera configuración	50
Tabla 76: Huecos necesarios en sección C en la categoría B tercera configuración	51
Tabla 77: Huecos necesarios en sección C en la categoría C tercera configuración	51
Tabla 78: Dimensión hueco estantería convencional de cajas zona reserva tercera configuración	51
Tabla 79: Dimensión hueco estantería convencional palets zona reserva tercera configuración	51
Tabla 80: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 1 tercera configuración	51
Tabla 81: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 2 tercera configuración	52
Tabla 82: Pasillos según el medio de manutención tercera configuración	52
Tabla 83: Coste de instalación tercera configuración	54
Tabla 84: Coste de los medios de almacenamiento tercera configuración	54
Tabla 85: Coste de los medios de manutención tercera configuración	55
Tabla 86: Coste de personal tercera configuración	55
Tabla 87: Coste de mantenimiento y energía tercera configuración	55
Tabla 88: Coste otros equipamientos tercera configuración	56
Tabla 89: Medios de manutención de palets cuarta configuración	57
Tabla 90: Medios de manutención de cajas cuarta configuración	57
Tabla 91: Dimensión hueco palets	58
Tabla 92: Dimensión hueco cajas	58

Tabla 93: Huecos necesarios en la sección A cuarta configuración	58
Tabla 94: Huecos necesarios en la sección B cuarta configuración	58
Tabla 95: Huecos necesarios en la sección C cuarta configuración	59
Tabla 96: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva	59
Tabla 97: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking	59
Tabla 98: Huecos necesarios en sección A en la categoría A cuarta configuración	60
Tabla 99: Huecos necesarios en sección A en la categoría B cuarta configuración	60
Tabla 100: Huecos necesarios en sección A en la categoría C cuarta configuración	60
Tabla 101: Huecos necesarios en sección B en la categoría A cuarta configuración	60
Tabla 102: Huecos necesarios en sección B en la categoría B cuarta configuración	60
Tabla 103: Huecos necesarios en sección B en la categoría C cuarta configuración	60
Tabla 104: Huecos necesarios en sección C en la categoría A cuarta configuración	61
Tabla 105: Huecos necesarios en sección C en la categoría B cuarta configuración	61
Tabla 106: Huecos necesarios en sección C en la categoría C cuarta configuración	61
Tabla 107: Dimensión hueco estantería cajas zona reserva cuarta configuración	61
Tabla 108: Dimensión hueco estantería convencional palets zona reserva cuarta configuración	61
Tabla 109: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 1 cuarta configuración	61
Tabla 110: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 2 cuarta configuración	62
Tabla 111: Pasillos según el medio de manutención cuarta configuración	62
Tabla 112: Coste de instalación cuarta configuración	64
Tabla 113: Coste de los medios de almacenamiento cuarta configuración	64
Tabla 114: Coste de los medios de manutención cuarta configuración	65
Tabla 115: Coste de personal cuarta configuración	65
Tabla 116: Coste de mantenimiento y energía cuarta configuración	65
Tabla 117: Coste otros equipamientos cuarta configuración	65
Tabla 118: Resumen de costes e inversión de las configuraciones	67
Tabla 119: Pagos acumulados configuraciones 2 y 4	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Metodología iterativa.....	10
Ilustración 2: Líneas de pedido de palets pedidas en un año.	17
Ilustración 3: Líneas de pedido de cajas pedidas en un año.....	17
Ilustración 4: Análisis ABC teórico.....	20
Ilustración 5: Resultado análisis ABC.....	20
Ilustración 6: Diseño planta primera configuración.....	32
Ilustración 7: Diseño planta segunda configuración.....	42
Ilustración 8: Diseño planta tercera configuración.....	53
Ilustración 9: Diseño planta cuarta configuración.....	63
Ilustración 10:Costes e inversiones de las configuraciones.....	67

RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado trata de diseñar un nuevo almacén para una empresa distribuidora de productos alimenticios capaz de gestionarlos adecuadamente.

Dicho estudio viene condicionado por el aumento de población de los últimos años y por ende, el consumo de alimentos en todo el planeta. Este estudio tiene el objetivo de diseñar un almacén donde el trato con el producto sea lo más eficiente y eficaz posible, de manera que el producto llegue desde el primer eslabón de la cadena de suministro hasta el cliente en unas excelentes condiciones.

Para el diseño del nuevo almacén se realizarán una serie de iteraciones de manera que se irá optimizando el resultado. De esta forma se analizarán las distintas alternativas y se seleccionará la mejor alternativa en función de los criterios que proponga la empresa.

Palabras clave: Diseño, almacén, eficiencia

RESUM

El present treball de fi de grau tracta de dissenyar un nou magatzem per a una empresa distribuïdora de productes alimentaris capaç de gestionar-los adequadament.

Aquest estudi ve condicionat per l'augment de població dels últims anys i per tant, el consum d'aliments a tot el planeta. Aquest estudi té l'objectiu de dissenyar un magatzem on el tracte amb el producte sigui el més eficient i eficaç possible, de manera que el producte arribi des del primer baula de la cadena de subministrament fins al client en unes excel·lents condicions.

Per al disseny de el nou magatzem es realitzaran una sèrie d'iteracions de manera que s'anirà optimitzant el resultat. D'aquesta manera s'analitzaran les diferents alternatives i es seleccionerà la millor alternativa en funció dels criteris que proposi l'empresa.

Paraules clau: Disseny, magatzem, eficiència.

ABSTRACT

This final degree project tries to design a new warehouse for a food products distribution company capable of managing them properly.

This study is conditioned by the increase in population in recent years and, therefore, food consumption throughout the planet. This study aims to design a warehouse where dealing with the product is as efficient and effective as possible, so that the product reaches the first link in the supply chain to the customer in excellent condition.

For the design of the new warehouse, a series of iterations will be carried out so that the result will be optimized. In this way, the different alternatives will be analyzed and the best alternative will be selected based on the criteria proposed by the company.

Keywords: Design, warehouse, efficiency

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo del proyecto

El objetivo de este proyecto es el diseño de un centro logístico que distribuye productos premium para tiendas al retail (venta al detalle), las cuáles son tiendas propias, dentro del sector alimentario.

Este tipo de venta se caracteriza por la especialización de la empresa en la comercialización masiva de productos uniformes a grandes cantidades de clientes. La característica diferenciadora de este tipo de negocio es la posibilidad de llegar directamente al consumidor final. Gracias a la gran capacidad que se tiene para llegar de forma directa al cliente final, satisfaciendo sus necesidades momentáneas, son el medio de comercialización más utilizado del mundo.

Debido al éxito inicial conseguido por la empresa, ésta se encuentra en un proceso de lanzamiento al mercado. Por tanto, la empresa buscará la consolidación de su crecimiento mediante el refuerzo de la logística de almacenamiento.

Para lograr el objetivo se van a realizar una serie de configuraciones de almacén, donde se analizarán los datos de actividad del almacén. Posteriormente, se seleccionará distintos medios de almacenamiento y medios de manutención. Después, se configurarán tantas distribuciones en planta como iteraciones se realicen. Seguidamente se elegirá una de las configuraciones teniendo en cuenta tanto los resultados económicos como la inversión y coste, como la superficie de dicho almacén.

Este almacén ha de asegurar el suministro de los artículos a los clientes y el cumplimiento de los requisitos y necesidades propuestas por la dirección de la empresa, entre los cuáles se encuentran los criterios de inversión, coste, plazo de servicio a los clientes y superficie del almacén.

Por lo que la alta dirección ha especificado cuatro criterios básicos para el nuevo diseño del almacén:

- Una inversión no superior a 450.000€
- El menor coste posible
- El almacén no puede superar los 800m², dado que el nuevo terreno adquirido por la alta dirección dispone de esa superficie máxima.
- Plazo de servicio a los clientes de 1 día.

1.2. Alcance del proyecto

El alcance del proyecto se ajusta al escenario establecido por los datos proporcionados por la Dirección de la empresa, así como las estimaciones previstas de crecimiento en la actividad del almacén en los próximos años.

Por otro lado, se tendrá en cuenta que la capacidad del almacén sea susceptible de posibles desviaciones en un futuro. Para poder solventarlo, el diseño se basará en el agrupamiento de los artículos de la manera más homogénea posible con el fin de obtener un diseño consistente.

1.3. Empresa

Ésta es una empresa que pertenece al sector alimentario, la cuál desarrolla su función dentro del país. Se trata de un almacén central que trabaja con productos alimentarios premium, por lo que se encarga de recibir, almacenar y distribuir los productos a la tienda final. La empresa trabaja con una serie de proveedores de primera calidad los cuáles deben disponer del Certificado de Seguridad Alimentario ISO 22000 que ofrece AENOR. Por otro lado, este tipo de artículos va enfocado a una clientela de renta de medio-alta ya que los precios no serán muy altos pero se ha de pagar la calidad de la que disponen.

La empresa trabaja con un total de 15 de tiendas al retail repartidas por las principales ciudades del país, ya que este tipo de tienda se suele situar en centros urbanos con venta directa al público. Estas tiendas son propias, es decir, son tiendas que dependen totalmente de la empresa, ya sea para soportar inversiones y gastos de nuevos establecimientos, contratación de plantilla, etc. Como ventajas se puede decir que se controlan todas las fases del proceso de venta y sobre todo permiten no repartir el margen comercial con el distribuidor. Cada tienda se reaprovisionará en función del stock que dispongan en el establecimiento y según la cantidad de ventas que se realicen.

Debido a que cada vez hay más competencia en el sector alimentario en cuánto a la calidad y satisfacción al cliente, se ha decidido crear un nuevo almacén el cuál sea lo más eficiente y eficaz posible.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Metodología

A continuación, se va a describir la metodología que se va a utilizar en el presente trabajo para el diseño del almacén.

Partiendo con unos requisitos y especificaciones establecidas por la alta dirección, el primer paso será analizar los datos de actividad en el almacén (niveles de inventarios, preparación de pedidos....). Para cada artículo y por categoría, se determinará los perfiles de inventario en el almacén y el stock mínimo, máximo y medio. También por categorías y dentro de ella para cada artículo, se determinará los perfiles de inventario en la zona de picking y de reserva. Tanto en picking como en reserva, se seleccionará el formato logístico (palet, caja o unidad) para cada artículo. Posteriormente, se definirá el modelo de funcionamiento del centro de distribución como combinación de tecnologías de almacenamiento, manutención y políticas de gestión. Tras haber realizado el dimensionamiento de los medios de almacenamiento y manutención se realizará una distribución en planta (layout). También será necesario realizar una estimación de los costes para comprobar que cumplimos los requisitos económicos y entender los costes de las funciones principales del centro de distribución. Una vez acabados estos pasos habrá que realizar un análisis crítico de la configuración obtenida y proponer alguna alternativa que pueda suponer una mejora.

Para obtener una solución adecuada habrá que realizar varias iteraciones siguiendo los anteriores pasos y se escogerá la solución que cumpla los requisitos y especificaciones que hayamos establecido. La solución que se obtenga tras cada iteración dependerá de las medidas que tomemos en cuánto al diseño del almacén e iteración tras iteración iremos viendo en qué puntos podemos mejorar para obtener una solución válida.

Metodología iterativa

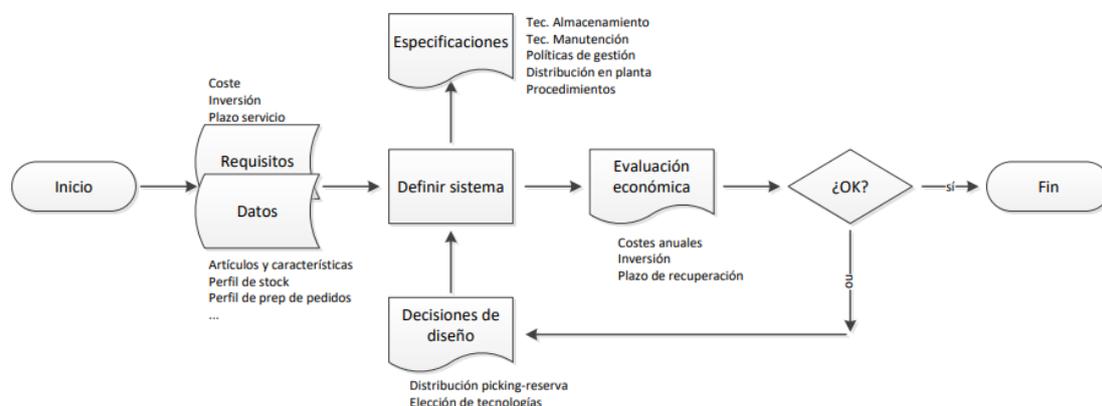


ILUSTRACIÓN 1: Metodología iterativa

(Cardos, 2019a)

2.2. Medios de almacenamiento

Descripción de las principales alternativas de medios de almacenamiento para el diseño del centro de distribución:

- **Bloques apilados o almacenaje en bloques:** consiste en apilar las cargas unitarias en bloques separados por pasillos, para tener acceso a cada uno de ellos con facilidad. Es la forma más económica de disponer stock en cuanto a inversión se refiere.
- **Estanterías convencionales:** es un sistema de almacenamiento diseñado para almacenar paletas de forma mecánica, mediante el uso de carretillas elevadoras. También destacan por tener un acceso directo a cada uno de los palets almacenados, tanto si se da el caso de que son estanterías estáticas como si están dispuestas sobre bases móviles.
- **Estanterías compactas:** sistemas de estanterías que permiten el paso a su través de carretillas convencionales. Los estantes son sustituidos por unas vigas en profundidad en las que apoyan palets, permitiendo que las carretillas puedan entrar o atravesarlas, por lo que sólo se necesita un pasillo operativo. También se denomina rack a este sistema cuando es específico para palets. Además, se utilizan para almacenar productos homogéneos y que no necesiten gran rotación, y no es adecuado para cargas pesadas.
- **Estanterías dinámicas:** se multiplica el espacio disponible en el almacén, perfecta rotación del producto, menor tiempo empleado en la manipulación de las paletas y control total del stock. Un inconveniente sería el posible aplastamiento de cargas.
- **Estanterías móviles:** el método que utilizan es disponer las estanterías sobre carriles para así poderlas desplazar. Es de gran utilidad en lugares donde los productos son almacenados son muy variados, su masa y tamaño es relativamente pequeño y no se dispone de mucho espacio.
- **Almacenes rotativos:** este tipo de almacenamiento es conveniente para productos pequeños (de hasta 200 kg) y con alta o media rotación, por tanto no es apropiado para artículos de muy alta rotación. Hay dos tipos: almacenes rotativos verticales (Torres de extracción y Paternóster) y usado para materiales de pequeño volumen y almacenes rotativos horizontales (Tipo carrusel) y usado para materiales de volumen medio o pequeño.
- **Miniload:** es un sistema estándar para bandejas o cajas que integra tanto las estanterías, maquinaria y software de gestión del almacén en un solo producto. El sistema miniload nos permite ahorrar el espacio, multiplicando incluso por 10 la capacidad de almacenaje en almacenes convencionales de manipulación manual de la carga y preparación de pedidos en zona específica. Esto nos permite ahorrar en los costes repercutidos al suelo. Además de reducir los tiempos de preparación y expedición de pedidos, ofrece una serie de ventajas que aumentan la productividad.

- **Silos de paletas:** son construcciones metálicas en las cuales las paredes y el techo están anclados a las estanterías. El transelevador garantiza las operaciones en el interior del silo y se puede construir hasta una altura de 45m. Esto comporta un grado de aprovechamiento del espacio extremadamente alto. Las ubicaciones para palets, contenedores de rejilla y sistemas de carga individuales soportan cargas o unidades de carga de hasta 7.5 toneladas. Estos almacenes en versión de profundidad simple, doble o múltiple son aptos para casi todo tipo de mercancías. Como almacén de temperatura normal, como almacén con temperatura controlada o como almacén de ultracongelados de hasta -35 °C.
- **Los sistemas de carrusel:** consisten en una pista transportadora ovalada de cadena de la cual se suspenden una serie de arcas o cestas. Los sistemas de carrusel horizontales pueden encontrarse suspendidos del techo (top-drivenunit) o montados sobre la superficie del suelo (bottom-drivenunit). Éstos últimos proporcionan una mayor capacidad y solventa algún problema, como el goteo de aceite, de los primeros. Los sistemas de carrusel verticales, que consisten en transportadores verticales, ocupan menos espacio horizontal pero requieren una mayor longitud vertical por lo que el techo limita su tamaño. Por tanto, la capacidad de los sistemas de carrusel verticales es menor que la de los sistemas horizontales.

(Cardos, 2019b)(NoegaSystems, 2016)(Noriega, 2012)

2.3. Gestión de ubicaciones

El criterio de ubicación que se emplee en las estanterías condicionará la forma de trabajar y la capacidad efectiva. Hay tres modos más frecuentes para determinar la posición de cada unidad de carga:

1. Con la **ubicación específica o fija** en la que a cada referencia se le asigna una posición o un número de ubicaciones determinado de antemano. La gran ventaja de este método es la facilidad para localizar las referencias. Las personas que trabajan en el almacén saben dónde está cada una de ellas sin tener que recurrir a ayudas informáticas. La gran desventaja al usar este criterio es la pérdida de capacidad efectiva, que es muy inferior a la física (número de ubicaciones). Solo se debe emplear en almacenes muy pequeños y no necesita un sistema de gestión.
2. Con la **ubicación aleatoria** a la que también se conoce como caótica, libre o variada, la mercancía se ubica en cualquier hueco vacío disponible, siguiendo una lógica previamente establecida y parametrizada (programada) en el SGA (Sistema de Gestión de Almacén). Cuando es aleatorio por zonas se tiene en cuenta la clasificación A-B-C. El sistema, que tiene todos los datos introducidos (incluyendo los huecos vacíos) indica al operario dónde se ha de colocar la mercancía o dónde se halla esta. Además de la perfecta gestión que supone, la ubicación caótica permite que la capacidad efectiva del almacén se acerque mucho a la capacidad física, pudiendo superar el 92% de ésta.
3. Sin embargo, la **ubicación mixta o semialeatoria** es la que se usa con más frecuencia y combina el sistema específico y el aleatorio, asignando cada uno de ellos en función del tipo de producto o de la operación que se deba realizar.

(Mecalux, 2020)

2.4. Medios de manutención

Los medios de manutención son el conjunto de medios técnicos, instrumentos y dispositivos que hacen posible la manipulación y traslado de la mercancía en el almacén. Se dividen entre los equipos que se mueven pero no se trasladan y los equipos que se mueven y se trasladan.

En los equipos que se mueven pero no se trasladan encontramos:

- Cintas transportadoras: son unas plataformas deslizantes. Pueden ser de rodillos, de bandas, etc.
- Transporte aéreo.
- Puentes grúa: es un tipo de grúa que se utiliza en fábricas e industrias, para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran porte en forma horizontal y vertical.
- Elementos auxiliares como cabestrantes y polipastos.

En los equipos que se mueven y se trasladan se dividen entre transporte interno y transporte externo:

- **Transporte externo:**
 - Carretillas elevadoras: son unos vehículos contrapesados que en su parte trasera, mediante dos horquillas, se utiliza para subir, bajar y transportar palés, contenedores y otras cargas.
 - Maquinaria para la manipulación de contenedores.
- **Transporte interno:**
 - Transpaleta (manual o eléctrica): son medios mecánicos y diseñados exclusivamente para el transporte de paletas. Sirve como enlace en áreas como en recepción y expedición y es conveniente en almacenes de tamaño reducido y de escasa altura.
 - Apilador (manual o eléctrico): son máquinas muy similares a las transpaletas, sino que también pueden elevarla a cierta altura.
 - Carretillas contrapesadas: son unas cargadoras en voladizo (carga por el punto de apoyo).
 - Carretillas retráctiles: se caracterizan por utilizar un pasillo de maniobra de 1 metro aproximadamente y el mástil se desplaza.
 - Carretillas de trilaterales: se denominan de esta forma porque son capaces de tomar y depositar la carga por los laterales y al frente.
 - Vehículos y carros recogepedidos: Están especialmente adaptadas para facilitar la preparación de pedidos.

- Transelevadores: son aparatos mecánicos que son capaces de transportar y elevar cargas a través de estrechos pasillos y a gran velocidad.
- Miniload: es un sistema de almacenaje automático para cajas o bandejas. Elevado aprovechamiento del espacio.
- Vehículos guiados: son vehículos guiados automáticamente origen/destino. Transportan a uno/varios niveles y tienen un sistema de seguridad colisiones.

(Cardos, 2019c)

2.5. Perfil de inventario de picking y de reserva

El área de picking o preparación de pedidos es el lugar donde se lleva a cabo el proceso de recogida de material extrayendo unidades o conjuntos empaquetados de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas. De esta manera, se tienen todos los artículos más cerca del lugar donde se preparan los pedidos y no se tienen que hacer grandes desplazamientos para preparar los envíos a los clientes. Una vez se agota el stock del área de picking, es repuesto inmediatamente mediante el área de reserva que es donde se concentra la mayor parte del stock de todas las referencias del almacén.

Por tanto, es importante saber que inventario ocupará el área de picking y el área de reserva para el diseño del almacén.

También es necesario saber el plazo de reposición de estas dos áreas, ya que los artículos con mayor rotación tendrán un plazo de reposición menor que los artículos con menor rotación. Estos plazos se averiguarán con la posterior clasificación que se haga de los artículos del almacén.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

3. Análisis de los datos de actividad del almacén

3.1. Nivel de inventario

3.1.1. Volúmenes de venta por familia

Se ha realizado una tabla resumen de las ventas de unidades al año y el número de referencias de cada familia.

Familia	Nº Referencias por familia	Ventas (Uds/año)	Ventas (Uds/año/referencia)
A	297	42 385	142.710
B	193	56 051	290.420
C	154	66 212	429.948
D	118	20 530	173.983
E	210	66 778	317.990
F	486	9 317	19.171
G	240	24 234	100.975
H	166	13 123	79.054
I	166	7 452	44.892
J	52	5 615	107.981
TOTAL	2 082	311 697	1707.124

TABLA 1: Ventas anuales por familia y referencia

A continuación, se presenta una tabla resumen por referencias de los volúmenes de ventas anuales, obtenidos mediante la multiplicación del volumen unitario de cada unidad por el número de ventas anuales.

Nº de referencia	Ventas (uds/año)	Familia	Volumen de ventas anuales (m ³ /año)
1 174	3704	E	0.007
1 930	2960	E	0.086
1 480	2900	E	0.009
824	2616	E	3.217
710	2446	E	0.005
547	2143	E	0.292
72	2044	J	1.860
1 902	2030	E	0.040
955	1950	E	0.122
1644	1874	D	21.571

TABLA 2: Volumen de ventas por referencia mayores ventas

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Nº de referencia	Ventas (uds/año)	Familia	Volumen de ventas anuales (m ³ /año)
2000	1	H	0.001
88	1	I	0.001
267	1	I	0.001
1362	1	I	0.001
1679	1	I	0.001
27	1	J	0.001
1432	1	J	0.001
1498	1	J	0.001
1717	1	J	0.001
1890	1	J	0.001

TABLA 3: Volumen de ventas por referencia menores ventas

Analizando estas tablas, se puede ver las referencias más vendidas y las referencias menos vendidas. En este caso, la referencia con mayor número de unidades vendidas es la referencia 1174 y hay 353 referencias con una sola unidad vendida.

Sin embargo, la referencia que tiene un mayor volumen de ventas no es la referencia 1174, sino la referencia 1644 y la referencia que tiene un menor volumen de ventas es la referencia 1890.

De este modo, con este análisis se puede saber que volumen de ventas tiene cada referencia y también se identifica que referencias son las más vendidas y cuáles no.

3.1.2. Nivel de stocks por familia

Ahora, se presenta la información relacionada con los niveles de stocks máximo, mínimo y medio de cada familia, calculados en m³. A partir de las ventas anuales y el volumen de las unidades ya en m³, se obtiene el volumen de ventas anual. Y multiplicando ese valor, por el stock máximo en semanas y todo dividido entre 52 semanas, se obtendría el stock máximo por familia. Ídem para stock mínimo. El stock medio se sacaría como la media de ambos.

Familia	Stock mínimo (m ³)	Stock máximo (m ³)	Stock medio (m ³)
A	18.454	35.471	26.963
B	5.270	9.468	7.369
C	3.332	5.643	4.488
D	1.144	2.118	1.631
E	2.221	4.405	3.313
F	1.860	2.821	2.341
G	0.142	0.279	0.210
H	0.028	0.043	0.035
I	0.001	0.001	0.001
J	0.001	0.001	0.001
TOTAL	32.453	60.249	46.351

TABLA 4: Volúmenes de stocks y por familia

3.2. Preparación de pedidos

En este apartado se van a indicar las líneas de pedido correspondientes a todo un año. Como se puede comprobar sólo hay líneas de pedido de palets y líneas de pedido de cajas, de manera que líneas de pedido de unidades no hay, ya que no tendría sentido ya que en un almacén de productos alimentarios no tiene sentido que se demanden unidades sino cantidades mayores.

La siguiente ilustración muestra las líneas de pedido, pedidas en palets en un año:

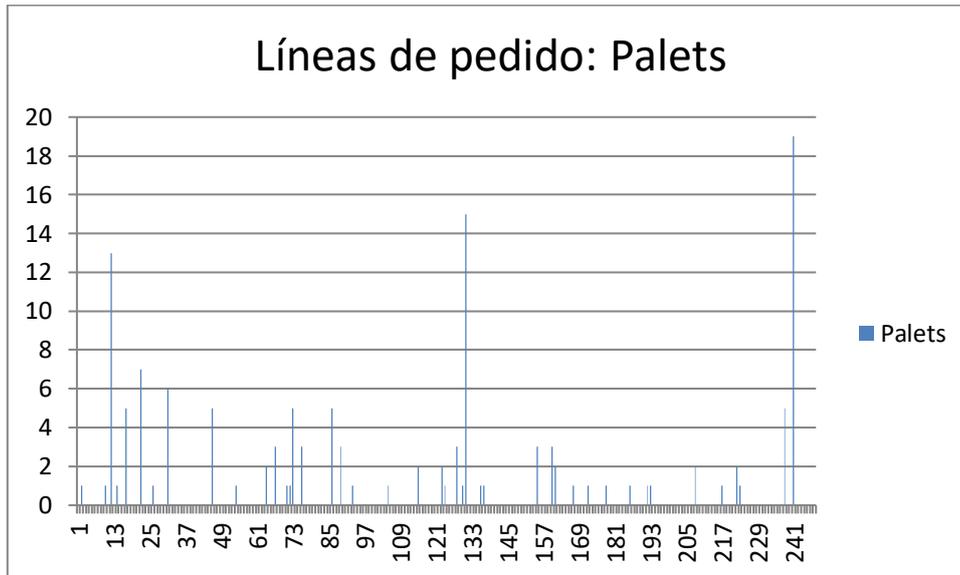


ILUSTRACIÓN 2: Líneas de pedido de palets pedidas en un año

Con 232 palets pedidos al año, se obtiene una media de 0.935 líneas de pedido palets al día.

La siguiente ilustración muestra las líneas de pedido, pedidas en cajas en un año:

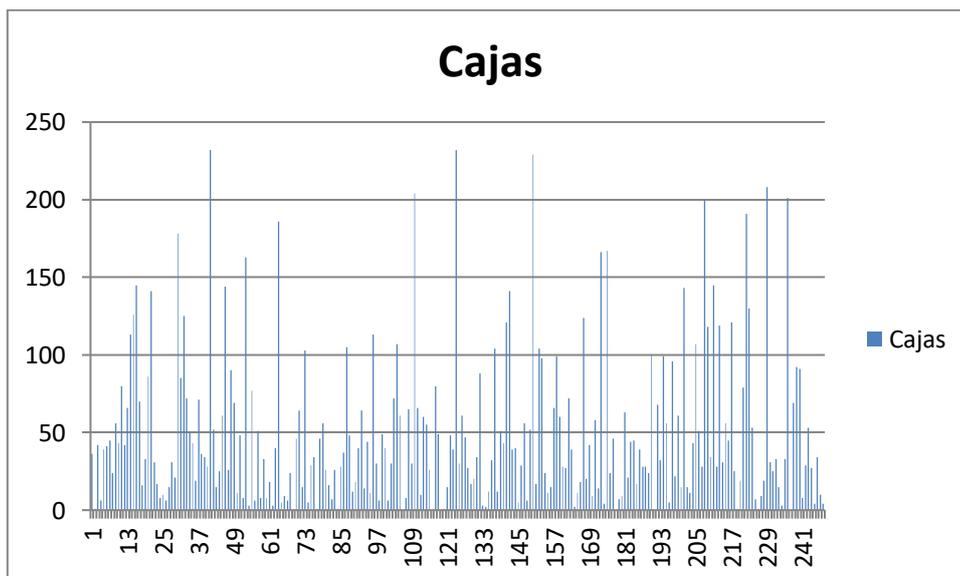


ILUSTRACIÓN 3: Líneas de pedido de cajas pedidas en un año

Con 23651 cajas pedidas al año, se obtiene una media de 95.37 líneas de pedido cajas al día.

En resumen, se obtiene una media de 0.935 líneas de pedido de palets al día y una media de 95.37 líneas de pedido cajas al día.

Como se observa en los gráficos las líneas de pedidos son en formato de caja o palet.

4. Categorías de los productos

La agrupación de artículos mediante categorías de artículos está pensada para conseguir homogeneizar todos los artículos de los que disponemos en el almacén. De esta manera, nos resultará más sencillo la elección de los medios necesarios desde la llegada del artículo hasta su salida del almacén.

Por tanto, como base de este estudio para la homogeneización de las categorías de artículos se tendrá en cuenta la familia, actividad y el análisis ABC.

4.1. Familias de productos

El stock del almacén está compuesto por 2082 referencias, las cuáles se dividen en varias familias de productos, concretamente diez familias. Las familias de productos son las siguientes:

- Familia A: Está compuesta por verduras y frutas.
- Familia B: Está compuesta por congelados, necesita estar a -18º C.
- Familia C: Está compuesta por cosméticos.
- Familia D: Está compuesta por menaje del hogar.
- Familia E: Está compuesta por bebidas.
- Familia F: Está compuesta por carnes y charcutería, necesita estar a 2º C.
- Familia G: Está compuesta por pescados y mariscos, necesita estar entre 0 y 4º C.
- Familia H: Está compuesta por snacks.
- Familia I: Está compuesta por conservas.
- Familia J: Está compuesta por artículos para mascotas.

4.2. Análisis ABC de las ventas

El análisis ABC es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario y que resulta del principio de Pareto también conocido como regla del 80-20 y ley de los pocos vitales.

Además, el análisis ABC permite identificar los artículos que tienen un impacto importante en un valor global (de inventario, de venta, de costes...). En este caso, lo utilizaremos para analizar las ventas de los productos y también permite crear categorías de productos que necesitaran niveles y modos de control distintos.

Según el análisis ABC se encuentran tres grupos:

1. Clase A: el 20 % de las referencias son responsables el 80 % de las ventas.
2. Clase B: el 40 % de las referencias son responsables el 15 % de las ventas.
3. Clase C: el 40 % de las referencias son responsables el 5 % de las ventas.

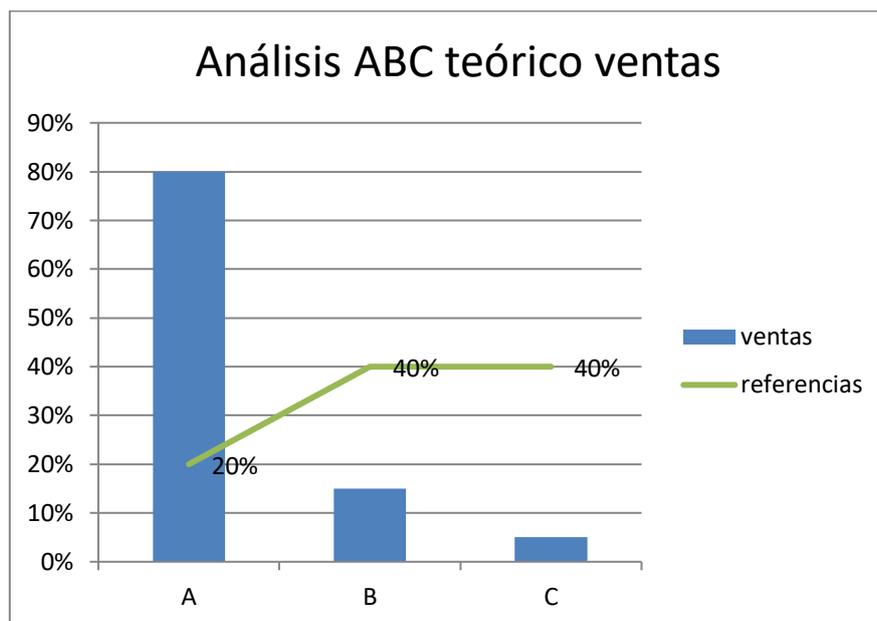


ILUSTRACIÓN 4: Análisis ABC teórico

A continuación se mostrará el gráfico del análisis ABC de las ventas de la empresa:

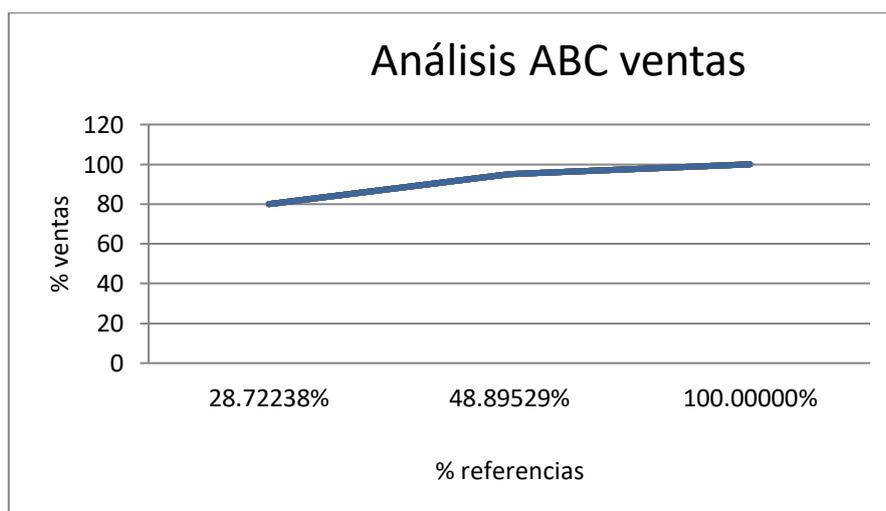


ILUSTRACIÓN 5: Resultado análisis ABC

Como se puede ver:

- El 28.72 % de las referencias corresponde al 80% de las ventas de tipo A.
- El 20.17% de las referencias corresponde al 15% de las ventas de tipo B.
- El 51.11% de las referencias corresponde al 5% de las ventas de tipo C.

Entonces, se observa que no se sigue la proporción teórica sino que sigue esta proporción: 80/28.72; 15/20.17 y 5/51.11.

También, se puede ver que la empresa no tiene unidades sin vender ya que la empresa las retira del almacén. Analizando un poco más a fondo se observa que 681 referencias tiene menos 15 ventas y por otro lado las 15 referencias más vendidas suponen el 10.36% de ventas, esto quiere decir no hay mucha diferencia entre productos más vendidos y los que no se venden mucho, por tanto todos los productos son importantes para la empresa.

4.3. Distribución según ABC y según familia

Dado que la división por familias es solamente homogénea si nos centramos en la naturaleza del producto, nos resulta una división bastante heterogénea en aspectos relacionados con la cantidad de artículos vendidos o volumen unitario de cada artículo.

Para proporcionar más detalle en la categorización del producto y que no resulte una división muy heterogénea, con la única división de las familias, se va a establecer una nueva división mediante unas nuevas categorías en la que intervienen el tipo de familia y la posición del producto en el análisis ABC. De esta manera se consigue una visión más homogénea.

Para una mejor notación se utilizará A=1, B=2 y C=3 en referencia al análisis ABC. Las familias se nombrarán como anteriormente de la A-J.

Categoría	N.º Referencias
1 A	86
2 A	185
3 A	26
1 B	157
2 B	34
3 B	2
1 C	142
2 C	11
3 C	1
1 D	33
2 D	21
3 D	64
1 E	89
2 E	38
3 E	83
1 F	3
2 F	28
3 F	455
1 G	45
2 G	62
3 G	133
1 H	22
2 H	16
3 H	128
1 I	12
2 I	19
3 I	135
1 J	9
2 J	6
3 J	37
Nº Total de referencias	2082

TABLA 5: Categorías de productos

Ahora en vez de tener 10 familias, se tienen 30 categorías de productos según la familia y la distribución ABC que proporciona una visión más homogénea.

Además, otra característica importante es el tamaño, por lo que todas las cajas del almacén pueden ser manipuladas fácilmente para realizar las distintas actividades que se llevan a cabo en el almacén, por ejemplo, para la realización del picking.

4.4. Formato logístico del proveedor

Para realizar el diseño del almacén es necesario saber la cantidad de material que van a suministrar los proveedores. De ese modo, se sabrá el formato el logístico en el que llegarán los artículos que pueden ser paletas mono-referencia o paletas multi-referencia.

Por tanto, el volumen de los envíos del proveedor se calculará como la diferencia entre stock máximo y stock mínimo en m^3 , ya que cuando se llega al stock mínimo se realiza el pedido al proveedor y cuando el pedido llega no puede superar al stock máximo.

Se van a utilizar paletas de $0.8 \times 1.2m$ y con un volumen de $0.96m^3$. Se ha decidido establecer el volumen igual o superior de cada paleta en $0.96 m^3$ y el volumen de media paleta igual o superior en $0.5m^3$. Por tanto, 4 de las 2082 referencias serían paletizables, de las cuáles sólo 2 de las 2082 referencias superarían el volumen de una paleta completa.

Número de referencias	Unidad logística
4	Paletas mono-referencia
2078	Paletas multi-referencia

TABLA 6: Número de referencias debido al formato logístico

Por tanto, las 4 referencias que se reciben en paletas mono-referencia serán almacenadas directamente al llegar mientras el resto, las 2078 referencias llegarán en paletas multi-referencia tendrán que ser despaletizadas y almacenadas en cajas.

4.5. Perfil de inventario

Para el dimensionamiento del almacén se necesita saber el volumen de almacenamiento de los artículos. Se va a considerar que el stock mínimo de picking es nulo para todas las referencias del almacén, dado que mayor nivel de detalle no es necesario para el propósito de este diseño.

El stock máximo de picking representa la cantidad máxima de artículo que no se debe superar en el área de picking. Se calcula multiplicando el volumen de ventas por semana en m^3 por el plazo entre reposiciones. El tiempo de reposición de ha definido mediante la clasificación de ventas ABC de las referencias realizada anteriormente. Por lo que los plazos de reposición se define de la siguiente manera:

- Artículos tipo A: 3 días ; 0.6 semanas
- Artículos tipo B: 6 días; 1.2 semanas
- Artículos tipo C: 9 días; 1.8 semanas

Después, se ha calculado el stock mínimo de reserva que es la diferencia entre el stock mínimo de cada referencia y su stock máximo de picking. En algunos casos, el stock mínimo de reserva puede resultar valores negativos, esto es debido a que el stock máximo de picking puede llegar a ser mayor que el stock mínimo de reserva al operar con los valores iniciales y puede darse la situación en la que todo el stock de esa referencia se encuentra en picking. De modo que se tendrá que volver a calcular posteriormente actualizado.

Por último, el stock máximo de reserva es igual al stock máximo de cada referencia.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

A continuación, se mostrará una tabla resumen con los stocks mínimo y máximo de picking y reserva para las distintas categorías sin corregir (operando con los valores iniciales donde en algunos casos el stock mínimo de reserva puede resultar negativo para determinadas referencias):

Categoría	Stock mínimo de picking (m ³)	Stock máximo de picking (m ³)	Stock mínimo de reserva(m ³)	Stock máximo de reserva(m ³)
1ª	0	0.2061	1.2353	2.5816
2ª	0	0.4812	1.0593	3.1322
3ª	0	0.0285	0.0409	0.1272
1B	0	0.7885	5.5569	12.0095
2B	0	0.0886	0.2726	0.6491
3B	0	0.0016	0.0059	0.0125
1 C	0	0.8273	6.9161	14.0008
2 C	0	0.0589	0.2316	0.4461
3 C	0	0.0030	0.0069	0.0131
1 D	0	0.3843	1.8130	6.0049
2 D	0	0.0331	0.0567	0.2132
3 D	0	0.0165	0.0233	0.0678
1 E	0	0.3528	3.0175	5.8058
2 E	0	0.0568	0.2094	0.5030
3 E	0	0.0262	0.0567	0.1294
1 F	0	0.0012	0.0150	0.0220
2 F	0	0.0187	0.1232	0.1982
3 F	0	0.0576	0.2037	0.4030
1 G	0	0.2904	2.9388	5.8322
2 G	0	0.0867	0.4554	0.8485
3 G	0	0.0322	0.0966	0.2038
1 H	0	0.0143	0.1761	0.2676
2 H	0	0.0015	0.0086	0.0187
3 H	0	0.0020	0.0060	0.0131
1 I	0	0.0118	0.1742	0.2694
2 I	0	0.0268	0.1175	0.2790
3 I	0	0.0101	0.0195	0.0479
1 J	0	0.1908	1.5981	2.6947
2 J	0	0.2423	0.5269	1.7253
3 J	0	0.2647	0.8901	1.7289
TOTAL	0	4.6044	27.8518	60.2484

TABLA 7: Stock mínimo y máximo de picking y reserva iniciales por categoría

Se puede ver que ninguna categoría tiene un valor negativo en el stock mínimo de reserva pero sí que es cierto que 30 referencias tienen un valor negativo.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Por lo que ahora, se va a presentar una tabla con esos valores negativos corregidos a 0 y recalculando para cada categoría:

Categoría	Stock mínimo de picking (m³)	Stock máximo de picking (m³)	Stock mínimo de reserva(m³)	Stock máximo de reserva(m³)
1A	0	0.2061	1.2353	2.5816
2A	0	0.4812	1.0645	3.1322
3A	0	0.0285	0.0410	0.1272
1B	0	0.7885	5.5569	12.0095
2B	0	0.0886	0.2726	0.6491
3B	0	0.0016	0.0059	0.0125
1 C	0	0.8273	6.9161	14.0008
2 C	0	0.0589	0.2316	0.4461
3 C	0	0.0030	0.0069	0.0131
1 D	0	0.3843	1.8130	6.0049
2 D	0	0.0331	0.0574	0.2132
3 D	0	0.0165	0.0195	0.0678
1 E	0	0.3528	3.0175	5.8058
2 E	0	0.0568	0.2107	0.5030
3 E	0	0.0262	0.0569	0.1294
1 F	0	0.0012	0.0150	0.0220
2 F	0	0.0187	0.1232	0.1982
3 F	0	0.0576	0.2037	0.4030
1 G	0	0.2904	2.9388	5.8322
2 G	0	0.0867	0.4554	0.8485
3 G	0	0.0322	0.0966	0.2038
1 H	0	0.0143	0.1761	0.2676
2 H	0	0.0015	0.0086	0.0187
3 H	0	0.0020	0.0060	0.0131
1 I	0	0.0118	0.1742	0.2694
2 I	0	0.0268	0.1175	0.2790
3 I	0	0.0101	0.0674	0.0479
1 J	0	0.1908	1.5981	2.6947
2 J	0	0.2423	0.5269	1.7253
3 J	0	0.2647	3.0352	1.7289
TOTAL	0	4.6044	30.0487	60.2484

TABLA 8: Stock mínimo y máximo de picking y reserva corregidos por categoría

Como se puede comprobar se ha realizado un análisis por artículo de todo el stock del almacén y se han mostrado las conclusiones en categorías para examinarlo de una forma más resumida. Se ha procedido de esta manera ya que hay distintas condiciones de conservación para el stock del almacén debido a qué cada tipo de alimento necesitará una determinada temperatura para una conservación adecuada.

De esta manera, se agrupan los artículos por categorías que da una visión más homogénea en vez de por familias, ya que en cada familia hay muchos productos y quedaría una visión bastante heterogénea.

5. Configuraciones del almacén

5.1. Primera configuración

5.1.1. Medios de almacenamiento

Una vez realizado el perfil de inventario del almacén, con los stocks de reserva y picking correspondientes, se iniciará un proceso de elección de los medios de almacenamiento necesarios. Para ello se tendrá que descartar las opciones inviables y se escogerán las opciones más adecuadas para cada una de las referencias.

En la primera iteración se va a utilizar un almacenamiento bastante convencional. También, se ha decidido estudiar por separado las áreas de picking, de reserva y las secciones de congelado y frigoríficas debido a que los volúmenes de stock en sendas áreas son distintos y también al tener condiciones de almacenamiento diferentes se exigen zonas distintas.

En el área de reserva sólo se utilizarán estanterías convencionales de paletas, dado que las estanterías convencionales de doble profundidad no son muy prácticas en este caso. Las estanterías compactas se han descartado ya que no se dispone de grandes volúmenes de stock de una referencia por lo que no son necesarias en este caso.

Se ha de tener en cuenta que habrá tres secciones frigoríficas y de congelado, debido a que cada sección tiene una temperatura de conservación distinta, en las cuáles sólo se almacenará la mercancía en cajas, dado que son más fáciles de manipular que las paletas y más fáciles de desplazar dentro de las zonas frigoríficas y de congelados.

Estas secciones estarán formadas por unos congeladores horizontales y verticales donde se introducirán las cajas a la temperatura pertinente. De este modo, se ahorra más energía que si se utilizarán cámaras frigoríficas.

En las secciones de congelado y frigoríficas se almacenarán 919 referencias y el resto 1163 en las áreas de reserva y picking, de manera que en las zonas de temperatura controlada no se separará el stock en picking y reserva. En el área de picking, se utilizará estanterías convencionales de palets y de cajas. Si el tamaño de lote de reposición de picking es igual o superior a 0.15 m³ se almacenará en estanterías convencionales de palets y si el volumen es inferior a 0.15 m³ se almacenará en estanterías convencionales de cajas.

Referencia	Familia	Categoría	Stock máximo picking(m ³)
1644	D	1D	0.2489
391	J	2 J	0.1890
72	J	1 J	0.1607
TOTAL			0.5986

TABLA 9: Referencias almacenadas en estanterías convencionales de paletas en área de picking

Se ha obtenido que 3 referencias se almacenarán en estanterías convencionales de paletas con un volumen de 0.5986 m³ y el resto de referencias que son 1160 se almacenarán en cajas.

El volumen total de artículos en las secciones de congelado y frigoríficas es de 20.1788 m³, correspondiente a 919 referencias, las cuáles se almacenarán en cajas.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Estas cajas se almacenarán por familia en cada sección y en congeladores verticales y horizontales donde se introducirán las cajas.

	Familia	Stock en m³
Sección A	B	12.671
Sección B	F	0.623
Sección C	G	6.884
Total		20.178

TABLA 10: Stock almacenado en las secciones en estanterías convencionales de cajas

5.1.2. Medios de manutención

Al igual que en los medios de almacenamiento, los medios de manutención en esta primera configuración van a ser lo más convencionales posibles, por lo que dejará de lado los medios automatizados en una primera instancia.

Para determinar qué medios de manutención son los necesarios, se ha de tener en cuenta los medios de almacenamiento así como su accesibilidad y dimensionamiento. También, se define para cada medio de almacenamiento el medio de manutención más adecuado, haciendo coincidir el mayor número de medios entre ellas, buscando la estandarización.

Para tener una primera idea de cuánto tiempo dedicarán los operarios en las áreas de picking y reserva se ha calculado la media de pedidos que reciben al día es de 70.14 referencias distintas. También, se realizan 53.86 líneas de pedido de reposición de reserva a picking y se preparan 95.37 líneas de pedido, de las cuáles 40.12 líneas de pedido se preparan de la actividad de la zona de temperatura controlada y 55.15 líneas de pedido se preparan de la actividad de la zona a temperatura ambiente.

Dado que para los palets apenas hay 1 línea de pedido al día bastará con una sola carretilla contrapesada y dado que se recibe menos de un palet al día por los proveedores es suficiente.

Entonces para el transporte de palets se utilizará solamente una carretilla contrapesada de 6m de altura y su coste es de 17000€.

Para el transporte de cajas se presentan los cálculos necesarios en la siguiente tabla:

Medio de manutención	Unidades del medio de manutención	Líneas de pedido diarias	Líneas de pedido por hora de operario	Líneas de pedido totales
Carretilla recogepedidos	1	95.37	80	149.23

TABLA 11: Medios de manutención para las cajas

Los operarios dedicarán las seis primeras horas de del turno a labores de recepción y reposición, dado que todos los días se recibe material y debe ser comprobado y clasificado cuidadosamente para poder depositarlo en el lugar que le corresponde. Y las siguientes dos horas se dedicarán a realizar la preparación de líneas de pedido y expedición

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

De este modo, los operarios trabajarán 8h por turno, habiendo 1 turno al día de 8h ya que los artículos son material alimentario y cuánto menos tiempo estén en el almacén más frescos llegarán al cliente final.

Se trabajará con dos operarios, de los cuáles uno de encargará de las labores de la carretilla recogepedidos y otro de la carretilla contrapesada. Ambos participarán en el resto de actividades relacionadas con el procesamiento de los artículos dentro del almacén.

En conclusión, se trabajará a 1 turno y se necesitará 1 carretilla recogepedidos de 80000 €/ud y 1 carretilla contrapesada de 17000€/ud.

5.1.3. Flujo de materiales

Para la recepción y descarga de material se utilizará la transpaleta manual. Dado que se recibe una media de 1.31 m³ de producto diario.

Para la ubicación en estanterías se utilizará la carretilla recogepedidos para colocar las cajas y la carretilla retráctil para colocar los palets. Se procederá del mismo modo para el abastecimiento del área de reserva a picking.

Para la preparación de pedidos en picking y las secciones de congelado y frigoríficas (sólo carretilla recogepedidos) se utilizará la carretilla recogepedidos para las cajas y para el formato de palets se utilizará la carretilla retráctil.

Por último, para la expedición se utilizará la carretilla retráctil y la transpaleta manual.

5.1.4. Dimensionamiento del almacén

Para dimensionar las áreas de picking y reserva hay que saber cuántos huecos y estanterías son necesarios para el almacenamiento de los artículos. A continuación, se calculará los huecos de las estanterías convencionales para palets y cajas. Evidentemente, en las estanterías de doble profundidad cabrán dos palets.

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m ³)
Palet	1	1.2	1.04	1.248
Hueco	1.1	1.35	1.5	2.227

TABLA 12: Dimensión hueco estantería palets

Se calcula el hueco de las cajas, que sólo se utilizarán en el área de picking.

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m ³)
Caja	0.5	0.5	0.35	0.087
Hueco	1	0.6	0.4	0.240

TABLA 13: Dimensión hueco estantería cajas

Aún así, se observa que hay cierta holgura entre las cajas o palets y sus huecos correspondientes para que los artículos estén cómodos y no sufran ningún tipo de daño a la hora de manipularlos los operarios.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Ahora se va a calcular los huecos en la sección de congelados y en las dos secciones (carnes y pescados) siguiendo una política de ubicación de distribución fija. Se almacenarán en cajas y no habrá separación entre picking y reserva.

En la sección A se ubicarán los congelados, en la sección B se ubicarán las carnes y charcutería y en la sección C los pescados y mariscos, dado que cada sección tiene una temperatura distinta y de este modo se sabe que stock hay en cada sección.

Tipo de estantería	Stock en m ³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	12.6711	53

TABLA 14: Huecos necesarios en la sección A

Tipo de estantería	Stock en m ³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	0.6232	3

TABLA 15: Huecos necesarios en la sección B

Tipo de estantería	Stock en m ³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	6.8845	29

TABLA 16: Huecos necesarios en la sección C

También es necesario para el resto de artículos calcular los huecos necesarios y saber la política de ubicación. En este caso, para el área de picking se ha establecido una distribución fija y para el área de reserva una distribución aleatoria, la cuál tendrá un 10% más añadido debido a la temporalidad ya que se trabaja con palets y cajas.

De modo que:

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock en m ³	Factor de corrección	Huecos necesarios
Reserva	Aleatoria	Estantería convencional palets	40.069	1.10	20

TABLA 17: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock a reponer en lotes (m ³)	Factor de corrección	Huecos necesarios
Picking	Fijo	Estantería convencional palets	0.5986	1	1
		Estantería convencional cajas	3.2389	1	14

TABLA 18: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking

En la sección A, se ha obtenido 53 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales, en la sección B serán necesarios 3 huecos de estantería de cajas convencionales y en la sección C se necesitarían 29 huecos de estanterías de cajas convencionales.

En el área de reserva, se ha obtenido 20 huecos necesarios de estanterías convencionales de palets. En el área de picking, serán necesarios 1 hueco de estanterías convencionales de palets y 14 huecos de estanterías convencionales de cajas.

Una vez que se obtiene el número de huecos necesarios para cada estantería se procede al cálculo que ocuparán estas superficies en el almacén.

A continuación, se muestran las tablas de las secciones de congelado y cámaras frigoríficas de estanterías convencionales de cajas:

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	3	Alto (m)	1.6
	Nº filas	4	Largo (m)	5.5
	Nº columnas	5	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	53	Superficie (m ²)	15.4

TABLA 19: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección A

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	2	Alto (m)	1
	Nº filas	1	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	3	Superficie (m ²)	1.54

TABLA 20: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección B

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	4	Alto (m)	2
	Nº filas	2	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	29	Superficie (m ²)	6.6

TABLA 21: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección C

A continuación, se muestra la tabla de estanterías convencionales de palets de la zona de reserva:

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Estantería convencional palets	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	4	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	3	Ancho (m)	1.35
	Nº huecos	20	Superficie (m ²)	5.94

TABLA 22: Dimensionado estantería convencional de palets en zona de reserva

En este caso se muestra la tabla de estanterías convencionales de palets de picking:

Estantería convencional palets	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	1.35
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	1.49

TABLA 23: Dimensionado estantería convencional de palets en zona de picking

Por último, se calcula la superficie de las estanterías convencionales de cajas de picking:

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	4	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	14	Superficie (m ²)	6.16

TABLA 24: Dimensionado estantería convencional de cajas en zona de picking

Para la zona de la sección A se necesitarán 4 estanterías convencionales de cajas con una superficie de 15.4 m², para la sección B se necesitará 1 estantería convencional de caja con una superficie de 1.54 m² y por último por la sección C se necesitarán 2 estanterías con una superficie de 6.16 m².

Para la zona de reserva se necesitarán 3 estanterías convencionales de palets con una superficie de 5.94m². Por otra parte, para la zona de picking se requerirá 1 estantería convencional de palets con una superficie de 1.49 m² y 4 estanterías convencionales de cajas con una superficie de 6.16m². En algunas estanterías hay algunos huecos de más para que haya cierta holgura por si se recibiera un pedido mayor a lo habitual.

Por lo que el área de la sección A será de 15.4 m², el área de la sección B será de 1.54 m² y la sección C será de 6.6 m².

Y el área necesaria de reserva es de 5.94m² y el área de necesaria de picking es de 7.65 m².

Para la zona de recepción y expedición que son dos tareas que se realizan en el mismo lugar y en distintas horas hay tener bastante cuidado con el dimensionado. Ya que si se recibiera un pedido mayor de lo habitual y no se fuera capaz de absorberlo se colapsaría el almacén. Para la obtención de la superficie se ha procedido de la siguiente manera. Teniendo en cuenta que al almacén llega una media de producto de 1.31 m³ en paletas mono-referencia y multi-referencia, el almacén debería de ser capaz de recibir el doble de paletas diarias de lo habitual para poder ir con bastante holgura.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Volumen de ventas mediodiario en m ³	Nº de paletas	Nº de paletas actualizado	Nº de paletas actualizado x2	Superficie total
1.31	1.572	2	4	3.84

TABLA 25: Superficie zona de recepción y expedición

De modo, se divide el volumen de ventas diario entre el volumen de una paleta. Posteriormente, se ha obtenido un número total de 4 paletas que multiplicado por las dimensiones del paleta (0.8x1.2m) se obtiene una superficie total de 3.84 m².

Tras haber obtenido el área de recepción y expedición, ya se ha dimensionado las superficies de estanterías de picking y reserva y propiamente dicha la zona de carga y descarga. A continuación, se muestra en la tabla:

Superficie de picking m ²	Superficie de reserva m ²	Picking + Reserva m ²	Secciones A+B+C	Superficie recepción y expedición m ²	Total superficie almacén m ²
7.65	5.94	13.6	23.54	3.84	40.98

TABLA 26: Superficie del almacén

También, se dispondrá en el almacén con una zona de servicios con una superficie de 20 m², otra zona con contenedores de residuos con una superficie de 16m² y por último un comedor de 32 m² para que los operarios puedan avuitallarse sin necesidad de salir del almacén.

Ya se ha dimensionado todas las partes del almacén, pero no se ha tenido en cuenta el tamaño de los pasillos interiores según los medios de manutención escogidos. Cómo se puede ver en la siguiente tabla son los siguientes:

Medios de manutención	Pasillo (m)
Carretilla recogepedidos	1.8
Carretilla contrapesada	3.5

TABLA 27: Pasillos según el medio de manutención

A continuación, se muestra el diseño en planta detalladamente teniendo en cuenta todas las zonas que se han estudiado anteriormente como la zona de picking, la zona de reserva, las secciones de congelado y frigoríficas, la zona de recepción y expedición, los pasillos internos del almacén y por último una determinada parte destinada a la administración.

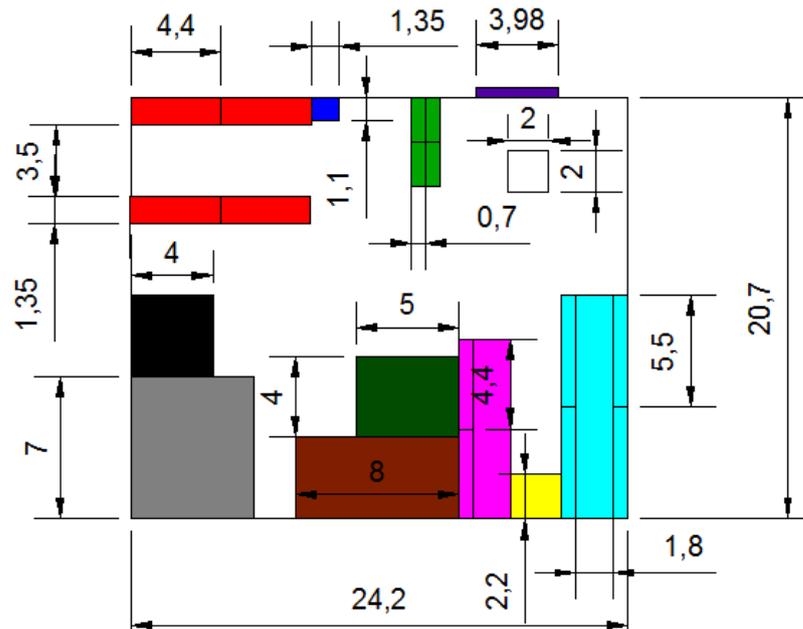


Ilustración 6: Diseño planta primera configuración

Este diseño corresponde a:

- Rojo: Estanterías convencionales de palets de reserva
- Azul: Estanterías convencionales de palets de picking
- Verde: Estanterías convencionales de cajas en picking
- Azul claro: Sección A
- Amarillo: Sección B
- Rosa: Sección C
- Marrón: Comedor
- Verde oscuro: Zona de servicios
- Negro: Contenedores de desperdicios
- Gris: Zona de administración
- Blanco: Zona de recepción y expedición
- Violeta: Muelle de carga

Con el presente diseño en planta del almacén, se dispone de una configuración visual aproximada de lo que sería el almacén. Por tanto, con este diseño en planta se necesitarían 500.94m^2 de superficie y unos 6 metros aproximadamente de altura.

5.1.5. Inversión y coste anual

La inversión y costes ya se pueden realizar al haber acabado todos los apartados anteriores. Este apartado es muy importante ya que permite cuantificar las decisiones que se han tomado anteriormente para la configuración del almacén y posteriormente para compararla con las demás soluciones que se obtengan y elegir entre ellas la solución más conveniente.

Para este apartado se tendrá en cuenta las instalaciones, los medios de almacenamiento, los medios de manutención, coste de personal, coste de mantenimiento y energía y otros equipamientos.

Para el cálculo del coste anual se ha empleado el método DFC (Descuentos de Flujo de Caja), ya que los equipos tienen una vida útil de varios años. Esto es debido a que el valor actual del dinero no es el mismo ahora, que en el futuro.

- Instalaciones

	Superficie (m²)	Precio (€/m²)	Inversión	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Nave industrial	500.94	340	170319.60	20	5.101	33389.45
Servicios generales	500.94	30	15028.20	20	5.101	2946.13
Secciones frigoríficas y de congelado	23.1	400	9240	20	5.101	1811.41

TABLA 28: Coste de instalaciones

Para el caso de las estanterías convencionales de cajas se ha de tener en cuenta la superficie almacenable y no la del suelo. Para las estanterías convencionales de cajas se sumará la superficie almacenable de picking y de las secciones.

- Medios de almacenamiento:

	Superficie (m²)	Precio (€/m²)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Estanterías convencionales de palets	7.43	20	148.6	10	4.339	34.24
Estanterías convencionales de cajas	29.26	30	877.8	10	4.339	202.30

TABLA 29: Coste de los medios de almacenamiento

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

- Medios de manutención

	Nº	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Carretilla recogepedidos	1	40000	40000	10	4.339	9218.71
Carretilla contrapesada	1	16000	16000	10	4.339	3687.48

TABLA 30: Coste de los medios de manutención

- Coste de personal

	Cantidad	Coste (€/persona) anual	Coste total anual
Jefe de almacén	1	32000	32000
Administrativos	1	26000	26000
Almaceneros	2	15000	30000

TABLA 31: Coste de personal

- Coste de mantenimiento y energía

	Coste	Coste anual
Equipamiento móvil	10% sobre la inversión	5600
Edificio e instalaciones	1% sobre la inversión	1945.88
Gasto de energía en congeladores y frigoríficos	150 €/m ³	42372
Gastos de energía y otros	45 €/m ²	16695

TABLA 32: Coste de mantenimiento y energía

- Otros equipamientos

	Unidades	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual
Hardware y equipo básico para la gestión del almacén	1	100000	100000	5	3.058	32701.11

TABLA 33: Coste otros equipamientos

Después de calcular los costes e inversiones anuales en cada uno de los apartados anteriores se obtiene un coste anual 238603.71€y una inversión 351614.20€. De esta manera se puede cuantificar las decisiones tomadas anteriormente en el almacén pero dado que es la primera iteración no es posible saber si es un buen resultado o no. Para ello, se realizarán varias iteraciones hasta encontrar una mejor solución. .

5.1.6. Propuesta de mejora

Tras analizar los resultados de coste e inversión se ha puesto la atención en aquellos que tienen unos costes e inversiones más elevadas y por tanto tienen mayor margen de mejora. En este caso, donde mayor son los costes es: en los costes de personal y en el hardware y equipo básico para la gestión del almacén. De la misma manera los medios de manutención tienen una inversión elevada. El hardware y el equipo básico es una pieza fundamental por lo que no se modificará. De distinto modo, los costes del personal que suponen un 37% del total por lo que se tratará de disminuirlos mediante la automatización de algunos procesos.

También se podría reducir la superficie del almacén para obtener un menor coste e inversión. Por lo que se va a intentar reducir las dimensiones de los pasillos mediante el cambio de algunos medios de manutención los cuáles puedan trabajar en unos pasillos más estrechos que los actuales. De modo que se cambiará la carretilla contrapesada por la carretilla retráctil y la transpaleta manual.

5.2. Segunda configuración

Con el fin de mejorar los resultados obtenidos anteriormente, se va a realizar otra configuración. De esta manera se tomarán decisiones distintas a las tomadas en la primera configuración y se tratará de obtener mejores resultados.

Antes de utilizar medios automatizados, se realizará otra configuración de almacén convencional para tratar de reducir la superficie total del almacén.

5.2.1. Medios de almacenamiento

Observando el perfil de inventario anteriormente obtenido, con los cálculos de los stocks mínimos y máximos de cada categoría, se volverá a elegir otros medios de almacenamiento mediante un descarte de las opciones menos inviables y eligiendo entre las que sí son posibles para cada referencia.

En esta segunda configuración se va a estudiar por separado el área de reserva y el área de picking. El área de las secciones permanecerá sin cambios. Se estudiará más a fondo el área de reserva ya que ocupa más superficie y el tamaño de los pasillos en el área de reserva. Si hubiera referencias con el stock máximo de reserva superior a 10 m³ se utilizarían estanterías compactas, pero no es el caso. En el área de reserva, tampoco se almacenará en estanterías convencionales de doble profundidad dado que no es conveniente. Por tanto, se almacenará en estanterías convencionales de paletas las referencias que ocupen un volumen superior a 0.15m³ y el resto de las referencias se almacenarán en estanterías convencionales de cajas.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

En esta tabla se resume lo anterior:

Número de referencias	Stock máximo reserva (m ³)	Medio de almacenamiento
88	35.9035	Estanterías convencionales palets
1994	24.3448	Estanterías convencionales cajas

TABLA 34: Medios de almacenamiento en reserva

Como se puede comprobar, teniendo en cuenta el nivel de stock de cada referencia se ha definido los medios de almacenamiento en reserva.

Para el área de picking, se ha decidido no realizar modificaciones respecto de la primera configuración. Por tanto, los medios de manutención de picking será de palets si el stock máximo de la referencia es superior a 0.15m³ y el resto de referencias se almacenará en estanterías convencionales de cajas.

5.2.2. Medios de manutención

En esta segunda configuración se tratará de utilizar medios convencionales como en la primera configuración para tratar de reducir superficie del almacén mediante el uso de unos medios de manutención más eficientes. Los procesos de automatización se llevarán a cabo en la siguiente iteración.

Como el objetivo es reducir tamaño en los pasillos del almacén en este caso no se escogerá la carretilla contrapesada, por lo que se escogerá la carretilla retráctil (6m) para el transporte de palets. La carretilla retráctil dispone de 20 líneas de pedido/hora que es más que suficiente para las tareas a realizar. Desgraciadamente, esta carretilla no puede realizar las tareas de carga y descarga debido al mástil que contiene, por lo que será necesario disponer de una transpaleta manual para realiza las actividades de carga y descarga de los vehículos. En la siguiente tabla se resume lo anterior:

Medio de manutención	Unidades	Líneas de pedido por hora de operario	Coste
Carretilla retráctil (6m)	1	20	21000
Transpaleta manual	1	15	300

TABLA 35: Medios de manutención de palets segunda configuración

En cuanto a los medios de manutención para el transporte de cajas no se realizará ninguna modificación respecto a la primera configuración. Se ha de tener en cuenta que se realizan 53.86 líneas de pedido de reserva a picking.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

A continuación se muestra la tabla correspondiente:

Medio de manutención	Unidades del medio de manutención	Líneas de pedido diarias	Líneas de pedido por hora de operario	Líneas de pedido totales
Carretilla recogepedidos (6m)	1	95.37	80	149.23

TABLA 36: Medios de manutención de cajas segunda configuración

Por tanto, se ha escogido una carretilla recogepedidos (6m) para realizar las operaciones de altura de los formatos de cajas con un coste de 40000€/ud y se trabajará un turno de 8h.

5.2.3. Flujo de materiales

La tarea de recepción y descarga se realizará sobre las primeras horas de la mañana y se llevará a cabo mediante la transpaleta manual, ya que con la carretilla retráctil es inviable. Dado que se recibe una media de 1.31 m³ de producto diario, la entrada y salida se suponen iguales para intentar mantener un stock de media constante en el almacén

Para la ubicación a estanterías, en la zona de reserva se utilizará la carretilla retráctil para almacenar los palets y la carretilla recogepedidos para almacenar las cajas. De igual forma se procederá en la zona de picking, mientras que en la zona de las secciones solo se utilizarán las carretillas recogepedidos.

Para la preparación de pedidos se utilizará la carretilla retráctil y la transpaleta manual para el caso de palets y la carretilla recogepedidos para el formato caja.

Por último, para la expedición se utilizarán la carretilla recogepedidos y la transpaleta manual.

5.2.4. Dimensionamiento del almacén

Para dimensionar las áreas de picking y reserva hay que saber cuántos huecos y estanterías son necesarios para el almacenamiento de los artículos como se ha hecho en la primera configuración. A continuación, se calculará los huecos de las estanterías convencionales para palets y cajas.

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m ³)
Palet	1	1.2	1.04	1.248
Hueco	1.1	1.35	1.5	2.227

TABLA 37: Dimensión hueco palets

Las dimensiones de los huecos y las cajas son:

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m ³)
Caja	0.5	0.5	0.35	0.087
Hueco	1	0.6	0.4	0.240

TABLA 38: Dimensión hueco cajas

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Ahora se va a calcular los huecos en la sección de congelados y en las dos secciones frigoríficas (carnes y pescados) siguiendo una política de ubicación de distribución fija. Se almacenarán en cajas y no habrá distinción entre picking y reserva.

En la sección A se ubicarán los congelados, en la sección B se ubicarán las carnes y charcutería y en la sección C los pescados y mariscos.

Tipo de estantería	Stock en m³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	12.6711	53

TABLA 39: Huecos necesarios en la sección A

Tipo de estantería	Stock en m³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	0.6232	3

TABLA 40: Huecos necesarios en la sección B

Tipo de estantería	Stock en m³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	6.8845	29

TABLA 41: Huecos necesarios en la sección C

También es necesario para el resto de artículos calcular los huecos necesarios y saber la política de ubicación. En este caso, para el área de picking se ha establecido una distribución fija y para el área de reserva una distribución aleatoria, la cuál tendrá un 10% más añadido debido a la temporalidad ya que se trabaja con palets y cajas.

De modo que:

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock en m³	Factor de corrección	Huecos necesarios
Reserva	Aleatoria	Estantería convencional palets	25.2436	1.10	13
		Estantería convencional de cajas	14.8258	1.10	68

TABLA 42: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock a reponer en lotes (m ³)	Factor de corrección	Huecos necesarios
Picking	Fijo	Estantería convencional palets	0.5986	1	1
		Estantería convencional cajas	3.2389	1	14

TABLA 43: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking

En la sección A, se ha obtenido 53 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales, en la sección B serán necesarios 3 huecos de estantería de cajas convencionales y en la sección C se necesitarían 29 huecos de estanterías de cajas convencionales.

En el área de reserva, se ha obtenido 13 huecos necesarios de estanterías convencionales de palets y 68 huecos necesarios de estanterías convencionales cajas. En el área de picking, serán necesarios 1 hueco de estanterías convencionales de palets y 14 huecos de estanterías convencionales de cajas.

Una vez que se obtiene el número de huecos necesarios para cada estantería se procede al cálculo que ocuparán estas superficies en el almacén.

A continuación, se muestran las tablas de las secciones de congelado y frigoríficas de estanterías convencionales de cajas:

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	3	Alto (m)	1.6
	Nº filas	4	Largo (m)	5.5
	Nº columnas	5	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	53	Superficie (m ²)	15.4

TABLA 44: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección A

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	2	Alto (m)	1
	Nº filas	1	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	3	Superficie (m ²)	1.54

TABLA 45: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección B

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	4	Alto (m)	2
	Nº filas	2	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	29	Superficie (m ²)	6.6

TABLA 46: Dimensionado estantería convencional de cajas en la sección C

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

En esta tabla se observa el caso de estanterías convencionales para palets:

Estantería convencional palets	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	2	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	1.35
	Nº huecos	13	Superficie (m ²)	5.94

TABLA 47: Dimensión hueco estantería convencional palets zona reserva segunda configuración

Seguidamente el caso de estanterías convencionales para cajas:

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	3	Alto (m)	4.5
	Nº filas	4	Largo (m)	6.6
	Nº columnas	6	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	68	Superficie (m ²)	18.48

TABLA 47: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona reserva segunda configuración

Ahora, se puede ver las estanterías convencionales de palets de picking:

Estantería convencional palets	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	1.35
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	1.49

TABLA 48: Dimensionado estantería convencional de palets en zona de picking segunda configuración

Por último, se calcula la superficie de las estanterías convencionales de cajas de picking:

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	4	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	14	Superficie (m ²)	6.16

TABLA 49: Dimensionado estantería convencional de cajas en zona de picking segunda configuración

Para la zona de la sección A se necesitarán 4 estanterías convencionales de cajas con una superficie de 15.4 m², para la sección B se necesitará 1 estantería convencional de caja con una superficie de 1.54 m² y por último por la sección C se necesitarán 2 estanterías con una superficie de 6.6 m².

Para la zona de reserva se necesitará 2 estanterías convencionales de palets con 13 huecos y una superficie de 5.94 m² y 4 estanterías convencionales de cajas con 68 huecos y una superficie de 18.48 m².

Para la zona de picking se precisará de 1 estantería convencional de palets con 1 hueco y una superficie de 1.49m² y 4 estanterías convencionales de cajas con 14 huecos y una superficie de 6.16 m².

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Por lo que el área de la sección A será de 15.4 m², el área de la sección B será de 1.54 m² y la sección C será de 6.6 m².

El área de reserva será de 24.42 m² y el área de picking será de 7.65 m².

En la zona de recepción y expedición puesto que se recibe el mismo volumen de artículos 1.31 m³, la zona que lo delimita se mantiene con un valor de 3.84 m².

También, se dispondrá en el almacén con una zona de servicios con una superficie de 20 m², otra zona con contenedores de residuos con una superficie de 16m² y por último un comedor de 32 m² para que los operarios puedan avuitallarse sin necesidad de salir del almacén.

Ya se ha dimensionado todas las partes del almacén, pero no se ha tenido en cuenta el tamaño de los pasillos interiores según los medios de manutención escogidos. Cómo se puede ver en la siguiente tabla son los siguientes:

Medios de manutención	Pasillo (m)
Transpaleta manual	1.5
Carretilla recogepedidos	1.8
Carretilla retráctil	2.7

TABLA 50: Pasillos según el medio de manutención segunda configuración

A continuación, se muestra el diseño en planta detalladamente teniendo en cuenta todas las zonas que se han estudiado anteriormente como la zona de picking, zona de reserva, las secciones de congelado y frigoríficas, zona de recepción y expedición, los pasillos internos del almacén y por último una determinada parte destinada a la administración.

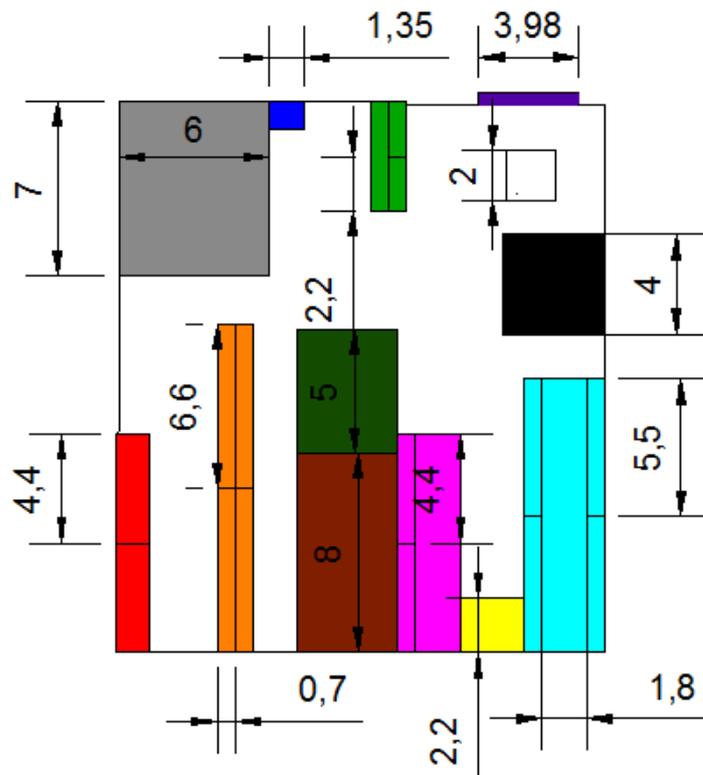


ILUSTRACIÓN 7: Diseño planta segunda configuración

Este diseño corresponde a:

- Rojo: Estanterías convencionales de palets de reserva
- Naranja: Estanterías convencionales de cajas de reserva
- Azul: Estanterías convencionales de palets de picking
- Verde: Estanterías convencionales de cajas en picking
- Azul claro: Sección A
- Amarillo: Sección B
- Rosa: Sección C
- Marrón: Comedor
- Verde oscuro: Zona de servicios
- Gris: Zona de administración
- Negro: Contenedores de residuos
- Verde oscuro: Zona de residuos
- Blanco: Zona de recepción y expedición

-Violeta: Muelle de carga

Con el presente diseño en planta del almacén, se dispone de una configuración visual aproximada de lo que sería el almacén. Por tanto, con este diseño en planta se necesitarían 424.82 m² de superficie y unos 6 metros aproximadamente de altura.

5.2.5. Inversión y coste anual

El análisis de inversión y costes ya se puede realizar al haber acabado todos los apartados anteriores. Este análisis es muy importante ya que permite cuantificar las decisiones que se han tomado anteriormente para la configuración del almacén y posteriormente para compararla con las demás soluciones que se obtengan y elegir entre ellas la solución más conveniente.

Para este análisis se tendrá en cuenta las instalaciones, los medios de almacenamiento, los medios de manutención, coste de personal, coste de mantenimiento y energía y otros equipamientos.

Para el cálculo del coste anual se ha empleado el método DFC (Descuentos de Flujo de Caja), ya que los equipos tienen una vida útil de varios años. Esto es debido a que el valor actual del dinero no es el mismo ahora, que en el futuro.

- Instalaciones

	Superficie (m²)	Precio (€/m²)	Inversión	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Nave industrial	424.82	340	144438.80	20	5.101	28315.78
Servicios generales	424.82	30	12744.60	20	5.101	2498.45
Secciones frigoríficas y de congelado	23.1	400	9240	20	5.101	1811.41

TABLA 51: Coste de instalación segunda configuración

Para el caso de las estanterías convencionales de cajas se ha de tener en cuenta la superficie almacenable y no la del suelo.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

- Medios de almacenamiento:

	Superficie (m ²)	Precio (€/m ²)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Estanterías convencionales de palets	7.43	20	148.60	10	4.339	34.24
Estanterías convencionales de cajas	47.74	30	1432.20	10	4.339	330.07

TABLA 52: Coste de los medios de almacenamiento segunda configuración

- Medios de manutención

	Nº	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Carretilla recoge pedidos (6m)	1	40000	40000	10	4.339	9218.71
Carretilla retráctil (6m)	1	21000	21000	10	4.339	4839.82
Transpaleta manual	1	300	300	10	4.339	69.14

TABLA 53: Coste de los medios de manutención segunda configuración

- Coste de personal

	Cantidad	Coste (€/persona) anual	Coste total anual
Jefe de almacén	1	32000	32000
Administrativos	1	26000	26000
Almaceneros	2	15000	30000

TABLA 54: Coste de personal segunda configuración

- Coste de mantenimiento y energía

	Coste	Coste anual
Equipamiento móvil	10% sobre la inversión	6130
Edificio e instalaciones	1% sobre la inversión	1664.23
Gasto de energía en congeladores y frigoríficos	150€/m ³	42372
Gastos de energía y otros	45 €/m ²	19116.90

TABLA 55: Coste de mantenimiento y energía segunda configuración

- Otros equipamientos

	Unidades	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual
Hardware y equipo básico para la gestión del almacén	1	100000	100000	5	3.058	32701.12

TABLA 56: Coste otros equipamientos segunda configuración

Después de calcular los costes e inversiones anuales en cada uno de los apartados anteriores se obtiene un coste anual de 237101.87€ y una inversión de 329304.20€. De esta manera se puede cuantificar las decisiones tomadas anteriormente en el almacén y se puede comprobar que en esta configuración se obtiene un coste y una inversión menor que en la primera configuración.

5.2.6. Propuesta de mejora

Tras haber reducido el coste e inversión en la iteración anterior, se va a continuar optimizando todo lo posible.

Dado que se ha reducido la superficie del almacén destinando los esfuerzos en la zona de reserva, se va a proceder al estudio en el área de picking mediante el uso de medios automáticos en la siguiente iteración. También hay que tener los costes de personal en cuenta ya que son casi el 37.11% de los costes totales.

También, se pretenderá reducir la superficie con la incorporación de medios automáticos para reducir pasillos así como la carga de trabajo.

Esto será posible automatizando parte de los procesos del almacén como se verá a continuación.

5.3. Tercera configuración

Con el objetivo de mejorar los resultados anteriores y tras haber estudiado dos modelos de almacén de tipo convencional, se pretende realizar un diseño de almacén automatizado. Siendo la segunda configuración la mejor solución hasta el momento se tomará de base para la introducción de medios automatizados. Se introducirán cambios de automatización en la zona de picking, dado que es el área donde mayor rotación de materiales hay y también se separará por categoría ABC en cada sección los artículos de las secciones de congelado y frigoríficas para un mejor funcionamiento.

5.3.1. Medios de almacenamiento

Una vez decidido el perfil de inventario, con los cálculos de los stocks mínimos y máximos de cada categoría, se volverá a elegir otros medios de almacenamiento mediante un descarte de las opciones menos inviables y eligiendo entre las que sí son posibles para cada referencia.

También, se estudiará por separado el área de reserva y el área de picking ya no mueven los mismo niveles de stock pero sí que es posible que coincidan los mismos medios de

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

almacenamiento en ambas áreas. Dónde se introducirán los cambios de automatización en el área de picking.

En el área de reserva, al igual que en la primera configuración, se almacenará estanterías convencionales de palets las referencias que ocupen un volumen superior a 0.15 m³ y el resto en estanterías convencionales de cajas.

La siguiente tabla muestra el medio de almacenamiento en reserva:

Número de referencias	Stock máximo reserva (m ³)	Medio de almacenamiento
88	35.9035	Estanterías convencionales palets
1994	24.3448	Estanterías convencionales cajas

TABLA 57: Medios de almacenamiento en reserva tercera configuración

Para la zona de picking se ha elegido estanterías convencionales de cajas con un volumen total de 3.2388m³. Se ha decidido separar aquellas referencias que se almacenan en estanterías de cajas según el modelo de ventas A, B y C. Por lo que se ha decidido separar el área de picking en dos zonas: una zona para las referencias A y B (picking 1) que son las referencias que mayor rotación tienen y donde se colocarán medios de manutención automatizados y otra zona para las referencias tipo C (picking 2).

	Categoría	Volumen (m ³)
Picking 1	A y B	2.8878
Picking 2	C	0.3510

TABLA 58: Stock máximo por categoría zona picking tercera configuración

Ahora se estudiará el almacenamiento en las 3 secciones, se clasificarán en estanterías convencionales de cajas y por categorías ABC dentro de cada sección.

Sección	Referencias	Stock categoría A (m ³)	Stock categoríaB (m ³)	Stock categoría C (m ³)
A	193	12.0095	0.6490	0.0125
B	486	0.0220	0.1982	0.4029
C	240	5.8322	0.8485	0.2038
Total	919	17.8637	1.6958	0.6193

TABLA 59: Stock por categoría ABC en las secciones tercera configuración

5.3.2. Medios de manutención

La elección de los medios de manutención en esta tercera configuración se van a realizar de tipo convencional como anteriormente y de tipo automático en la zona de picking.

Para la zona de reserva se van a seleccionar los mismos medios de manutención para los palets. Por lo que se escogerá una carretilla retráctil de elevación hasta 6 metros y para cargar y descargar los palets se utilizará una transpaleta manual ya que la carretilla retráctil no puede debido al mástil que posee.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Medio de manutención	Unidades	Líneas de pedido por hora de operario	Coste
Carretilla retráctil (6m)	1	20	21000
Transpaleta manual	1	15	300

TABLA 60: Medios de manutención de palets tercera configuración

Para la zona de picking, los medios de manutención para el transporte de cajas se resumen en la siguiente tabla:

Medio de manutención	Unidades del medio de manutención	Líneas de pedido por hora de operario	Líneas de pedido diarias	Tiempo de trabajo (h)	Líneas de pedido totales
Miniload (6m)	1	100	95.37	8	149.23
Carretilla recogepedidos (6m)	1	80			

TABLA 61: Medios de manutención de cajas tercera configuración

En este apartado se han elegido los medios de manutención que son una carretilla retráctil, una transpaleta manual, un miniload que se utilizará para las referencias de tipo A y B con un coste de 150000€ más 15€ por ubicación y una carretilla recogepedidos (6m) para las referencias de tipo de C que la mayor parte del tiempo estará ociosa y se utilizará aparte para el transporte de cajas del área de reserva.

5.3.3. Flujo de materiales

Para la recepción y descarga de material se utilizará la transpaleta manual para los palets y la carretilla recogepedidos para las cajas ya que se recibe 1.31m³ de producto diario.

Para la ubicación en estanterías se utilizará la carretilla recogepedidos para colocar las cajas y la carretilla retráctil para colocar los palets. Se procederá del mismo modo para el abastecimiento del área de reserva a picking (sólo cajas).

Para la preparación de pedidos en picking se utilizará la carretilla recogepedidos para las cajas en la zona de picking 2 (referencias tipo C) y las secciones de congelado y frigoríficas y, por último, en la zona de picking 1 (referencias A y B) se encargará el miniload de preparar los pedidos.

Por último, para la expedición se utilizará la carretilla retráctil y la transpaleta manual.

5.3.4. Dimensionamiento del almacén

Para dimensionar las áreas de picking, reserva y secciones de congelado y cámaras frigoríficas hay que saber cuántos huecos y estanterías son necesarios para el almacenamiento de los artículos como se ha hecho en la primera configuración. A continuación, se calculará los huecos de las estanterías convencionales para palets y cajas. En las estanterías convencionales de palets de doble profundidad han de caber de palets y en el caso de las estanterías convencionales de palets cabrá una, evidentemente:

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m ³)
Palet	1	1.2	1.04	1.248
Hueco	1.1	1.35	1.5	2.227

TABLA 62: Dimensión hueco palets

Las dimensiones de los huecos y las cajas son:

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m ³)
Caja	0.5	0.5	0.35	0.087
Hueco	1	0.7	0.4	0.240

TABLA 63: Dimensión hueco cajas

Ahora se va a calcular los huecos en la sección de congelados y en las dos secciones de frigoríficas (carnes y pescados) siguiendo una política de ubicación de distribución fija. Se almacenarán en cajas y no habrá distinción entre picking y reserva.

En la sección A se ubicarán los congelados, en la sección B se ubicarán las carnes y charcutería y en la sección C los pescados y mariscos.

Tipo de estantería	Categoría ABC	Stock en m ³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	A	12.0095	51
	B	0.6490	3
	C	0.0125	1

TABLA 64: Huecos necesarios en la sección A tercera configuración

Tipo de estantería	Categoría ABC	Stock en m ³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	A	0.0220	1
	B	0.1982	1
	C	0.4029	2

TABLA 65: Huecos necesarios en la sección B tercera configuración

Tipo de estantería	Categoría ABC	Stock en m ³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	A	5.8322	25
	B	0.8485	4
	C	0.2038	1

TABLA 66: Huecos necesarios en la sección C tercera configuración

También es necesario para el resto de artículos calcular los huecos necesarios y saber la política de ubicación. En este caso, para el área de picking se ha establecido una distribución fija y para el área de reserva una distribución aleatoria, la cuál tendrá un 10% más añadido debido a la temporalidad ya que se trabaja con palets y cajas.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

De modo que:

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock en m ³	Factor de corrección	Huecos necesarios
Reserva	Aleatoria	Estantería convencional palets	25.2436	1.10	13
		Estantería convencional cajas	14.8258	1.10	68

TABLA 67: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock a reponer en lotes (m ³)	Factor de corrección	Huecos necesarios
Picking	Fijo	Estantería convencional cajas (Picking 1)	2.8878	1	13
		Estantería convencional cajas (Picking 2)	0.3511	1	2

TABLA 68: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking

En la sección A, se ha obtenido 51 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales en la categoría A, 3 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales en la categoría B y 1 hueco necesario de estanterías de cajas convencionales en la categoría C.

En la sección B serán necesarios 1 hueco de estantería de cajas convencionales en la categoría A, 1 hueco necesario de estanterías de cajas convencionales en la categoría B y 2 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales en la categoría C.

En la sección C se necesitarían 25 huecos de estanterías de cajas convencionales en la categoría A, 4 huecos de estanterías de cajas convencionales en la categoría B y 1 hueco de estanterías de cajas convencionales en la categoría C.

En el área de reserva, se ha obtenido 13 huecos necesarios de estanterías convencionales de palets y 68 huecos necesarios de estanterías convencionales de cajas.

En el área de picking, serán necesarios 13 huecos de estanterías convencionales de cajas de picking 1 y 2 huecos de estanterías convencionales de cajas de picking 2.

Una vez que se obtiene el número de huecos necesarios para cada estantería se procede al cálculo que ocuparán estas superficies en el almacén.

A continuación, se muestran las tablas de las secciones de congelado y cámaras frigoríficas de estanterías convencionales de cajas:

Sección A				
Estantería convencional de cajas Categoría A	Nº alturas	3	Alto (m)	4.5
	Nº filas	5	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	51	Superficie (m ²)	15.4

TABLA 69: Huecos necesarios en sección A en la categoría A tercera configuración

Sección A				
Estantería convencional de cajas Categoría B	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	2	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	3	Superficie (m ²)	3.08

TABLA 70: Huecos necesarios en sección A en la categoría B tercera configuración

Sección A				
Estantería convencional de cajas Categoría C	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 71: Huecos necesarios en sección A en la categoría C tercera configuración

Sección B				
Estantería convencional de cajas Categoría A	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 72: Huecos necesarios en sección B en la categoría A tercera configuración

Sección B				
Estantería convencional de cajas Categoría B	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 73: Huecos necesarios en sección B en la categoría B tercera configuración

Sección B				
Estantería convencional de cajas Categoría C	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	2	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	2	Superficie (m ²)	1.54

TABLA 74: Huecos necesarios en sección B en la categoría C tercera configuración

Sección C				
Estantería convencional de cajas Categoría A	Nº alturas	3	Alto (m)	4.5
	Nº filas	3	Largo (m)	3.3
	Nº columnas	3	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	25	Superficie (m ²)	6.93

TABLA 75: Huecos necesarios en sección C en la categoría A tercera configuración

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Sección C				
Estantería convencional de cajas Categoría B	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	2	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	4	Superficie (m ²)	3.08

TABLA 76: Huecos necesarios en sección C en la categoría B tercera configuración

Sección C				
Estantería convencional de cajas Categoría C	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.7

TABLA 77: Huecos necesarios en sección C en la categoría C tercera configuración

En esta tabla se ve el caso de estanterías convencionales de cajas, en el área de reserva:

Estantería convencional de cajas	Nº alturas	3	Alto (m)	4.5
	Nº filas	4	Largo (m)	6.6
	Nº columnas	6	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	68	Superficie (m ²)	18.48

TABLA 78: Dimensión hueco estantería convencional de cajas zona reserva tercera configuración

Ahora se ve el caso de estanterías convencionales para palets, en el área de reserva:

Estantería convencional palets	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	2	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	1.35
	Nº huecos	13	Superficie (m ²)	5.94

TABLA 79: Dimensión hueco estantería convencional palets zona reserva tercera configuración

Ahora, se puede ver las estanterías convencionales de cajas de picking:

Estantería convencional de cajas (picking 1)	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	2	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	13	Superficie (m ²)	6.16

TABLA 80: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 1 tercera configuración

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Y por último, se tiene las estanterías convencionales de cajas de picking:

Estantería convencional de cajas (picking 2)	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	2	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 81: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 2 tercera configuración

Para la sección A se necesitará 8 estanterías convencionales de cajas, con 55 huecos y una superficie de 19.25 m². Para la sección B se necesitará 4 estanterías convencionales de cajas, con 4 huecos y una superficie de 3.08 m². Para la sección C se necesitará 6 estanterías convencionales de cajas, con 30 huecos y una superficie de 10.71 m².

Para la zona de reserva se necesitará 2 estantería convencional de palets con 13 huecos con una superficie de 5.94m² y 4 estanterías convencionales de cajas con 68 huecos y una superficie de 18.48 m² y una superficie total de 24.42m².

Para la zona de picking, precisará de 1 estantería convencional de cajas (picking 2) con 2 huecos y una superficie de 0.77 m² y 2 estanterías convencionales de cajas (picking 1) con 13 huecos y una superficie total de 6.16 m².

En la zona de recepción y expedición puesto que se recibe el mismo volumen de artículos 1.31 m³, la zona que lo delimita se mantiene con un valor de 3.84 m².

También, se dispondrá en el almacén con una zona de servicios con una superficie de 20 m², otra zona con contenedores de residuos con una superficie de 16m² y por último un comedor de 32 m² para que los operarios puedan avuitallarse sin necesidad de salir del almacén.

Ya se ha dimensionado todas las partes del almacén, pero no se ha tenido en cuenta el tamaño de los pasillos interiores según los medios de manutención escogidos. Cómo se puede ver en la siguiente tabla son los siguientes:

Medios de manutención	Pasillo (m)
Carretilla recogepedidos	1.8
Transpaleta manual	1.5
Carretilla retráctil	2.7
Miniload	0.8

TABLA 82: Pasillos según el medio de manutención tercera configuración

A continuación, se muestra el diseño en planta detalladamente teniendo en cuenta todas las zonas que se han estudiado anteriormente como la zona de picking, zona de reserva, las secciones de congelados y cámaras frigoríficas, zona de recepción y expedición, los pasillos internos del almacén y por último una determinada parte destinada a la administración.

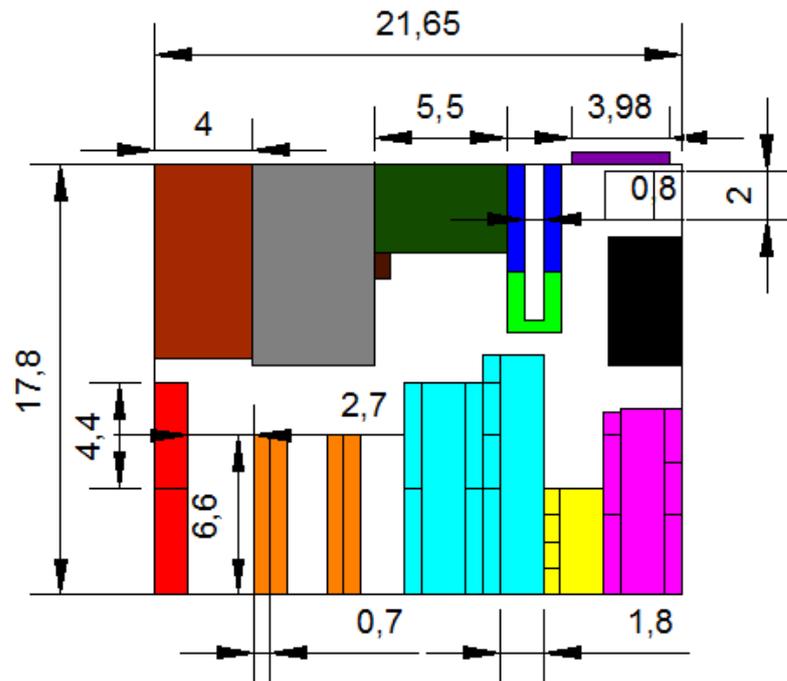


ILUSTRACIÓN 8: DISEÑO PLANTA TERCERA CONFIGURACIÓN

Este diseño corresponde a:

- Naranja: Estanterías convencionales de cajas de reserva
- Rojo: Estanterías convencionales de palets de reserva
- Azul oscuro: Estanterías convencionales de cajas picking 1
- Marrón oscuro: Estanterías convencionales de cajas picking 2
- Verde claro: Miniload
- Azul claro: Sección A
- Amarillo: Sección B
- Rosa: Sección C
- Marrón: Comedor
- Negro: Contenedores de residuos
- Gris: Zona de administración
- Verde oscuro: Zona de servicios
- Blanco: Zona de recepción y expedición
- Violeta: Muelle de carga

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Con el presente diseño en planta del almacén, se dispone de una configuración visual aproximada de lo que sería el almacén. Por tanto, con este diseño en planta se necesitarían 385.37m² de superficie y unos 6 metros aproximadamente de altura.

5.3.5. Inversión y coste anual

La inversión y costes ya se pueden realizar al haber acabado todos los apartados anteriores. Este apartado es muy importante ya que permite cuantificar las decisiones que se han tomado anteriormente para la configuración del almacén y posteriormente para compararla con las demás soluciones que se obtengan y elegir entre ellas la solución más conveniente.

Para este apartado se tendrá en cuenta las instalaciones, los medios de almacenamiento, los medios de mantenimiento, coste de personal, coste de mantenimiento y energía y otros equipamientos.

Para el cálculo del coste anual se ha empleado el método DFC (Descuentos de Flujo de Caja), ya que los equipos tienen una vida útil de varios años. Esto es debido a que el valor actual del dinero no es el mismo ahora, que en el futuro.

- Instalaciones

	Superficie (m²)	Precio (€/m²)	Inversión	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Nave industrial	385.37	340	131025.80	20	5.101	25686.30
Servicios generales	385.37	30	11561.10	20	5.101	2266.44
Secciones frigoríficas y de congelado	33.04	400	13216	20	5.101	2590.86

TABLA 83: Coste de instalación tercera configuración

- Medios de almacenamiento:

	Superficie (m²)	Precio (€/m²)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Estanterías convencionales de palets	5.94	20	118.80	10	4.339	27.38
Estanterías convencionales de cajas	58.45	30	1753.50	10	4.339	404.12

TABLA 84: Coste de los medios de almacenamiento tercera configuración

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

- Medios de manutención

	Nº	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Carretilla recogepedidos (6m)	1	40000	40000	10	4.339	9218.71
Miniload	1	150000	150000	10	4.339	34570.17
Ubicaciones miniload	13	15	195	10	4.339	44.94
Carretilla retráctil (6m)	1	21000	21000	10	4.339	4839.82
Transpaleta manual	1	300	300	10	4.339	69.14

TABLA 85: Coste de los medios de manutención tercera configuración

- Coste de personal

	Cantidad	Coste (€/persona) anual	Coste total anual
Jefe de almacén	1	32000	32000
Administrativos	1	26000	26000
Almaceneros	1	15000	15000
Mantenimiento	1	18000	18000

TABLA 86: Coste de personal tercera configuración

- Coste de mantenimiento y energía

	Coste	Coste anual
Equipamiento móvil	10% sobre la inversión	21149.50
Edificio e instalaciones	1% sobre la inversión	1558.03
Gasto de energía en congeladores y frigoríficos	150€/m ³	59472
Gastos de energía y otros	45 €/m ²	17341.65

TABLA 87: Coste de mantenimiento y energía tercera configuración

- Otros equipamientos

	Unidades	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual
Hardware y equipo básico para la gestión del almacén	1	100000	100000	5	3.058	32701.11

TABLA 88: Coste otros equipamientos tercera configuración

Después de calcular los costes e inversiones anuales en cada uno de los apartados anteriores se obtiene un coste anual de 302940.17€ y una inversión de 469170.20€. De esta manera se puede cuantificar las decisiones tomadas anteriormente en el almacén y se puede comprobar que en esta configuración se obtiene un coste y una inversión mayor que en la segunda configuración.

Se ha comprobado que se ha logrado el objetivo mediante la reducción de la superficie del almacén. Esto es debido a que el área de picking se ha sido reducida un 9.1% debido al uso de los medios miniload ha permitido reducir considerablemente los pasillos interiores, pero al utilizar estos medios automáticos la inversión ha resultado la más alta de las tres configuraciones.

5.3.6. Propuesta de mejora

Dado que se han obtenido buenos resultados en el área de picking en la tercera configuración se va a tratar de realizar el mismo diseño pero sin utilizar los medios automatizados con el fin de reducir el coste e inversión. Ya que los equipos automáticos utilizados como el miniload supone un coste bastante elevado se va a tratar de realizar la tercera configuración pero con medios convencionales.

5.4. Cuarta configuración

Se va a realizar una configuración idéntica a la tercera pero sin la utilización de medios automáticos, utilizando medios convencionales ya que son menos costosos para justificar que no es necesario el uso de medios automatizados.

5.4.1. Medios de almacenamiento

Para el área de reserva se ha seleccionado estanterías convencionales de palets y estanterías convencionales de cajas. Por otro lado, para el área de picking y secciones de congelado y frigoríficas se ha escogido solamente estanterías convencionales de cajas. (Apartado 6.3.1.)

5.4.2. Medios de manutención

Cómo en las configuraciones anteriores, una vez decidido el perfil de inventario, con los cálculos de los stocks mínimos y máximos de cada categoría, se volverá a elegir otros medios

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

de almacenamiento mediante un descarte de las opciones menos inviables y eligiendo entre las que sí son posibles para cada referencia.

La elección de los medios de manutención va a ser totalmente convencional en esta configuración.

Los datos calculados en la primera configuración son igual de válidos para la cuarta configuración:

Para la zona de reserva se van a seleccionar los mismos medios de manutención para los palets. Por lo que se escogerá una carretilla retráctil de elevación hasta 6 metros y para cargar y descargar los palets se utilizará una transpaleta manual ya que la carretilla retráctil no puede debido al mástil que posee.

Medio de manutención	Unidades	Líneas de pedido por hora de operario	Coste
Carretilla retráctil (6m)	1	20	21000
Transpaleta manual	1	15	300

TABLA 89: Medios de manutención de palets cuarta configuración

Para la zona de picking en la que sólo hay estanterías convencionales de cajas se van a utilizar carretillas recogepedidos. En la siguiente tabla se muestra:

Medio de manutención	Unidades del medio de manutención	Líneas de pedido diarias	Líneas de pedido por hora de operario	Líneas de pedido totales
Carretilla recogepedidos	1	95.37	80	149.23

TABLA 90: Medios de manutención de cajas cuarta configuración

En definitiva, los medios de manutención seleccionados son 1 carretilla retráctil (6m), 1 transpaleta manual (6m) y 1 carretillas recogepedidos. Las carretillas recogepedidos se utilizarán para las actividades relacionadas con las cajas, la carretilla retráctil para las actividades con altura de los palets y la transpaleta manual se empleará la carga y descarga de los mismos en los vehículos de transporte.

5.4.3. Flujo de materiales

Para la recepción y descarga de material se utilizará la transpaleta manual para los palets y la carretilla recogepedidos para las cajas. Se recibe 1.31 m³ de producto diario.

Para la ubicación en estanterías se utilizará la carretilla recogepedidos para colocar las cajas y la carretilla retráctil para colocar los palets. Se procederá del mismo modo para el abastecimiento del área de reserva a picking y secciones (sólo cajas).

Para la preparación de pedidos en picking se utilizará la carretilla recogepedidos para las cajas en la zona de picking 2 (referencias tipo C) y para la zona de picking 1 (referencias A y B). Para la zona de las secciones se procederá de la misma manera.

Por último, para la expedición se utilizará la carretilla retráctil y la transpaleta manual.

5.4.4. Dimensionamiento del almacén

Para dimensionar las áreas de picking, reserva y secciones de congelado y frigoríficas hay que saber cuántos huecos y estanterías son necesarios para el almacenamiento de los artículos como se ha hecho en todas las configuraciones.

También es necesario para calcular los huecos, saber la política de ubicación. En este caso, para el área de picking y de las secciones se ha establecido una distribución fija y para el área de reserva una distribución aleatoria, la cuál tendrá un 10% más añadido debido a la temporalidad ya que se trabaja con palets y cajas.

Los huecos definidos para esta configuración son los mismos que los de la tercera configuración.

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m³)
Palet	1	1.2	1.04	1.248
Hueco	1.1	1.35	1.5	2.227

TABLA 91: Dimensión hueco palets

Las dimensiones de los huecos y las cajas son:

	Largo(m)	Ancho(m)	Alto(m)	Volumen(m³)
Caja	0.5	0.5	0.35	0.087
Hueco	1	0.7	0.4	0.240

TABLA 92: Dimensión hueco cajas

Ahora se va a calcular los huecos en la sección de congelados y en las dos secciones de frigoríficas (carnes y pescados) siguiendo una política de ubicación de distribución fija. Se almacenarán en cajas y no habrá distinción entre picking y reserva.

En la sección A se ubicarán los congelados, en la sección B se ubicarán las carnes y charcutería y en la sección C los pescados y mariscos.

Tipo de estantería	Categoría ABC	Stock en m³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	A	12.0095	51
	B	0.6490	3
	C	0.0125	1

TABLA 93: Huecos necesarios en la sección A cuarta configuración

Tipo de estantería	Categoría ABC	Stock en m³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	A	0.0220	1
	B	0.1982	1
	C	0.4029	2

TABLA 94: Huecos necesarios en la sección B cuarta configuración

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Tipo de estantería	Categoría ABC	Stock en m ³	Huecos necesarios
Estantería convencional de cajas	A	5.8322	25
	B	0.8485	4
	C	0.2038	1

TABLA 95: Huecos necesarios en la sección C cuarta configuración

Se procede al cálculo de huecos del área de picking y reserva:

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock en m ³	Factor de corrección	Huecos necesarios
Reserva	Aleatoria	Estantería convencional palets	25.2436	1.10	13
		Estantería convencional cajas	14.8258	1.10	68

TABLA 96: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en reserva

Zona	Ubicación	Tipo de estantería	Stock a reponer en lotes (m ³)	Factor de corrección	Huecos necesarios
Picking	Fijo	Estantería convencional cajas (Picking 1)	2.8878	1	13
		Estantería convencional cajas (Picking 2)	0.3511	1	2

TABLA 97: Huecos necesarios según tipo de estantería y de área en picking

En la sección A, se ha obtenido 51 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales en la categoría A, 3 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales en la categoría B y 1 hueco necesario de estanterías de cajas convencionales en la categoría C.

En la sección B serán necesarios 1 hueco de estantería de cajas convencionales en la categoría A, 1 hueco necesario de estanterías de cajas convencionales en la categoría B y 2 huecos necesarios de estanterías de cajas convencionales en la categoría C.

En la sección C se necesitarían 25 huecos de estanterías de cajas convencionales en la categoría A, 4 huecos de estanterías de cajas convencionales en la categoría B y 1 hueco de estanterías de cajas convencionales en la categoría C.

En el área de reserva, se ha obtenido 13 huecos necesarios de estanterías convencionales de palets y 68 huecos necesarios de estanterías convencionales de cajas.

En el área de picking, serán necesarios 13 huecos de estanterías convencionales de cajas de Picking 1 y 2 huecos de estanterías convencionales de cajas de Picking 2.

Una vez que se obtiene el número de huecos necesarios para cada estantería se procede al cálculo que ocuparán estas superficies en el almacén.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

A continuación, se muestran las tablas de las secciones de congelado y cámaras frigoríficas de estanterías convencionales de cajas:

Sección A				
Estantería convencional de cajas Categoría A	Nº alturas	3	Alto (m)	4.5
	Nº filas	5	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	51	Superficie (m ²)	15.4

TABLA 98: Huecos necesarios en sección A en la categoría A cuarta configuración

Sección A				
Estantería convencional de cajas Categoría B	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	2	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	3	Superficie (m ²)	3.08

TABLA 99: Huecos necesarios en sección A en la categoría B cuarta configuración

Sección A				
Estantería convencional de cajas Categoría C	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 100: Huecos necesarios en sección A en la categoría C cuarta configuración

Sección B				
Estantería convencional de cajas Categoría A	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 101: Huecos necesarios en sección B en la categoría A cuarta configuración

Sección B				
Estantería convencional de cajas Categoría B	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 102: Huecos necesarios en sección B en la categoría B cuarta configuración

Sección B				
Estantería convencional de cajas Categoría C	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	2	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	2	Superficie (m ²)	1.54

TABLA 103: Huecos necesarios en sección B en la categoría C cuarta configuración

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Sección C				
Estantería convencional de cajas Categoría A	Nº alturas	3	Alto (m)	4.5
	Nº filas	3	Largo (m)	3.3
	Nº columnas	3	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	25	Superficie (m ²)	6.93

TABLA 104: Huecos necesarios en sección C en la categoría A cuarta configuración

Sección C				
Estantería convencional de cajas Categoría B	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	2	Largo (m)	2.2
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	4	Superficie (m ²)	3.08

TABLA 105: Huecos necesarios en sección C en la categoría B cuarta configuración

Sección C				
Estantería convencional de cajas Categoría C	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1
	Nº columnas	1	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	1	Superficie (m ²)	0.7

TABLA 106: Huecos necesarios en sección C en la categoría C cuarta configuración

En esta tabla se ve el caso de estanterías convencionales de cajas:

Estantería convencional cajas	Nº alturas	3	Alto (m)	4.5
	Nº filas	4	Largo (m)	6.6
	Nº columnas	6	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	68	Superficie (m ²)	18.48

TABLA 107: Dimensión hueco estantería cajas zona reserva cuarta configuración

Ahora se ve el caso de estanterías convencionales para palets:

Estantería convencional palets	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	2	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	1.35
	Nº huecos	13	Superficie (m ²)	5.94

TABLA 108: Dimensión hueco estantería convencional palets zona reserva cuarta configuración

Seguidamente el caso de estanterías convencionales para cajas en picking:

Estantería convencional de cajas (picking 1)	Nº alturas	2	Alto (m)	3
	Nº filas	2	Largo (m)	4.4
	Nº columnas	4	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	13	Superficie (m ²)	6.16

TABLA 109: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 1 cuarta configuración

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Estantería convencional de cajas (picking 2)	Nº alturas	1	Alto (m)	1.5
	Nº filas	1	Largo (m)	1.1
	Nº columnas	2	Ancho (m)	0.7
	Nº huecos	2	Superficie (m ²)	0.77

TABLA 110: Dimensión hueco estantería convencional cajas zona picking 2 cuarta configuración

Para la sección A se necesitará 8 estanterías convencionales de cajas, con 55 huecos y una superficie de 19.25 m². Para la sección B se necesitará 4 estanterías convencionales de cajas, con 4 huecos y una superficie de 3.08 m². Para la sección C se necesitará 6 estanterías convencionales de cajas, con 30 huecos y una superficie de 10.71 m².

Para la zona de reserva se necesitará 2 estantería convencional de palets con 13 huecos con una superficie de 5.94 m² y 4 estantería convencional de cajas con 68 huecos y una superficie de 18.48m².

Para la zona de picking, precisará de 1 estantería convencional de cajas (picking 2) con 2 huecos y una superficie de 0.77 m² y 2 estanterías convencionales de cajas (picking 1) con 13 huecos y una superficie de 6.16 m².

En la zona de recepción y expedición puesto que se recibe el mismo volumen de artículos 1.31 m³, la zona que lo delimita se mantiene con un valor de 3.84 m².

También, se dispondrá en el almacén con una zona de servicios con una superficie de 20 m², otra zona con contenedores de residuos con una superficie de 16m² y por último un comedor de 32 m² para que los operarios puedan avuitallarse sin necesidad de salir del almacén.

Ya se ha dimensionado todas las partes del almacén, pero no se ha tenido en cuenta el tamaño de los pasillos interiores según los medios de manutención escogidos. Cómo se puede ver en la siguiente tabla son los siguientes:

Medios de manutención	Pasillo (m)
Carretilla recogepedidos	1.8
Transpaleta manual	1.5
Carretilla retráctil	2.7

TABLA 111: Pasillos según el medio de manutención cuarta configuración

A continuación, se muestra el diseño en planta detalladamente teniendo en cuenta todas las zonas que se han estudiado anteriormente como la zona de picking, zona de reserva, zona de recepción y expedición, los pasillos internos del almacén y por último una determinada parte destinada a la administración.

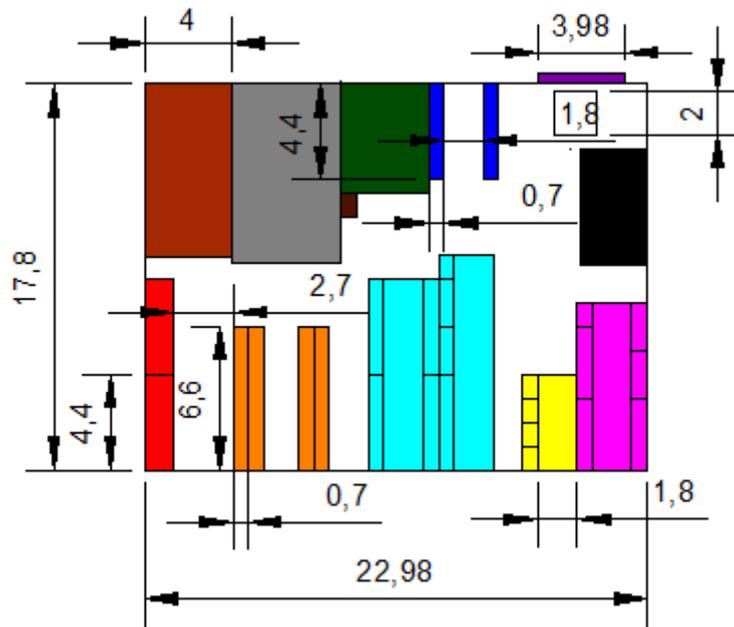


ILUSTRACIÓN 9: Diseño planta cuarta configuración

Este diseño corresponde a:

- Naranja: Estanterías convencionales de cajas de reserva
- Rojo: Estanterías convencionales de palets de reserva
- Azul oscuro: Estanterías convencionales de cajas picking 1
- Marrón oscuro: Estanterías convencionales de cajas picking 2
- Azul claro: Sección A
- Amarillo: Sección B
- Rosa: Sección C
- Marrón: Comedor
- Negro: Contenedores de residuos
- Gris: Zona de administración
- Verde oscuro: Zona de servicios
- Blanco: Zona de recepción y expedición
- Violeta: Muelle de carga

Con el presente diseño en planta del almacén, se dispone de una configuración visual aproximada de lo que sería el almacén. Por tanto, con este diseño en planta se necesitarían 409.04m² de superficie y unos 6 metros aproximadamente de altura.

5.4.5. Inversión y coste anual

La inversión y costes ya se pueden realizar al haber acabado todos los apartados anteriores. Este apartado es muy importante ya que permite cuantificar las decisiones que se han tomado anteriormente para la configuración del almacén y posteriormente para compararla con las demás soluciones que se obtengan y elegir entre ellas la solución más conveniente.

Para este apartado se tendrá en cuenta las instalaciones, los medios de almacenamiento, los medios de mantenimiento, coste de personal, coste de mantenimiento y energía y otros equipamientos.

Para el cálculo del coste anual se ha empleado el método DFC (Descuentos de Flujo de Caja), ya que los equipos tienen una vida útil de varios años. Esto es debido a que el valor actual del dinero no es el mismo ahora, que en el futuro.

- Instalaciones

	Superficie (m²)	Precio (€/m²)	Inversión	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Nave industrial	409.04	340	139073	20	5.101	27263.98
Servicios generales	409.04	30	12271.2	20	5.101	2405.64
Secciones frigoríficas y de congelado	33.04	400	13216	20	5.101	2590.86

TABLA 112: Coste de instalación cuarta configuración

- Medios de almacenamiento:

	Superficie (m²)	Precio (€/m²)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Estanterías convencionales de palets	5.94	20	118.80	10	4.339	27.37
Estanterías convencionales de cajas	58.45	30	1753.50	10	4.339	404.13

TABLA 113: Coste de los medios de almacenamiento cuarta configuración

**DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS**

- Medios de manutención

	Nº	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Vida útil (años)	DFC	Coste anual
Carretilla recogepedidos (6m)	1	40000	40000	10	4.339	9218.71
Carretilla retráctil (6m)	1	21000	21000	10	4.339	4839.82
Transpaleta manual	1	300	300	10	4.339	69.14

TABLA 114: Coste de los medios de manutención cuarta configuración

- Coste de personal

	Cantidad	Coste (€/persona) anual	Coste total anual
Jefe de almacén	1	32000	32000
Administrativos	1	26000	26000
Almaceneros	2	15000	30000

TABLA 115: Coste de personal cuarta configuración

- Coste de mantenimiento y energía

	Coste	Coste anual
Equipamiento móvil	10% sobre la inversión	6130
Edificio e instalaciones	1% sobre la inversión	1645.60
Gasto de energía en congeladores y frigoríficos	150€/m ³	59472
Gastos de energía y otros	45 €/m ²	18406.80

TABLA 116: Coste de mantenimiento y energía cuarta configuración

- Otros equipamientos

	Unidades	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Años de vida útil	DFC	Coste anual
Hardware y equipo básico para la gestión del almacén	1	100000	100000	5	3.058	32701.11

TABLA 117: Coste otros equipamientos cuarta configuración

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

Después de calcular los costes anuales e inversiones en cada uno de los apartados anteriores se obtiene un coste anual de 253175.16€ y una inversión de 327732.50€. De esta manera se puede cuantificar las decisiones tomadas anteriormente en el almacén y se puede comprobar en que configuración se obtiene el menor coste y la menor inversión.

Se ha obtenido que la superficie del almacén es ligeramente superior a la tercera configuración y que la inversión es inferior a la tercera configuración dado que no se ha utilizado medios automáticos.

6. Solución adoptada

6.1. Análisis económico y elección de la configuración

Una vez ya realizadas y estudiadas las cuatro configuraciones del almacén en la que se han tomado distintas alternativas para cada configuración en cuanto a los medios de almacenamiento, los medios de manutención, la ubicación de las referencias, etc. Se procede a un estudio comparativo económico para elegir la solución final.

A continuación se muestra la tabla con los costes e inversiones de cada configuración:

	1 ^a Configuración	2 ^a Configuración	3 ^a Configuración	4 ^a Configuración
Coste anual (€)	238603.71	237101.87	302940.17	253175.16
Inversión (€)	351614.20	329304.20	469170.20	327732.50

TABLA 118: Resumen de costes e inversión de las configuraciones

Para verlo más fácil, se ha elaborado un gráfico:

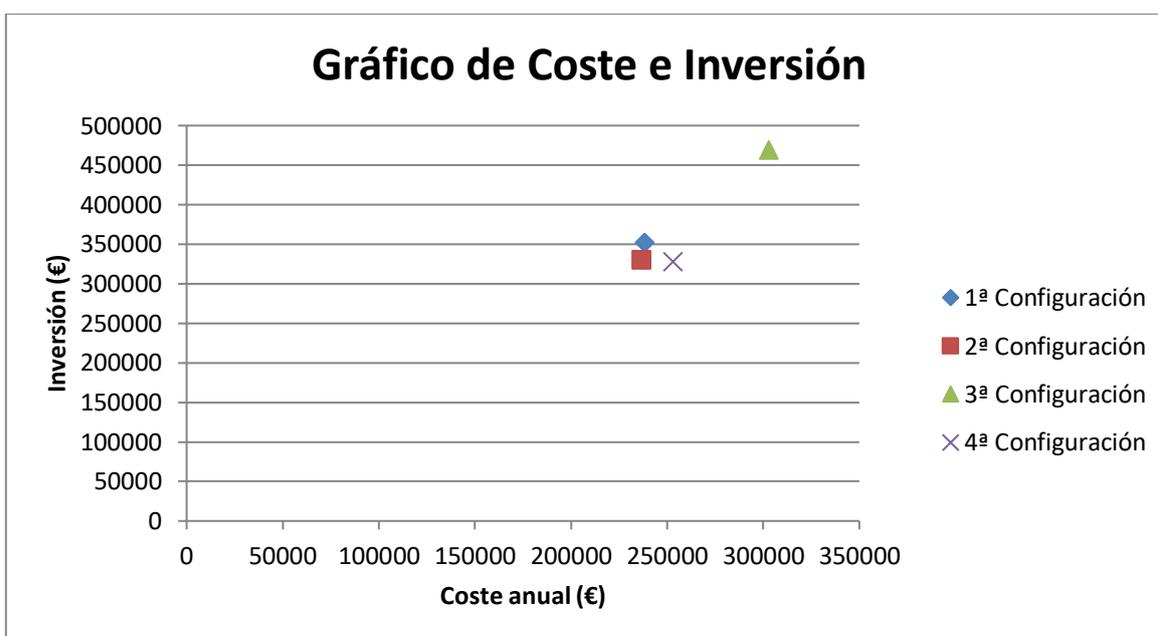


ILUSTRACIÓN 10: Costes e inversiones de las configuraciones

Analizando el gráfico se puede establecer cuál será la elección escogida.

Por tanto, se puede descartar a la configuración 3 dado que supera los límites establecidos para la inversión situados en 450000€. También, se puede descartar la configuración 1 ya que tiene un coste parecido a la configuración 2 pero mayor inversión. De modo que la elección estará entre la configuración 2 y la configuración 4.

La segunda configuración tiene el coste anual más bajo, pero en cuanto a la inversión es la cuarta configuración la que tiene la inversión más baja.

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

De modo que para elegir una configuración y basándonos en criterios económicos se va a estudiar los futuros flujos de caja de ambas configuraciones en un horizonte temporal de 15 años. Se va a proceder de la siguiente manera: se iniciará en el año 0 con la inversión inicial a la que cada año se le irán sumando los costes operativos. Estos costes operativos están formados por los costes de personal, los gastos de energía del almacén, los gastos de energía de las secciones frigoríficas y de congelado y en definitiva aquellos costes en los que se tenga que realizar un pago. Y sin tener en cuenta las amortizaciones de la nave industrial, maquinaria y demás equipos ya que el coste anual los tiene en cuenta.

	Año 0 (Inversión inicial)	Año 5	Año 10	Año 15
2ª Configuración	329304.20	1115719.85	1902135.50	2688552.15
4ª Configuración	327732.50	1196004.50	2064276.50	2932548.50

TABLA 119: Pagos acumulados configuraciones 2 y 4

Como se puede observar en la siguiente ilustración, en la cuarta configuración se obtienen más pagos que en la segunda configuración:

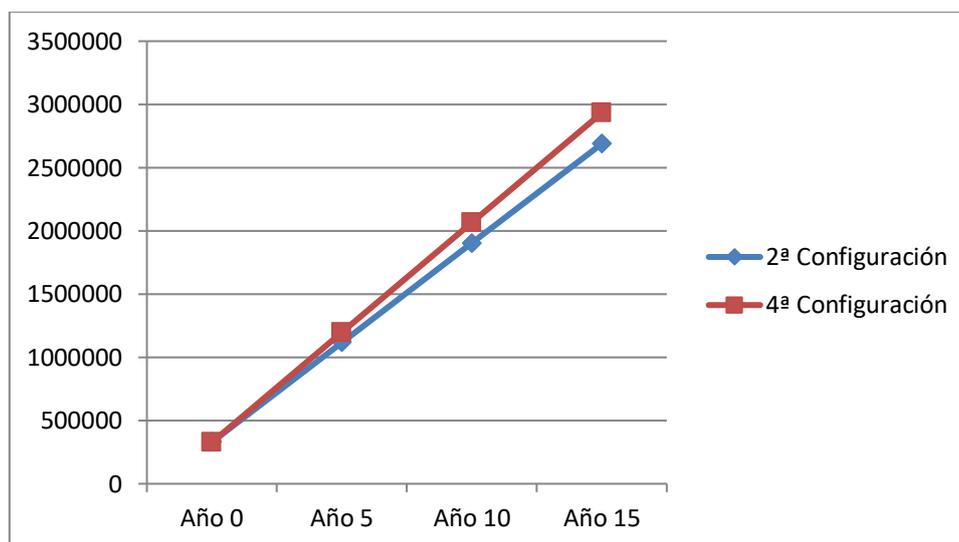


ILUSTRACIÓN 11: Pagos acumulados en el horizonte temporal

Por tanto, en cuanto a criterios económicos, se considera que la opción más rentable es la segunda configuración. Esto es debido en parte, a que en la cuarta configuración la superficie de las secciones frigoríficas y de congelado es un 30% mayor que en la superficie usada en la segunda configuración. De modo que se incurre en un mayor gasto energético que se verá reflejado en los pagos de la empresa.

7. Procedimientos operativos

Los procedimientos operativos del almacén escogido en cuanto a la recepción del material, inspección del material recibido, almacenamiento en picking y reserva o en las secciones frigoríficas y de congelado, el transporte interno, la preparación de pedidos y las expediciones se van a detallar a continuación:

1. En primer lugar, se descarga la carga recibida del proveedor en el muelle.
2. Se procede a realizar una inspección visual por parte de los operarios de la carga recibida por si hubiera alguna paleta o caja con material defectuoso o roto, ya que los productos alimentarios deben de estar en buen estado para su posterior venta y también son frágiles y al mínimo golpe o contacto pueden romperse o incluso algunos productos pueden aplastarse con ellos mismos.
3. Una vez comprobado el material, habrá que diferenciar si el palet es mono-referencia o multi-referencia. Si el palet es mono-referencia se almacenará directamente en formato palet en reserva (dado que en el área de picking y las secciones sólo se utiliza el formato caja). Si fuera palet mono-referencia de las secciones de congelado y frigoríficas se despaletizaría y se almacenaría posteriormente en formato caja. Y si es multi-referencia habrá de despaletizar la carga y almacenar posteriormente.
4. En la zona de picking, si hay huecos vacíos de las referencias recibidas habrá que reponerlos inmediatamente hasta el stock máximo de picking y el resto del material se quedará en la zona de reserva.
5. A parte, las reposiciones al área de picking desde el área de reserva se realizarán mediante el plazo de reposición correspondiente según la categorización del análisis ABC. Si de alguna manera se agotará antes, se trasladaría el producto igualmente desde el área de reserva.
6. Seguidamente, se realiza la preparación de los pedidos.
7. A continuación, se procede al embalado y precintado de las líneas de pedido y se trasladan al área de expediciones.
8. Por último, se cargan los camiones con los pedidos ya preparados para que se entreguen a su destino final.

8. Resumen y conclusiones

Con el paso del tiempo la importancia de tener un buen centro logístico resulta cada vez más relevante. Es por eso que las empresas que mejores resultados presentan son debido al éxito global que tiene su cadena logística y que por tanto, cuentan con un centro de distribución totalmente eficiente y eficaz.

Por lo que este tipo de almacenes aparte de ser centros dedicados al almacenaje, se han ido convirtiendo en centros enfocados al servicio y soporte de la organización.

Los objetivos del diseño y layout de los almacenes son principalmente facilitar la rapidez de la preparación de los pedidos, la precisión de los mismos y la ubicación más eficiente de existencias, para poder potenciar las ventajas competitivas que se encuentran en el plan estratégico de la organización, de manera que se consiguen ciclos de pedido más rápidos y un mejor servicio al cliente.

El objeto de este trabajo ha sido diseñar un almacén de distribución de productos alimentarios que cumpliera las necesidades actuales de los clientes y que también satisficiera las necesidades de la organización en cuanto a plazo de servicio, superficie, costes e inversión.

Para obtener una solución adecuada se ha utilizado una metodología iterativa la cuál consistía en ir realizando varias configuraciones alternando los medios de almacenamiento, los medios de manutención, distinta ubicación de los elementos, etc, en definitiva distintos diseños mediante los que una vez finalizada la configuración, se realizaba una comparación económica con los resultados de los costes e inversiones correspondientes.

En la primera configuración que ha sido la más dificultosa ya que no partíamos de nada, se ha realizado de la manera más convencional y estándar posible intentando llegar a una solución bastante simple.

En la segunda configuración, se han utilizado también medios convencionales pero ya teniendo una ligera idea de cómo abordar los problemas. Se ha intentado reducir la superficie del almacén y la utilización de medios de manutención más económicos que en la primera configuración ya que eran los dos generadores de coste dónde mayor margen de mejora había. De modo, que se ha conseguido reducir la superficie de los pasillos mediante el uso medios de manutención diferentes y la superficie total. Por tanto, que se redujo el coste y la inversión,

En la tercera configuración, a diferencia de las otras dos configuraciones, se han tomado decisiones de tipo convencional y automático y se ha distribuido de una manera más eficiente las secciones de congelado y frigoríficas. Se ha intentado reducir a la superficie del almacén mediante la automatización de algunos procesos y abordar la reducción de costes de personal ya que era muy elevada, casi un 40% en la segunda configuración. La zona donde se han realizado las mejoras ha sido principalmente en la zona de picking. Pero la automatización requiere de unas inversiones muy elevadas y también requiere de más personal de mantenimiento por lo que esta configuración no ha sido la escogida. También decir que debido a la nueva distribución en las secciones de congelado y frigoríficas al realizar un diseño más eficiente se ha incurrido en unos costes e inversión más altos y el aumento de la superficie ocupada ha sido del 30%.

Por último, en la cuarta configuración se ha realizado de una manera convencional pero idéntica a la tercera configuración para evitar los altos costes y altas inversiones de los medios automáticos. Esto es así debido a que en las dos primeras configuraciones se utilizado una

distribución muy simple en las secciones de congelado y frigoríficas. Esta configuración ha obtenido la inversión más baja.

Por último, como bien se ha comentado antes la opción escogida sería la 2ª configuración. Los medios de almacenamiento elegidos son estanterías convencionales de palets y de cajas tanto en reserva como en picking. Los medios de manutención elegidos para son una carretilla retráctil y una transpaleta manual para trabajar con los palets y una carretilla recogepedidos para trabajar con las cajas. En cuánto a las secciones de congelado y frigoríficos, se ha almacenado cada familia en cada sección debido a la temperatura de conservación, depositadas las cajas en los congeladores y frigoríficos adecuados en las estanterías convencionales de cajas y utilizando la carretilla recogepedidos para su transporte. La superficie de las tres secciones es de 23.10 m². La superficie total del almacén en esta configuración es de unos 424.82 m². Finalmente, se ha obtenido un coste anual de 237101.87€ y una inversión de 329304.20€.

Para finalizar, la valoración personal sobre el trabajo final de grado ha sido positiva ya que he aprendido a diseñar un almacén de distribución logístico casi desde cero. También, he de decir que al ser un caso tan real ha sido de gran dificultad desde el inicio y al haber cursado la rama de sistemas de información en vez de logística había algunos conceptos que no manejaba con claridad. Pero poco a poco he ido entendiendo la metodología del trabajo y una vez realizada la primera iteración todo ha sido más fluido. Es cierto que es posible encontrar mejores soluciones que la propuesta por el trabajo ya que se pueden introducir más variables o incluso tomar otras decisiones.

9. Bibliografía

Cardos, M. (2019a). *Apuntes DGA*. último acceso 06/07/20

Cardos, M. (2019b). *Medios de almacenamiento*.

[https://poliformat.upv.es/access/content/group/ESP_0_2874/Almacenes/Transparencias/Cap 4 Medios de Almacenamiento.pdf](https://poliformat.upv.es/access/content/group/ESP_0_2874/Almacenes/Transparencias/Cap%204%20Medios%20de%20Almacenamiento.pdf) último acceso 07/07/20

Cardos, M. (2019c). *Medios de manutención*.

[https://poliformat.upv.es/access/content/group/ESP_0_2874/Almacenes/Transparencias/Cap 5 Medios de Manutencion.pdf](https://poliformat.upv.es/access/content/group/ESP_0_2874/Almacenes/Transparencias/Cap%205%20Medios%20de%20Manutencion.pdf) último acceso 08/07/20

Mecalux. (2020). *Gestión de almacenes*. <https://www.mecalux.es/manual-almacen/almacen/gestion-de-almacenes> último acceso 13/07/20

NoegaSystems. (2016). *Almacenaje*. último acceso 10/07/20

Noriega, E. (2012). *Técnicas de almacenamiento*.

<https://cadenadesuministros.wordpress.com/about/4-tecnicas-de-almacenamiento-de-materiales-2/> último acceso 25/07/20

Anexo 1: Datos de partida de pedidos

día	Líneas de pedido			Cantidades pedidas		
	Palets	Cajas	Unidades	Palets	Cajas	Unidades
1	0	36	0	0	108	0
2	1	1	0	1	4	0
3	0	42	0	0	0	0
4	0	6	0	0	24	0
5	0	39	0	0	78	0
6	0	41	0	0	123	0
7	0	45	0	0	135	0
8	0	24	0	0	24	0
9	0	56	0	0	56	0
10	1	43	0	4	86	0
11	0	80	0	0	0	0
12	13	42	0	39	84	0
13	0	66	0	0	198	0
14	1	113	0	4	565	0
15	0	126	0	0	126	0
16	0	145	0	0	145	0
17	5	70	0	15	70	0
18	0	16	0	0	32	0
19	0	33	0	0	33	0
20	0	86	0	0	86	0
21	0	141	0	0	282	0
22	7	31	0	0	93	0
23	0	17	0	0	17	0
24	0	8	0	0	40	0
25	0	10	0	0	20	0
26	1	6	0	2	6	0
27	0	15	0	0	45	0
28	0	31	0	0	0	0
29	0	21	0	0	42	0
30	0	178	0	0	178	0
31	6	85	0	0	255	0
32	0	125	0	0	125	0
33	0	72	0	0	288	0
34	0	50	0	0	200	0
35	0	43	0	0	86	0
36	0	19	0	0	38	0
37	0	71	0	0	71	0
38	0	36	0	0	36	0
39	0	34	0	0	34	0

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

40	0	28	0	0	112	0
41	0	232	0	0	0	0
42	0	52	0	0	156	0
43	0	15	0	0	30	0
44	0	25	0	0	50	0
45	0	61	0	0	122	0
46	5	144	0	20	432	0
47	0	26	0	0	26	0
48	0	90	0	0	180	0
49	0	69	0	0	69	0
50	0	11	0	0	11	0
51	0	48	0	0	48	0
52	0	8	0	0	24	0
53	0	163	0	0	163	0
54	1	3	0	1	6	0
55	0	77	0	0	0	0
56	0	6	0	0	18	0
57	0	51	0	0	102	0
58	0	8	0	0	8	0
59	0	33	0	0	33	0
60	0	8	0	0	0	0
61	0	18	0	0	18	0
62	0	3	0	0	6	0
63	0	40	0	0	40	0
64	2	186	0	2	372	0
65	0	5	0	0	20	0
66	0	9	0	0	27	0
67	3	6	0	0	0	0
68	0	24	0	0	24	0
69	0	0	0	0	0	0
70	0	46	0	0	46	0
71	1	64	0	1	64	0
72	1	15	0	2	45	0
73	5	103	0	10	206	0
74	0	5	0	0	15	0
75	0	29	0	0	58	0
76	3	34	0	3	34	0
77	0	1	0	0	3	0
78	0	46	0	0	92	0
79	0	56	0	0	112	0
80	0	26	0	0	52	0
81	0	16	0	0	16	0
82	0	7	0	0	21	0
83	0	26	0	0	0	0

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

84	0	1	0	0	4	0
85	0	28	0	0	84	0
86	5	37	0	15	74	0
87	0	105	0	0	315	0
88	0	48	0	0	0	0
89	3	12	0	6	36	0
90	0	18	0	0	18	0
91	0	40	0	0	80	0
92	0	64	0	0	64	0
93	1	14	0	3	42	0
94	0	44	0	0	44	0
95	0	11	0	0	44	0
96	0	113	0	0	226	0
97	0	30	0	0	150	0
98	0	6	0	0	24	0
99	0	49	0	0	147	0
100	0	40	0	0	200	0
101	0	6	0	0	12	0
102	0	30	0	0	30	0
103	0	72	0	0	72	0
104	0	107	0	0	107	0
105	1	61	0	4	427	0
106	0	0	0	0	0	0
107	0	8	0	0	16	0
108	0	65	0	0	130	0
109	0	30	0	0	60	0
110	0	204	0	0	0	0
111	0	66	0	0	0	0
112	0	10	0	0	30	0
113	0	60	0	0	120	0
114	0	55	0	0	110	0
115	2	26	0	0	104	0
116	0	0	0	0	0	0
117	0	80	0	0	80	0
118	0	49	0	0	147	0
119	0	0	0	0	0	0
120	0	1	0	0	3	0
121	0	15	0	0	15	0
122	0	48	0	0	96	0
123	2	39	0	4	39	0
124	1	232	0	2	696	0
125	0	30	0	0	0	0
126	0	61	0	0	305	0
127	0	47	0	0	141	0

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

128	3	27	0	3	54	0
129	0	17	0	0	51	0
130	1	20	0	1	20	0
131	15	34	0	15	34	0
132	0	88	0	0	88	0
133	0	3	0	0	3	0
134	0	2	0	0	4	0
135	0	12	0	0	12	0
136	1	32	0	2	32	0
137	1	104	0	2	208	0
138	0	12	0	0	24	0
139	0	51	0	0	0	0
140	0	43	0	0	86	0
141	0	121	0	0	242	0
142	0	141	0	0	282	0
143	0	39	0	0	78	0
144	0	40	0	0	120	0
145	0	5	0	0	15	0
146	0	29	0	0	87	0
147	0	56	0	0	448	0
148	0	6	0	0	0	0
149	0	52	0	0	156	0
150	0	229	0	0	229	0
151	0	17	0	0	51	0
152	0	104	0	0	208	0
153	0	98	0	0	98	0
154	0	24	0	0	48	0
155	3	11	0	9	44	0
156	0	15	0	0	30	0
157	0	66	0	0	66	0
158	0	99	0	0	396	0
159	0	60	0	0	60	0
160	3	28	0	6	140	0
161	2	27	0	2	189	0
162	0	72	0	0	0	0
163	0	39	0	0	78	0
164	0	2	0	0	4	0
165	0	11	0	0	11	0
166	0	18	0	0	72	0
167	1	124	0	2	496	0
168	0	20	0	0	60	0
169	0	42	0	0	126	0
170	0	9	0	0	18	0
171	0	58	0	0	116	0

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

172	1	14	0	1	14	0
173	0	166	0	0	332	0
174	0	4	0	0	20	0
175	0	167	0	0	334	0
176	0	24	0	0	48	0
177	0	46	0	0	138	0
178	1	0	0	3	0	0
179	0	7	0	0	21	0
180	0	9	0	0	9	0
181	0	63	0	0	63	0
182	0	21	0	0	63	0
183	0	44	0	0	88	0
184	0	45	0	0	270	0
185	0	17	0	0	34	0
186	1	39	0	3	117	0
187	0	28	0	0	140	0
188	0	28	0	0	28	0
189	0	24	0	0	72	0
190	0	100	0	0	300	0
191	0	0	0	0	0	0
192	1	68	0	1	204	0
193	1	32	0	2	32	0
194	0	99	0	0	99	0
195	0	56	0	0	56	0
196	0	5	0	0	0	0
197	0	96	0	0	384	0
198	0	22	0	0	44	0
199	0	61	0	0	183	0
200	0	15	0	0	30	0
201	0	143	0	0	0	0
202	0	15	0	0	45	0
203	0	11	0	0	44	0
204	0	43	0	0	129	0
205	0	107	0	0	0	0
206	0	51	0	0	255	0
207	0	28	0	0	56	0
208	2	200	0	2	400	0
209	0	118	0	0	0	0
210	0	34	0	0	136	0
211	0	145	0	0	290	0
212	0	28	0	0	56	0
213	0	119	0	0	119	0
214	0	31	0	0	62	0
215	0	56	0	0	112	0

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

216	0	45	0	0	90	0
217	1	121	0	1	242	0
218	0	25	0	0	50	0
219	0	1	0	0	3	0
220	0	19	0	0	38	0
221	0	79	0	0	158	0
222	2	191	0	0	191	0
223	1	130	0	1	650	0
224	0	53	0	0	53	0
225	0	7	0	0	28	0
226	0	1	0	0	3	0
227	0	9	0	0	27	0
228	0	19	0	0	38	0
229	0	208	0	0	416	0
230	0	31	0	0	31	0
231	0	25	0	0	25	0
232	0	33	0	0	132	0
233	0	15	0	0	0	0
234	0	3	0	0	6	0
235	0	33	0	0	0	0
236	0	201	0	0	0	0
237	0	0	0	0	0	0
238	5	69	0	0	138	0
239	0	92	0	0	276	0
240	0	91	0	0	364	0
241	19	8	0	38	32	0
242	0	29	0	0	29	0
243	0	53	0	0	106	0
244	0	27	0	0	0	0
245	0	4	0	0	4	0
246	0	34	0	0	102	0
247	0	10	0	0	10	0
248	0	4	0	0	12	0

Anexo 2: Datos de partida de inventario

familia	ref	coste (€/ud)	venta (uds/año)	volumen (l/ud)	plazo aprovi (dias)	stock mínimo (semanas)	stock máximo (semanas)
J	1	0,00	97	0,01	21	12	14
E	2	4,49	131	0,03	10	7	11
I	3	5,39	9	0,76	17	11	13
J	4	0,04	3	105,00	16	6	8
E	5	7,60	1	0,80	13	11	13
I	6	0,00	1	0,83	18	11	13
G	7	1,29	1	3,34	12	6	9
H	8	0,58	511	0,01	20	5	7
C	9	2,35	166	3,87	24	9	11
G	10	0,79	221	0,16	28	10	12
F	11	10,95	3	1,08	18	10	12
H	12	0,22	19	0,02	17	11	13
A	13	1,21	141	0,49	27	6	8
C	14	23,90	355	1,13	27	14	16
H	15	0,46	307	0,04	18	9	11
F	16	7,55	41	0,04	22	10	13
A	17	2,43	75	0,01	18	3	5
F	18	3,21	1	0,21	24	7	11
A	19	3,97	151	1,60	23	2	11
B	20	0,99	418	2,37	19	4	9
F	21	7,30	1	0,10	19	8	10
A	22	1,29	223	1,07	22	1	5
A	23	1,03	88	0,64	21	7	9
D	24	4,98	14	1,93	16	5	10
H	25	0,00	4	0,01	27	4	13
G	26	0,69	51	0,75	16	7	9
J	27	0,87	1	0,01	14	8	10
F	28	5,66	1	0,08	21	10	12
A	29	0,92	228	0,36	20	4	10
C	30	7,13	770	0,01	22	6	8
C	31	7,11	469	1,32	24	12	14
C	32	12,80	523	1,53	29	6	9
A	33	2,57	137	0,32	21	3	5
G	34	0,35	5	0,01	22	7	12
D	35	11,02	1	4,20	16	2	7
A	36	5,01	306	4,83	23	7	9
C	37	7,83	465	1,02	25	9	13

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

E	38	6,75	84	0,01	8	3	6
A	39	0,03	154	0,20	18	3	10
B	40	0,65	342	0,53	13	6	8
F	41	4,37	31	0,48	20	7	14
A	42	0,77	156	4,95	21	3	7
H	43	0,39	30	0,03	23	9	11
A	44	0,77	110	0,23	15	3	5
H	45	1,05	1	0,01	26	7	9
B	46	5,06	183	1,46	17	4	14
G	47	0,60	123	0,01	17	8	13
F	48	9,41	23	0,38	22	10	12
C	49	22,46	282	0,03	21	4	6
B	50	4,48	238	1,71	8	5	9
H	51	0,00	1	0,01	20	10	12
F	52	7,83	1	0,17	25	5	13
G	53	0,45	45	0,01	30	9	16
I	54	0,00	1	0,01	17	11	13
F	55	4,74	18	0,04	24	9	13
B	56	4,85	445	0,29	17	4	14
F	57	15,47	3	0,38	21	5	14
B	58	2,52	355	2,40	13	3	6
F	59	1,77	1	0,01	21	9	11
G	60	1,06	7	0,20	18	9	11
A	61	1,04	84	1,42	22	6	8
E	62	10,03	534	0,04	10	3	5
F	63	1,47	1	0,05	23	11	13
F	64	18,68	1	0,40	19	5	10
G	65	0,56	133	0,39	17	12	14
I	66	0,00	1	3,84	17	4	14
E	67	11,66	65	0,05	11	7	9
E	68	6,09	988	1,56	6	3	10
A	69	0,46	85	0,21	14	4	8
A	70	1,23	162	2,09	18	5	12
A	71	0,08	218	2,87	14	7	11
J	72	0,01	2044	6,81	12	5	8
H	73	0,27	1	0,01	16	9	11
C	74	21,99	560	0,08	16	8	13
H	75	5,90	22	0,01	19	8	12
A	76	1,07	209	0,06	19	2	7
I	77	0,00	1	0,01	14	8	11
J	78	0,02	81	11,95	18	6	10
G	79	0,96	37	0,01	19	7	16
H	80	0,18	110	0,01	16	5	8
I	81	0,32	1	0,88	20	7	11

DISEÑO DE UN ALMACÉN PARA UNA EMPRESA MEDIANA DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS
DEL SECTOR ALIMENTARIO CON 2000 REFERENCIAS

F	82	10,13	1	0,19	15	7	9
H	83	0,00	178	0,09	20	9	11
B	84	1,16	312	1,25	13	3	5
F	85	7,31	1	0,01	26	12	14
F	86	3,78	51	0,71	17	6	11
H	87	2,92	55	0,01	17	7	9
I	88	0,00	1	0,01	17	7	9
F	89	11,61	74	0,37	26	10	15
I	90	0,50	34	0,19	21	4	10
A	91	0,17	91	0,74	20	3	10
H	92	0,06	10	0,01	18	7	9
F	93	9,40	49	0,08	18	9	13
G	94	0,57	78	0,01	18	4	10
E	95	5,06	230	0,86	10	4	8
F	96	11,29	27	0,01	25	5	12
G	97	1,05	43	0,04	24	6	12
F	98	3,87	1	0,03	20	5	7
G	99	0,55	6	0,01	22	10	12