

**MIKEL MAULEÓN TORRES**

# **SISTEMAS DE ALMACENAJE Y PICKING**



**SISTEMAS  
DE ALMACENAJE  
Y PICKING**



Mikel Mauleón

**SISTEMAS  
DE ALMACENAJE  
Y PICKING**



© Mikel Mauleón, 2003

Reservados todos los derechos.

«No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.»

Ediciones Díaz de Santos, S. A.  
Doña Juana I de Castilla, 22  
28027 MADRID

E-mail: ediciones@diazdesantos.es  
Internet://<http://www.diazdesantos.es/ediciones>

ISBN: 84-7978-559-4  
Depósito legal: M. 8.402-2003

Diseño de cubierta: Ángel Calvete  
Fotocomposición e impresión: Fernández Ciudad, S. L.  
Encuadernación: Rústica-Hilo

*A Garbiñe,  
compañera de viaje*



---

# Índice general

<b>Presentación</b> .....	<b>XIX</b>
<b>CAPÍTULO 1. TEORÍA DEL ALMACÉN</b> .....	<b>1</b>
1. Introducción .....	1
1.1. Significación histórica del almacén .....	1
1.2. Cambios en el entorno .....	1
1.3. Cambios en la demanda .....	2
1.4. Presión sobre los márgenes .....	2
2. Funciones del almacén .....	3
3. Clases de almacenes .....	4
3.1. Según la naturaleza del producto: materias primas, semielaboradas, producto terminado, etc. ....	4
3.2. Según la función logística: regulador, delegación, plataforma, depósito .....	4
3.3. Según las manipulaciones: en bloque, con estanterías, automáticos .....	9
3.4. Según el tipo de estanterías de palets: convencionales, drive-in, dinámicas, móviles, DIS, glide-rail, especiales .....	13
3.5. Almacenes automáticos: de cargas ligeras: carruseles, paternoster, shuttle; transelevadores: mini-loads, de palets; autoportantes ....	24
3.6. Según la naturaleza jurídica: propios o alquilados .....	32
3.7. Precios de referencia .....	32



4. Elementos de manipulación .....	33
4.1. Móviles: transpaleta, apiladores, carretillas (contrapesadas, retráctiles, trilaterales, cuatrocaminos) .....	33
4.2. Fijos: rodillos, cintas transportadoras, sistemas de transporte aéreo, AGV .....	41
4.3. Criterios de selección: objetivo, coste por operación, precios de referencia, valores referenciales .....	41
4.4. Dispositivos especiales: horquillas, pinzas, tableros, etc. ....	43
5. Zonificación del almacén .....	46
5.1. Zonas del almacén: descripción de las mismas, su naturaleza y funciones .....	46
6. Diseño del almacén .....	53
6.1. Principios básicos del almacenaje .....	53
6.2. Ubicación del almacén .....	54
6.3. El edificio .....	55
6.4. El diseño en planta .....	55
6.5. Algunos consejos prácticos .....	55
7. Organización del almacén: sistemas y flujos .....	56
7.1. Cómo diseñar y organizar el almacén .....	56
7.2. Sistemas .....	57
7.3. Flujos .....	57
7.4. Asignación de ubicaciones o zonificación de la mercancía .....	58
7.5. Gestión de ubicaciones .....	59
7.6. Unidades de manipulación .....	60
7.7. Cómo incrementar la productividad del almacén .....	61
8. Tecnología y variables de control .....	61
8.1. Radiofrecuencia .....	62
8.2. Código de barras .....	63
8.3. Variables de control .....	65
9. Cuestionarios .....	66
10. Respuestas a cuestionarios .....	79
<b>CAPÍTULO 2. CASO PRÁCTICO: EL ALMACÉN REGULADOR.</b> .....	<b>89</b>
1. Encuadre del caso dentro de la logística de distribución .....	89
2. La empresa .....	90
2.1. Descripción .....	90
2.2. El almacén: planos diversos .....	90
2.3. Flujos y movimientos: entradas, salidas .....	93

2.4. Planteamientos: jefe de expediciones, dirección comercial, gerencia .....	94
2.5. El stock .....	95
3. Análisis de la situación actual .....	99
3.1. Metodología de análisis .....	99
3.2. Necesidades <i>versus</i> capacidades .....	99
3.3. Análisis por familias .....	100
3.4. Análisis ABC .....	101
3.5. Problemas detectados .....	106
3.6. Conclusiones .....	108
4. Primer planteamiento: Alternativa 1 .....	108
4.1. En qué consiste .....	108
4.2. Conclusiones .....	109
5. Segundo planteamiento: Alternativa 2 .....	110
5.1. En qué consiste .....	110
5.2. Cálculos numéricos .....	112
5.3. Asignación de referencias a estanterías .....	113
5.4. Conclusiones .....	117
6. Cuestionarios .....	119
7. Respuestas a cuestionarios .....	125

<b>CAPÍTULO 3. CASO PRÁCTICO: EL ALMACÉN DE DELEGACIÓN</b> .....	129
1. Encuadre del caso dentro de la logística de distribución .....	129
2. La empresa .....	130
2.1. Descripción .....	130
2.2. Flujos de almacén: entradas, preparación de pedidos, manipulaciones, salidas. Resumen .....	131
2.3. El almacén: planos y cálculos numéricos .....	134
2.4. Oportunidad del cambio .....	137
2.5. Objetivos .....	137
3. Situación de partida .....	138
3.1. El stock .....	138
4. Análisis de la situación actual .....	141
4.1. Escenario .....	141
4.2. Necesidades <i>versus</i> capacidades .....	141
4.3. Análisis por familias .....	143
4.4. Análisis ABC .....	144

4.5. Conclusiones .....	148
4.6. Nivel de ocupación y asignación de referencias a estanterías .....	148
5. Hacia dónde debe orientarse el nuevo lay-out .....	153
5.1. Introducción .....	153
5.2. Propuesta 1. <sup>a</sup> .....	153
5.3. Propuesta 2. <sup>a</sup> .....	157
5.4. Resultado final .....	158
5.5. Respuestas a los planteamientos iniciales de los directivos .....	159
5.6. Propuestas adicionales sobre: carretillas, ubicaciones, turnos de trabajo .....	159
6. Cuestionarios .....	160
7. Respuestas a cuestionarios .....	165

## **CAPÍTULO 4. CASO PRÁCTICO: ALMACÉN DE PERFILES Y CARGAS LARGAS .....**

1. Encuadre del caso dentro de la logística de distribución .....	171
2. Teoría sobre cargas largas .....	172
2.1. Tipos de cargas largas .....	172
2.2. Sistemas de almacenamiento: a suelo, puntales, trípodas, vertical, en colmena, caballete, estanterías cantilever, cunas, etc. ....	173
2.3. Elementos de manipulación: grúa puente, carretillas laterales, carretillas cuatrocaminos, etc. ....	178
2.4. Criterios de selección .....	186
3. La empresa .....	186
3.1. Descripción .....	186
3.2. El almacén: datos y planos .....	188
3.3. Oportunidad del cambio .....	191
3.4. Objetivos .....	191
4. Análisis de la situación actual y alternativas .....	192
4.1. Planteamientos .....	192
4.2. Flujos: entradas y salidas .....	192
4.3. Manipulaciones: Situación actual y alternativas .....	193
4.4. El stock: análisis por familias y por ABC .....	196
4.5. Estanterías: tipos y capacidad .....	199
4.6. Distribución del stock en las estanterías .....	200
4.7. Nuevo lay-out del almacén: datos y plano. Criterios de ordenación. ....	203
5. Propuestas .....	205
5.1. Evaluación de alternativas y selección .....	206
5.2. Propuestas adicionales: producción, envíos a delegaciones .....	207

6. Cuestionarios .....	208
7. Respuestas a los cuestionarios .....	213
<b>CAPÍTULO 5. PREPARACIÓN DE PEDIDOS (PICKING). TEORÍA.</b>	<b>217</b>
1. Introducción .....	217
1.1. Diseño del almacén, principios del almacenaje. El picking .....	217
1.2. Oportunidad del cambio .....	219
1.3. Principios del picking .....	220
1.4. Variables .....	220
1.5. Tipos de almacén y picking .....	221
1.6. Cuadro sinóptico de elementos intervinientes en el picking .....	221
2. Análisis a fondo del picking .....	222
2.1. El producto .....	222
2.2. Los flujos de entradas y salidas del almacén .....	222
2.3. Factores según ventas .....	224
2.4. Longitud de pasillos y altura de las estanterías .....	224
2.5. Niveles de stock .....	225
2.6. Diseño del almacén y medios materiales .....	225
3. Estanterías y equipos especiales (visión desde el picking) .....	226
3.1. Estanterías: (características, ventajas e inconvenientes) ligeras, dinámicas, carrusel, paternoster, transelevador .....	226
4. Recogepedidos .....	232
4.1. El recogepedidos: funciones, tipos según la altura alcanzada .....	232
5. Métodos operativos .....	235
5.1. Sistemas operativos: producto a operario y operario a producto .	235
5.2. Zonificación del almacén: criterios y picking en un almacén zonificado .....	236
5.3. Productividad del picking .....	238
5.4. Reducción de la distancia recorrida .....	239
5.5. La tienda .....	240
5.6. El almacén de día .....	240
5.7. La extracción simple y la extracción agrupada .....	241
5.8. Un preparador por pedido o varios preparadores .....	242
6. Extracción en altura .....	243
6.1. Picking a nivel de suelo .....	244
6.2. Ubicación en altura y picking: picking a bajo nivel, picking a medio nivel y picking a alto nivel .....	245
6.3. Muelle de expediciones .....	246

7. Picking y nuevas tecnologías .....	247
7.1. La gestión de ubicaciones. El picking list. Edición de etiquetas y albaranes .....	247
7.2. Objetivo de las tecnologías empleadas: errores en el picking, código de barras, báscula, radiofrecuencia .....	248
8. Proyectos de optimización .....	251
8.1. Objetivo: calidad total .....	251
8.2. Cómo abordar el proyecto .....	252
8.3. Ficha de toma de datos .....	252
8.4. Ratios de control .....	252
8.5. Normas generales de optimización .....	253
8.6. Análisis informáticos .....	254
9. Cuestionarios .....	256
10. Respuestas a los cuestionarios .....	266
<b>CAPÍTULO 6. PICKING, CASO PRÁCTICO: ALMACÉN REGULADOR .....</b>	<b>271</b>
1. Introducción .....	271
1.1. Temas a analizar en una problemática de picking .....	271
1.2. Encuadre del caso dentro de la logística de distribución .....	272
2. La empresa: situación actual .....	273
2.1. Descripción, datos, problemática .....	273
2.2. Solicitudes de cambio por áreas de responsabilidad .....	274
2.3. Características de la actividad y problemas. La plantilla .....	274
2.4. El almacén: estanterías, lay-out .....	275
2.5. Flujos: entradas, salidas, manipulaciones .....	277
2.6. El stock .....	280
2.7. Objetivo .....	280
2.8. Oportunidad del cambio .....	280
2.9. Plan de trabajo .....	281
3. Análisis y zonificación. Propuestas .....	281
3.1. Etapas .....	281
3.2. Datos .....	282
3.3. Variable de control .....	283
3.4. Tamaño del envase .....	283
3.5. Salidas: análisis por familia y ABC según líneas de pedido .....	284
3.6. Manipulaciones y frecuencia de pedidos .....	285
3.7. Zonificación: problemas, alternativas, propuestas .....	286

3.8. Gestión de ubicaciones .....	289
3.9. Grabación de pedidos .....	289
3.10. Gestión interna de la información .....	290
3.11. Relaciones con el transportista .....	290
3.12. Actividades administrativas .....	291
4. Picking de cajas .....	291
4.1. Los datos y los cálculos .....	291
4.2. Método organizativo y zonificación .....	292
4.3. Alternativas .....	295
4.4. Relaciones con los transportistas, externalización del picking ...	295
4.5. Trazabilidad. Nuevas tecnologías .....	296
4.6. Nuevas tecnologías .....	296
4.7. Instalación y costos. Propuestas .....	298
5. Picking de envases .....	299
5.1. Los datos y los cálculos .....	299
5.2. Estanterías .....	300
5.3. El almacén de día y la tienda .....	301
5.4. Lay-out del almacén .....	302
5.5. Paper-less .....	303
5.6. Errores. Instalación y costo .....	305
6. Conclusiones .....	306
6.1. Conclusiones generales .....	306
6.2. Casos similares .....	307
7. Cuestionarios .....	309
8. Respuestas a cuestionarios .....	314
<b>CAPÍTULO 7. PICKING, CASO PRÁCTICO: MÉTODOS ORGANIZATIVOS .....</b>	<b>319</b>
1. Unas nociones de teoría .....	319
1.1. Variables de control .....	319
1.2. El plazo de servicio .....	320
1.3. Nivel de servicio .....	321
1.4. Encuadre del caso en la logística de distribución .....	322
2. La empresa: situación actual .....	322
2.1. Planteamiento .....	322
2.2. Descripción: la empresa, el producto, el stock, los clientes, las entradas, las salidas, tipos de clientes, los distribuidores, transporte, previsiones de escenario futuro. La plantilla .....	323

2.3. Objetivo del cambio .....	328
2.4. Oportunidad del cambio .....	329
3. El picking: volumen y características .....	329
3.1. Datos globales .....	329
3.2. Composición de los pedidos: análisis geográfico, análisis temporal, análisis por productos ABC, las referencias más solicitadas, análisis por proveedores .....	329
4. Lay-out, estanterías y medios de manipulación .....	333
4.1. Las primeras actividades a realizar .....	333
4.2. Diversos planos del almacén: transversal, longitudinal, números, gráficos .....	333
4.3. Propuesta de diseño .....	337
5. Zonificación, métodos organizativos .....	337
5.1. Zonificación: criterios, ventajas e inconvenientes de los diversos criterios, conclusiones .....	337
5.2. Análisis de tipos de pedidos y propuestas organizativas: Dos tipos de organización diferente según la composición de los pedidos: extracción individual <i>versus</i> agrupada .....	338
6. Conclusiones, resumen y casos similares .....	342
6.1. Conclusiones sobre métodos de picking .....	342
6.2. Conclusiones sobre comunicaciones externas, internas y con transportistas .....	342
6.3. Conclusiones sobre envasado y embalado .....	344
6.4. Conclusiones sobre plantilla .....	345
6.5. Respuesta a solicitudes por áreas .....	346
6.6. Resumen .....	346
6.7. Casos similares .....	346
7. Cuestionarios .....	347
8. Respuestas a los cuestionarios .....	354
<b>CAPÍTULO 8. EJERCICIO COMPLETO DE ALMACENAJE Y PICKING .....</b>	<b>359</b>
1. Objetivo del ejercicio .....	359
2. La empresa .....	359
2.1. Descripción .....	359
2.2. Los datos: stock, consumos, palets, almacén de PT, necesidades de almacenamiento, funcionamiento: entradas y salidas, plano (vacío) del almacén, elementos de manipulación, costos .....	360

---

3. Ejercicio propuesto .....	365
3.1. Seis cuestiones detalladas. Elementos a calcular .....	365
4. Guía para resolver el problema (6 pasos) .....	367
5. Solución del problema (6 pasos) .....	373
6. Hojas Excel utilizadas en el cálculo de la solución .....	381
6.1. Cálculo del stock .....	382
6.2. Cálculo de costes .....	383
6.3. Asignación de referencias a estanterías .....	384
<b>Bibliografía .....</b>	<b>385</b>





---

# Presentación

La logística se está utilizando en las empresas como una fuente de generación de resultados en un doble aspecto: cuantitativo y cualitativo. Los costes logísticos tienen una representatividad de hasta el 25% en el coste total del producto. Además, una buena gestión logística permite a las empresas mejorar la calidad de servicio al cliente.

Históricamente el almacén es un espacio de la fábrica donde las mercancías «descansan». Pero los tiempos cambian y este planteamiento de considerar el almacén como un simple depósito de mercancías se ha vuelto obsoleto. El entorno económico presenta nuevas exigencias:

- Mejora del servicio al cliente: disminución del plazo de respuesta y disminución del % de carencias o faltas.
- Incremento de productividad para rebajar costos.
- Crecimiento del número de referencias a servir.
- Los pedidos de los clientes aumentan en cuanto al número de líneas y disminuyen en la cantidad solicitada. Es decir, se pide más veces pero menos cantidad por vez.
- Es necesario disminuir los costos del stock.

En cuanto a la preparación de pedidos, las nuevas tendencias de la distribución y las exigencias de servicio al cliente tensan el flujo de las mercancías —entradas y salidas—, y precisan una nueva y más rápida respuesta medida como calidad de servicio. Por lo que respecta al número de referencias de productos fabricados y comercializados, han crecido exponencialmente, y además los clientes disponen cada vez de menos stock: el stock lo guarda el proveedor. Por eso el tamaño de los pedidos disminuye en volumen pero aumenta en número y complejidad.

Todos estos cambios en el marco de actuación obligan a que el almacén se adapte a las nuevas exigencias del mercado. La flexibilidad del almacén y la mejora de la productividad de los recursos disponibles para su explotación establecen las bases de lo que debe ser el almacén del futuro.

*Sistemas de Almacenaje y Picking* intenta ofrecer una visión actual y práctica del funcionamiento interno de los almacenes, desde un enfoque de logística de distribución. Ya existe literatura al respecto, y surge la pregunta: ¿qué aporta de nuevo este título? Desde mi punto de vista ofrece varios aspectos que le caracterizan:

- Procura ser un libro ameno.
- Es un libro bien estructurado.
- Incorpora las últimas novedades técnicas del mercado.
- Pretende ser un libro práctico y útil —sin que desmerezca su contenido teórico—. Por ello incorpora al final de cada capítulo un conjunto de ejercicios y cuestionarios sumamente variados para que el lector que lo desee compruebe su grado de asimilación. A continuación de los cuestionarios, finalizando cada uno de los capítulos, se hallan las respuestas. En determinadas ocasiones la respuesta es única, pero en otras se propone una solución, por ejemplo, un esquema de *lay-out* de almacén, que no pretende ser la única solución pero que sí es suficientemente buena. Pueden servir como punto de reflexión y debate.

El libro está estructurado en tres partes. Los cuatro primeros capítulos versan sobre el almacenaje y los tres siguientes sobre el picking. El último capítulo, el octavo, es un problema o cuestionario global.

En la parte de almacenaje se empieza con una introducción teórica, Capítulo 1, donde se desarrollan numerosos conceptos, técnicas, medios mecánicos, etc., que se manejan hoy en día en un moderno almacén. A continuación, Capítulos 2 y 3, se plantean dos casos reales: función y diseño del almacén regulador de una empresa, y el mismo planteamiento para un almacén de delegación de la misma empresa. En el capítulo 4 se aborda la problemática del almacenamiento y manejo de las cargas largas.

El tratamiento del picking, preparación de pedidos, se aborda a lo largo de los Capítulos 5 al 7, ambos inclusive. En el Capítulo 5 se exponen los conceptos, técnicas, etc., relacionados con el tema. En los Capítulos 6 y 7 se presentan dos casos reales que ayudarán a cuantificar y comprender los fundamentos e implicaciones de la preparación de pedidos.

Por último, el Capítulo 8 es un ejercicio global. Es necesario dominar los conceptos vistos hasta el momento. Además, como no podía ser menos, se analizan los costos logísticos desde diferentes puntos de vista.

¿Cómo leer este libro? Es importante ir paso a paso, puesto que los conocimientos que se van adquiriendo a lo largo de los capítulos se dan por asimilados conforme se avanza en la lectura. Para entender la problemática del picking hay que dominar las técnicas de almacenaje. Por ello, la lectura recomendada es la secuencia marcada en el índice: capítulo a capítulo en el orden en que se presentan.

Es también muy importante efectuar los ejercicios y cuestionarios. Alguien dijo, más o menos, lo siguiente: «aquello que se ve se recuerda, lo que se oye se comprende, y lo que se hace se aprende». Para sacar el máximo provecho a la lectura de estas páginas es fundamental resolver los ejercicios propuestos o, al menos, intentarlo. Los conceptos se internalizan y se adquiere destreza para aplicarlos en la vida profesional.

El público al que va dirigido esta obra es de espectro amplio. La encontrarán útil economistas, ingenieros y licenciados que deseen iniciarse en el mundo de la logística, lo mismo que universitarios que desean completar su formación empresarial. Hallarán el libro interesante y práctico los responsables de diversas áreas de la empresa, tales como: jefes de almacén, directores de logística, jefes de compra, etc. Por último, se recomienda su lectura a profesionales del sector para que, si es posible, adquieran nuevas perspectivas para antiguos problemas.

El material aquí presentado es fruto de la experiencia profesional del autor en un doble campo: como profesional en el desarrollo de proyectos de logística y como profesor de temas logísticos en diversos foros: Cámaras de Comercio (Álava, Guipúzcoa, Valladolid, Zaragoza), Universidad del País Vasco, Universidad de Mondragón, Instituto Vasco de Logística, Ibercaja (centro de formación), máster de ingenieros de la UPV (GECEM), etc.

Este libro no es el trabajo de una larga sesión de insomnio. Es el fruto de experiencia acumulada a lo largo de varios años. Y tampoco es el trabajo exclusivo de una sola persona.

En este capítulo de agradecimientos quiero destacar a los participantes en los diversos cursos que he impartido y en los que he colaborado. Sus observaciones, puntos de vista y enfoque de los ejercicios —muchas veces originales— han enriquecido y hecho más pedagógica esta obra. También quiero mencionar a Conchita Rodríguez, por sus consejos sobre presentación y diseño. Mención especial merece Alfonso Rodríguez, sus aportaciones técnicas han sido insustituibles. Por último quiero mencionar a Alberto Laidler, gerente de Botrade, S. L., por su visión gerencial y empresarial de los problemas. No hay que olvidar que la logística es un instrumento para una mayor eficiencia en la gestión de la empresa.



---

# Teoría del almacén

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Significación histórica del almacén

El almacén es un espacio de la fábrica donde las mercancías «reposan»:

- No hay tanta tensión financiera en la empresa y no se controla tanto el nivel de stock.
- La vida de un producto es más estable, menos volátil. En este sentido hay menor riesgo de obsolescencia.
- La rapidez en el servicio al cliente no se mide en plazos de horas. Es un servicio más pausado.

### 1.2. Cambios en el entorno

Nuevos tiempos vuelven obsoleto este planteamiento:

- Es necesario *mejorar el servicio a clientes*; para ello habrá que:
  - Disminuir el plazo de respuesta.
  - Disminuir el número de «carencias» o faltas, es decir, veces en que se solicita un producto y falta la mercancía, o no se dispone de tanta cantidad de producto.
- *Incremento de la competencia*, lo cual obliga a aumentar la productividad.

A semejanza del costo industrial, existe un *costo logístico* de los productos: inversiones en almacenes, tiempo de estancia de la mercancía en el

mismo, manipulaciones, personal destinado al picking (preparación de pedidos), utilización de envases y embalajes adecuados, transporte a destino final... Este costo logístico es importante (puede alcanzar hasta un 30% del costo total del producto). Es necesario controlarlo, ajustarlo a mínimos y siempre sin perder calidad del servicio al cliente.

- *Crecimiento del número de referencias:*

El número de productos que consumimos hoy en día es muy superior al que se consumía hace dos años o una década.

Además, la vida media de los productos desciende paulatinamente. Productos como el Cola Cao o la Aspirina son las excepciones que confirman la regla. Basta asomarse a los anaqueles de un hipermercado o a cualquier tienda de ropa o electrodomésticos para comprobarlo.

Este crecimiento casi exponencial del número de referencias, así como su volatilidad obliga a replantear el diseño de los almacenes. Ya no se trata de almacenar grandes cantidades de pocas mercancías. Más bien lo contrario. En logística de distribución hay que diseñar almacenes de cara al consumo final. Y la tendencia apunta a que este incremento en el número de referencias a almacenar es creciente y cambiante.

### 1.3. Cambios en la demanda

Los pedidos de los clientes están variando en un doble sentido:

- Por una parte aumenta el número de pedidos por cliente (se consume más).
- Por otra parte varía la composición de los pedidos:
  - Aumenta el número de líneas por pedido (o número de referencias solicitadas).
  - Disminuyen las cantidades solicitadas por línea o referencia (el cliente no desea stock; que lo tenga el proveedor).

### 1.4. Presión sobre los márgenes

Puede decirse que la logística es «la última frontera».

En tiempos pretéritos el problema era producir, pues apenas había productos. Posteriormente lo fueron la comercialización y la financiación.

Sin despreciar lo más mínimo estos aspectos, puede afirmarse que las empresas tienen un nuevo y complejo campo donde adquirir ventajas competitivas: este terreno es la logística, y como punto clave de la misma, la gestión de sus almacenes.

Una gestión acertada del almacén influye decisivamente en:

- los niveles de stock, con la consecuente reducción de nivel de inmovilizado,
- reducción de costos operativos,
- aumento de la calidad de servicio a cliente final.

## 2. FUNCIONES DEL ALMACÉN

### 1. Regular los flujos entre la oferta (fabricación o compra) y la demanda (clientes):

- Ventas estacionales y compras estacionales.
- Series de fabricación grandes y salidas a clientes en lotes pequeños.
- Previsión ante variaciones erráticas en la demanda.

### 2. Optimizar los costes de distribución:

- Flujos de fábrica (Delegaciones: carga completa [trailers de 3 ejes: 12 a 25 T.]).
- Delegación (Cliente: reparto con furgoneta [1 a 4 T.]).
- Atender desde fábrica o desde un único almacén central a todos los clientes sería, en gran número de empresas, ruinoso además de imposible.

### 3. Requerimientos del proceso productivo: vinos, quesos, medicamentos...:

- Productos que, por exigencias de producción (curación: embutidos, quesos; maduración: vinos, etc.) y exigencias legales (cuarentena de los medicamentos, etc.), necesitan tiempo de estancia en almacén antes de estar aptos para el consumo.

La función básica del almacén —regulación del flujo entre demanda y oferta— suele presentarse con el símil de un depósito y dos grifos (Figura 1.1).

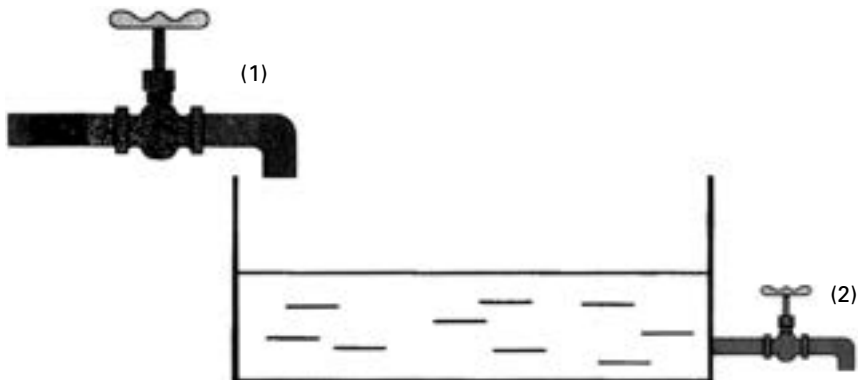


Figura 1.1. Símil de un almacén



### 3. CLASES DE ALMACENES

Existen diversas clasificaciones según el punto de vista adoptado. Entre otras cabe mencionar:

- Según la naturaleza del producto.
- Según la función logística.
- Según las manipulaciones.
- Según el tipo de estanterías de palets.
- Almacenes automáticos.
- Según la naturaleza jurídica: propios o alquilados.

#### 3.1. Según la naturaleza del producto

- Almacén de materias primas.
- Almacén de semielaborados.
- Almacén de productos terminados.
- Almacén de piezas de recambio.
- Almacén de material auxiliar: embalajes, ...

#### 3.2. Según la función logística

- Almacén regulador.
- Almacén de delegación.
- Almacén plataforma.
- Almacén de depósito.

#### **Almacén regulador**

- Están vinculados con el proceso productivo.
- Tienen un flujo de entrada consistente en absorber los flujos de salida de fábrica (o las compras a proveedores). A su vez, tienen un flujo de salida de envío hacia delegaciones, distribuidores y grandes clientes. De estos flujos de salida el más importante suele ser el flujo hacia delegaciones.
- Los envíos hacia delegación, según sea la política de gestión de stock y comercial de la empresa, serán por el sistema Push (envío controlado desde el regulador) o sistema Pull (envío controlado desde la delegación).
- Sea, por ejemplo, una empresa que tiene su fábrica y almacén regulador en Madrid y una serie de delegaciones, distribuidores, etc.
- En Madrid tiene su almacén regulador, y las delegaciones (4-6, etc.) están repartidas en puntos estratégicos de la geografía.

- En Vitoria estaría un almacén de delegación. Este almacén de delegación puede ser provincial o regional según atienda a una provincia o también a las provincias limítrofes.
- El almacén regulador es el más grande de la empresa, ya que debe abastecer a los almacenes de delegación, a los distribuidores y también —en su caso— a los grandes clientes.
- Debe tener stock de todas las referencias A y B. Las referencias C pueden estar exclusivamente en los almacenes regionales o de delegación, en caso de que sean de consumo exclusivo en dicha provincia/región, o pueden estar en el regulador si su área de consumo es global y no localizada.
- La centralización de stock en un almacén regulador presenta las ventajas del stock centralizado (minimización de inversión en stock, control del mismo, gestión más racional).
- Como contrapartida, una gestión incorrecta (envíos mal programados a delegación) puede suponer un incremento en costo de transporte y/o una cierta desatención a cliente final. No obstante, con utilización de medios informáticos, una política de transporte adecuada y una organización idónea en la captación y preparación de pedidos, estos problemas quedan minimizados.
- Las entradas al almacén regulador suelen ser en trailer completo y mercancía paletizada, lo mismo que las salidas, aunque en salidas a veces también se efectúan envíos en cajas como unidad de manipulación.

### **Almacén de delegación**

- De carácter regional/provincial. Este tipo de almacén está en vías de extinción por los siguientes motivos:
  - Notable mejoría de las infraestructuras y medios de transporte que permite llegar más lejos y en unos plazos impensables no hace mucho tiempo.
  - Mejora de las comunicaciones informáticas (captura de pedidos) y seguimiento on-line de los envíos (comunicaciones vía Internet, punto a punto, GPS...).
  - El alto costo en inmovilizado que supone el stock, así como los riesgos de obsolescencia del producto, deterioro de la mercancía, caducidad (si se trata de producto eminentemente perecedero...).
- Como contrapartida suele producirse un incremento en los costos de tráfico que se ve compensado por las ventajas anteriores.
- No hace mucho tiempo una empresa que quería establecerse en todo el territorio nacional y ser competitiva establecía delegaciones en las 50 capitales de provincia o en las más importantes. Hoy en día, por las razones apuntadas anteriormente, la tendencia es reconvertir dichas delegaciones con almacén, stock e instalaciones fijas, en otro tipo de delegaciones de estilo más comercial, liberando inmovilizado (stock e instalaciones fijas) y potenciando la acción comercial (publicidad, etc.).

- Esta reconversión de delegaciones suele hacerse de forma gradual. Por ejemplo: si una empresa de electrodomésticos tiene delegaciones en la zona de Levante (Valencia, Castellón, Alicante y Murcia), en este proceso de reconversión es normal que reubique todos sus almacenes provinciales (de delegación) en un punto, o sea, en Valencia (cercano a los centros de consumo). A su vez, se desprenderá de instalaciones fijas en las otras capitales y potenciará el transporte de reparto desde Valencia: reestructurando las rutas, aumentando la frecuencia de servicio, etc. Con esta estructura más ágil (menos costos fijos) y la consecuente liberación de recursos, podrá potenciar su acción comercial.
- En esta tendencia hacia la concentración de delegaciones y liberación de inmovilizado juega un papel cada día más importante la figura del Operador Logístico. El outsourcing logístico (subcontratación del transporte, almacenaje, etc.) tiene una tendencia creciente, tanto en extensión —cada día más empresas recurren al mismo— como en profundidad: se contratan más servicios, no únicamente transporte. Es el principio de la especialización competitiva aplicado a la logística empresarial. Cada compañía potencia sus ventajas comparativas subcontratando lo que no es el «*core business*».
- Las entradas al almacén de delegación suelen ser en trailer completo y mercancía paletizada, mientras que las salidas son más bien en cajas y por furgonetas de reparto.

### Almacén plataforma

- El concepto de plataforma tiene diversas acepciones. Aquí nos centramos en dos situaciones en las que puede hablarse de plataforma:
  1. Cross-docking.
  2. Distribución sin stock.

#### 1. *Cross docking*

- Almacenes en tránsito que permiten optimizar el transporte (consolidación de cargas) entre los almacenes de fábrica y las delegaciones o clientes. En las [Figuras 1.2 y 1.3](#) los trailers procedentes de Barcelona, Valencia y Sevilla con mercancía para las 4 provincias de Galicia no necesitan cada uno de ellos recorrer toda la Comunidad autónoma.
- Organizando horarios, confluyen en Benavente (punto plataforma) donde intercambian la mercancía, repartiéndose la carga entre ellos según puntos de destino. Un trailer carga la mercancía cuyo destino es A Coruña, otro la mercancía con destino Pontevedra y el tercero, por ejemplo, carga el resto de pedidos con destino a Lugo y Orense. Este tipo de plataforma se conoce como cross-docking.
- Con este sistema se logra una eficiencia mayor en la distribución: disminución del kilometraje de cada trailer y por lo tanto disminución del tiempo y reducción de costos.
- En la plataforma tipo cross-docking, el intercambio de mercancías suele ser entre trailers y palets como unidad de manipulación principalmente; en la pla-

taforma de distribución, las entradas son normalmente en trailer y por palets, mientras que las salidas suelen ser en furgonetas y tanto por cajas como por palets.

- En las dos figuras antes mencionadas se observa gráficamente lo indicado en este punto: minimización de recorridos, ahorro de tiempo, mejora del plazo de servicio, reducción de costos...; en principio todo son ventajas. Eso sí, la organización queda obligada a funcionar «como un reloj», y el flujo se tensa.

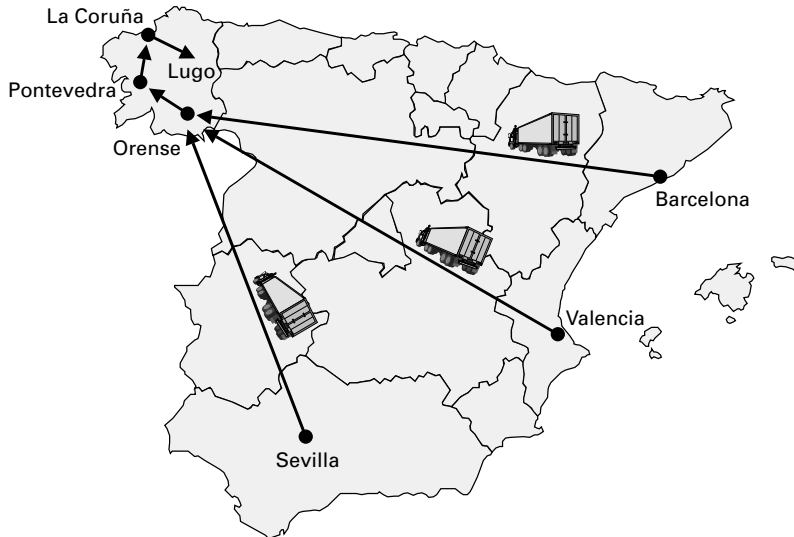


Figura 1.2. Sin plataforma

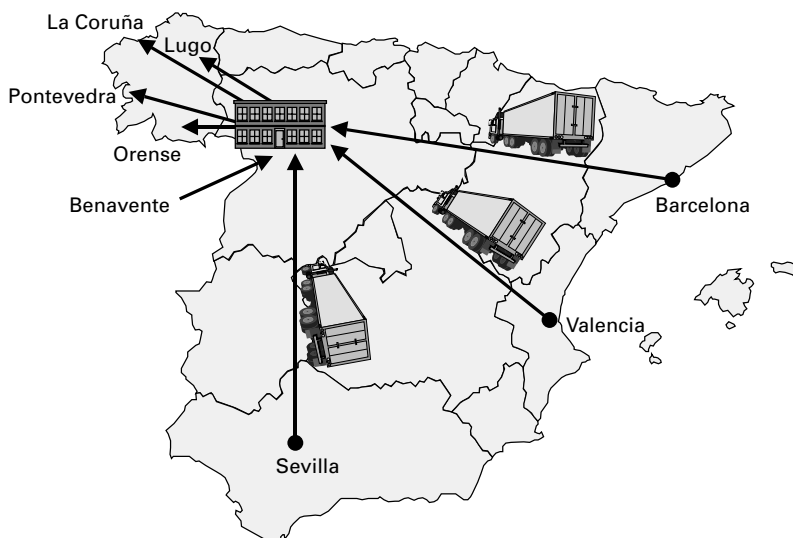


Figura 1.3. Plataforma

## 2. Distribución sin stock

- Otro tipo de almacén plataforma, conocido como *plataforma de distribución*, se produce en la situación siguiente.
- Un trailer llega diariamente o  $x$  veces a la semana con los pedidos de los clientes desde la fábrica en Madrid hasta Vitoria. Trae todos los pedidos de las regiones vecinas: Santander, País Vasco, La Rioja y Navarra. Horario de llegada: 5 de la mañana. Una vez arribado, se desestiba la carga (20/25 T) y se tramea en camionetas (vehículos de 2 a 8 T) para su reparto por la provincia y provincias limítrofes.
- Es la distribución sin stock. Se dice que en este caso el almacén de Vitoria es un almacén plataforma (Figura 1.4). La mercancía está el tiempo suficiente para efectuar el trasvase de un tipo de transporte a otro.
- Por lo demás, y como ideal, el almacén permanece vacío. En su caso, pudiera tener un stock mínimo para urgencias.
- El riesgo de corte de suministro (huelga de transporte, avería de camión, etc.) se ve minimizado por múltiples motivos. Por una parte, el riesgo de huelga es mínimo y se avisa con antelación. Las averías son cada vez más infrecuentes y los accidentes también. Por otra parte, el ahorro de costos (costos financieros de inmovilización de stock, de manipulaciones, alquiler de espacio para almacén, pérdida por roturas y obsolescencia, etc.) suple con creces, normalmente, cualquier otro inconveniente que pudiera presentarse.



Figura 1.4. Distribución sin stock

## Almacén de depósitos

- Pueden tener un carácter temporal (importación, exportación, aduanas) o pueden generarse por requerimientos comerciales: depósitos en representantes, en distribuidores o en clientes que exigen efectuarles almacenamiento (piden, por ejemplo, 10 palets de producto, sean bolsas de papel o tornillos, pero la entrega se efectuará escalonadamente, bien bajo su demanda, o bien con entregas previamente programadas: 2 palets/semana).
- Este tipo de almacenamiento, stocks en depósito, complica la gestión del almacén, pues obliga a reservar un espacio para mercancía que propiamente ya no es de la empresa.
- Existe también la tendencia en el mercado, impulsada por los fabricantes de automóviles, de retrasar el stock hacia el proveedor, es decir, obligar a sus proveedores a tener unos volúmenes de stock de x cantidad (el consumo de x días, por ejemplo). Con ello se «quita de encima» el problema del almacén trasladándolo a la cadena de suministro y obligando a sus proveedores, no sólo al almacenaje, sino también al suministro de los productos a fecha, hora y cantidad requeridos y en el punto de la cadena de fabricación indicado (sistemas *just in time*).
- En función de la fuerza de negociación estos almacenes en depósito pueden ser libres de costo, o bien el depositario de la mercancía que efectúa el almacenaje cobra una tarifa por ocupación de espacio y manipulaciones correspondientes.

### 3.3. Según las manipulaciones

- Almacenes en bloque (o almacenamiento a bloque).
- Con estanterías.
- Automáticos.

#### En bloque

- Sin ningún tipo de estructura los palets se apilan unos encima de otros. La altura de paletización depende de la resistencia de los materiales al apilado. Este tipo de instalaciones se utiliza a veces para almacenamiento de productos a granel envasados (abonos y fertilizantes), que se almacenan en sacos, bolsones con asas para ser manejados por carretilla, envases vacíos de refrescos en cajas de plástico, etc.
- Este tipo de almacenamiento no requiere inversión en estanterías y presenta una gran densidad de almacenaje.
- Los sacos se apilan directamente a suelo o sobre palet, lo cual facilita su manipulación: un solo operario puede coger y dejar los palets desde la carretilla; en caso contrario hacen falta dos operarios: uno para el manejo de la carreti-

lla y otro que introduzca o retire los orejones (las asas de los cuatro extremos superiores del saco) de las uñas de la carretilla.

- Los problemas que plantea son de doble índole:
  - Poca estabilidad de la carga, por lo cual sólo permite el apilamiento a 2 o, como máximo, 3 alturas, y ello limita la capacidad del almacenamiento.
  - No todas las mercancías son apilables. Sobrepasando cierto punto, la carga inferior queda dañada por el peso de la superior.

### Almacenes con estanterías

- Las estanterías —metálicas o de madera— son una estructura (Figura 1.5) que permiten el posicionamiento de la mercancía. De esta forma las cajas, sacos, pallets, etc., no descansan unos encima de otros y ello permite ganar almacenamiento en altura.

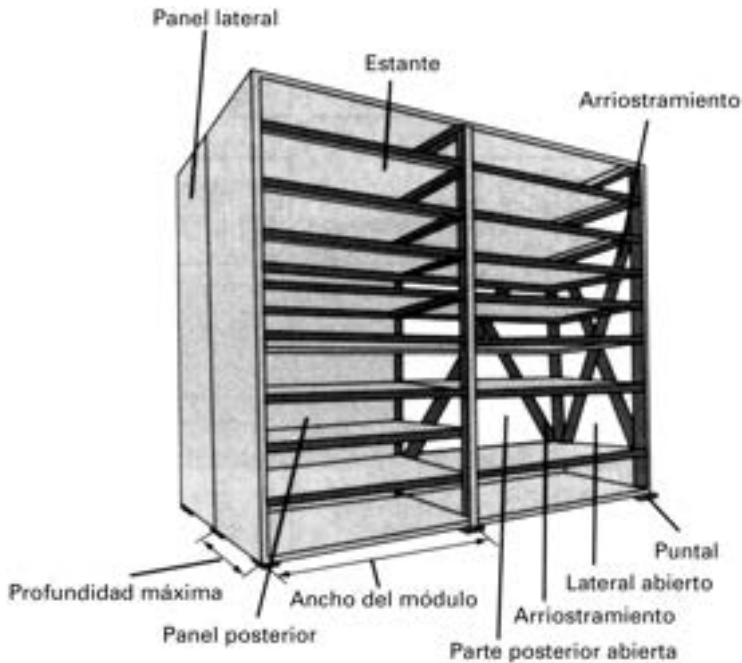
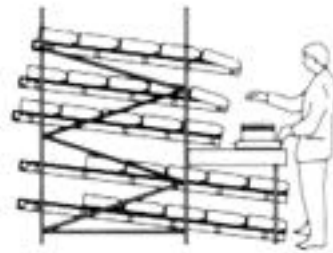
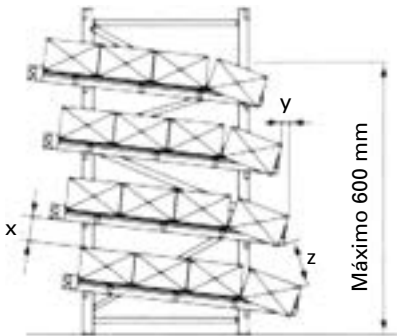


Figura 1.5. Estantería ligera

- Existe en el mercado todo tipo de estanterías para satisfacer las necesidades más variadas:
  - Estanterías ligeras: para producto de pesos inferiores a 30 kg. Posicionamiento y retirada de la carga de forma manual por un operario.
  - Estanterías dinámicas para cajas (Figura 1.6).
  - Estanterías de cargas largas (cantilever).
  - Estanterías para pallets (Figura 1.7).
  - Estanterías especiales: bobinas, etc.

- Son los almacenes más universales y en el mercado existen constructores que suministran productos estándar y a medida capaces de solucionar todo tipo de almacenamiento: Permar (antiguamente La Ferretera Vizcaína), Esmena, Mecalux, etc.
- Exigen inversiones a veces bastante costosas, y la elección de un tipo u otro de estantería es un punto crucial.
- Tratándose de grandes almacenes, la elección del tipo de estantería va asociada con la elección del(los) medio(s) de manipulación adecuado(s): transpaleta, carretilla convencional, carretilla retráctil, etc.



Para almacenar cajas de apertura superior con productos de tamaño medio y grande.

Lleva bandejas de presentación en todos los niveles.

Tiene muy buena visibilidad y acceso al producto.

Se pueden combinar entre sí las soluciones anteriores.

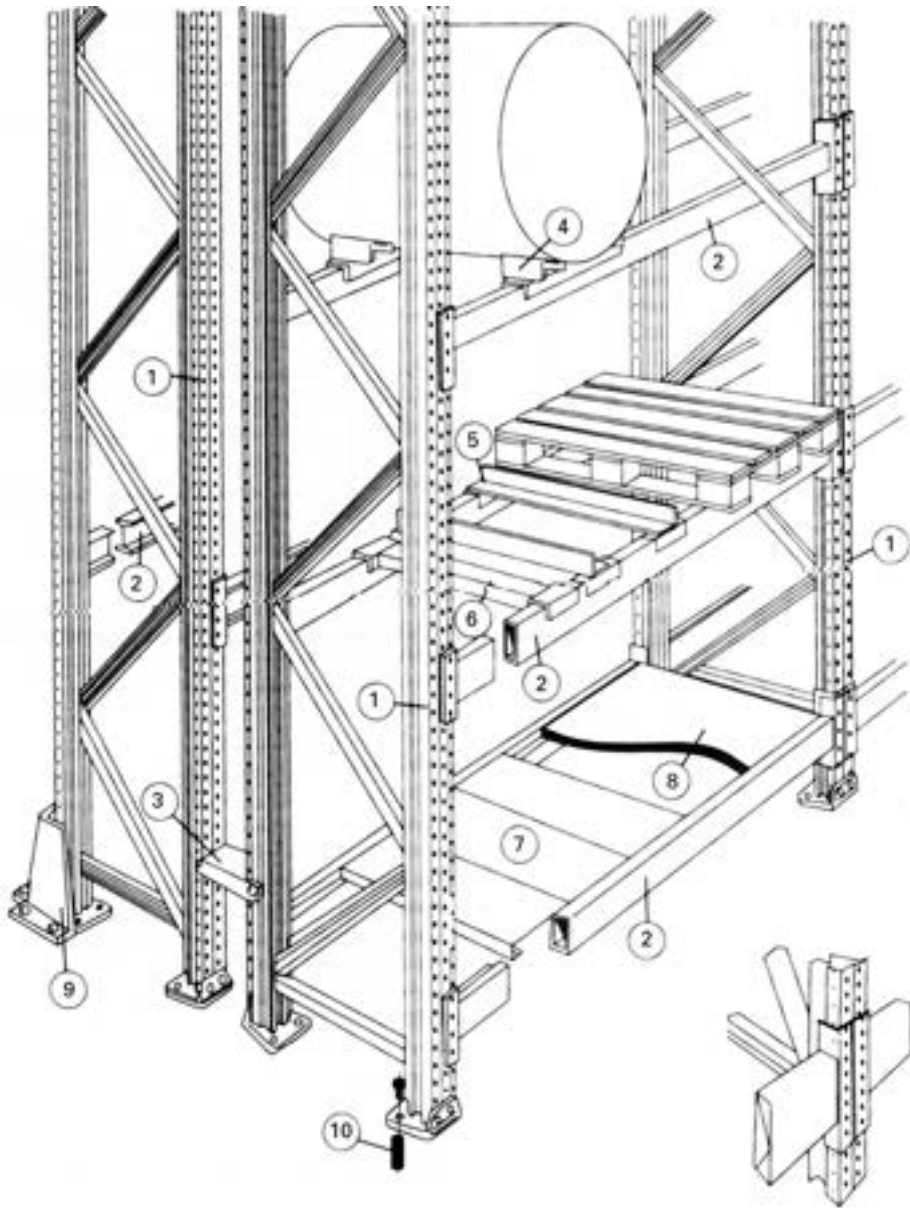
La ilustración muestra una solución en la que el producto preparado es depositado en el transportador apoyado sobre la propia estantería.

Figura 1.6. Almacenamiento dinámico para cajas

### Almacenes automáticos

- Son almacenes automatizados que requieren menor —o casi nula— intervención humana.
- Una característica común a todos ellos consiste en que el operario no se desplaza hacia la mercancía; al contrario, es la mercancía la que se desplaza hacia el operario.
- Se pueden clasificar de la siguiente manera:
  - De cargas ligeras:
    - sistemas rotativos horizontales (carruseles) y
    - verticales (paternoster, megalift, shuttle).
  - Transelevadores:
    - de pequeño piccerío (mini-load),
    - transelevadores de palets.





## DESCRIPCIÓN

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1 Escalas            | 6 Travesaños            |
| 2 Largueros          | 7 Paneles metálicos     |
| 3 Distanciadores     | 8 Paneles de aglomerado |
| 4 Portabidones       | 9 Protección de escala  |
| 5 Soporte contenedor | 10 Anclajes             |

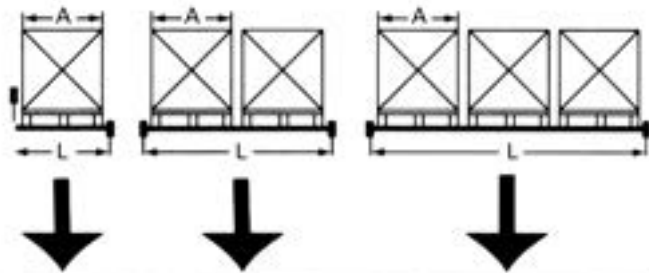
Figura 1.7. Estanterías de paletización

Paletas más usuales

D	D×C	C
800	1.000	
800	1.200	
1.000	1.200	

Europaleta

Longitud mínima L de larguero para paletas de cota A



A mm	Longitud L del larguero, para un frente A de paleta y un número de paletas por par de largueros dados, en mm.		
800	950	1.800	2.650
1.000	1.150	2.200	3.250
1.200	1.350	2.650	3.850

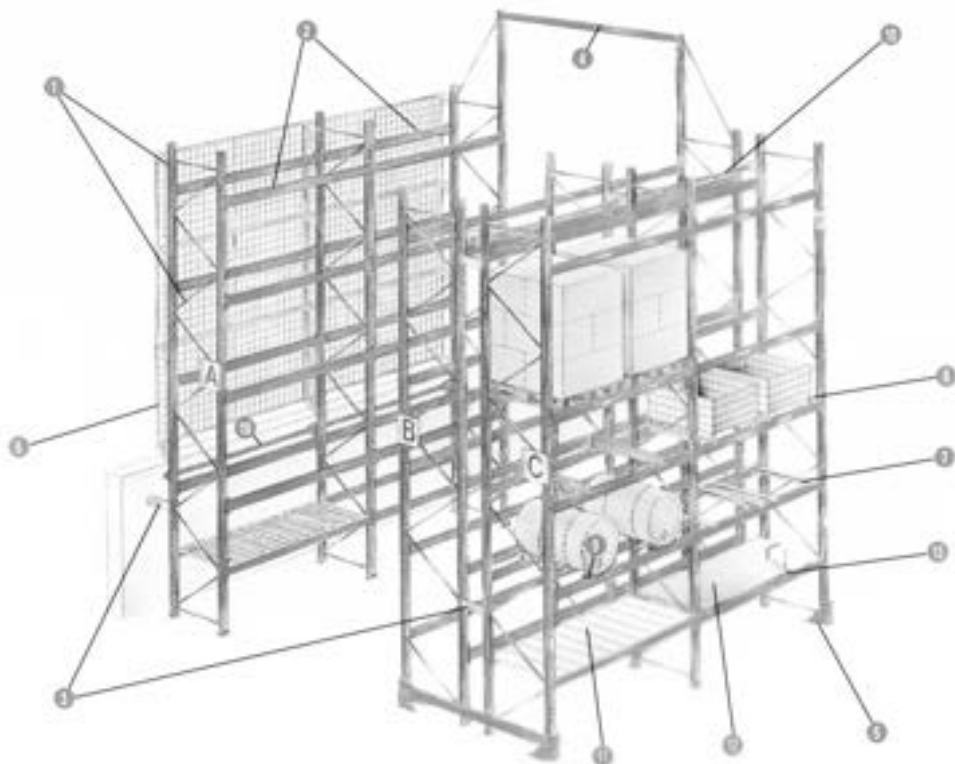
Figura 1.8. Dimensionado de los largueros; estanterías de palets

### 3.4. Según el tipo de estanterías de palets

- Estanterías convencionales.
- Estanterías compactas o drive-in.
- Estanterías dinámicas.
- Estanterías móviles.
- DIS.
- Glide-Rail.
- Estanterías especiales.

#### Estanterías convencionales

- Es el sistema clásico.
- La disposición de la planta es: pared → estantería → pasillo. Cualquier ubicación (lugar donde se coloca la mercancía) está parametrizado: pasillo (1,2,3...), estantería (A,B,C,D...), nivel o altura (1,2,3...) y nicho (número de hueco o posición a lo largo del pasillo). De esta forma, todas las ubicaciones están definidas de una manera inequívoca. En el fichero maestro de ubica-



## COMPONENTES

- |                     |                        |                                    |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|
| 1 Bastidores.       | 6 Malla anticaídas.    | 11 Panel convencional galvanizado. |
| 2 Largueros.        | 7 Travesaños paleta.   | 12 Tableros aglomerados de madera. |
| 3 Uniones bastidor. | 8 Soportes contenedor. | 13 Travesaños madera.              |
| 4 Unión pórtico.    | 9 Calzos bidón.        |                                    |
| 5 Protecciones.     | 10 Carril tope paleta. |                                    |



Figura 1.9. Estanterías paletización convencional

ciones (si se lleva de manera informatizada) cada ubicación estará definida con esos 4 vectores (estantería/pasillo/altura o nivel/hueco).

- Cuando se efectúen entradas y salidas será necesario dejar constancia con total exactitud de qué ubicación se toma o en qué ubicación se deja la mercancía (referencia del producto y cantidad). Y ello tanto en un sistema de hueco fijo como en un sistema caótico o de hueco variable (se analiza posteriormente).
- La profundidad de paletización es de 1 palet.
- Cualquier ubicación es accesible directamente, lo cual incrementa la rapidez de acceso a la mercancía. Por el contrario, esta rapidez tiene un precio: la proporción pasillo/estantería es alta (un pasillo por cada dos estanterías).
- Sistema recomendado en situaciones en las que no existen referencias que requieran una gran cantidad de almacenamiento.
- También recomendado en situaciones en las que es preciso acceder con rapidez a la mercancía para preparar pedidos.

### **Estanterías compactas o *drive-in***

- En este sistema se pretende optimizar al máximo la ocupación del almacén. Las estanterías forman calles y a través de ellas se introduce la carretilla para manipular la mercancía (Figura 1.10).
- Este sistema es el adecuado cuando no existen muchas referencias, y de todas —o de algunas de ellas, las llamadas referencias A— hay un número elevado de palets. No es necesario que todos los palets de una misma referencia estén accesibles a la vez. Por ello se almacenan uno junto a otro, a varias alturas y con diversos niveles de profundidad. En el esquema que se adjunta (Figura 1.11) observamos unas estanterías compactas o *drive-in* de 5 niveles de profundidad y 5 de altura.
- Es evidente que para acceder a las paletas que «están más al fondo» es necesario retirar las que están más afuera. Por eso, este sistema es aconsejable cuando para cada producto es preciso almacenar un elevado nivel de palets.
- También se utiliza cuando el  $m^3$  de almacén es caro: almacenes frigoríficos (helados, congelados, etc.) y/o de temperatura controlada.
- Los palets —a diferencia de las estanterías convencionales— se colocan transversalmente, es decir, si son europalets de  $1,20 \times 0,80$  m., se disponen por el lado ancho en el sentido de la calle, de tal forma que, mirando frontalmente la estantería, el palet ofrece su lado de 1,20 m., todo ello tanto para aprovechar mejor el espacio como para que la carretilla disponga de anchura de pasillo suficiente para entrar (un pasillo de 0,80 m. sería excesivamente estrecho). Los palets han de ser de buen material para evitar roturas y flechamiento (abombamiento en el centro).
- Para respetar el FIFO —por ejemplo, en almacenes de alimentación fresca, etc.— es muy conveniente no colocar dos productos diferentes en la misma estantería, ya que ello obligaría a numerosas manipulaciones. Para acceder al



Figura 1.10. **Estanterías paletización compacta**



Cuando se desea una alta densidad de almacenaje de paletas sobre estanterías, con una relación muy elevada de volumen aprovechado a volumen total, el sistema aconsejable es la *paletización compacta*, donde las estanterías forman pasillos por los que se mueven las carretillas, dejando las paletas unas junto a otras dentro de cada nivel de carga.

Existen dos variantes de este sistema, comúnmente denominadas *drive-through* y *drive-in*.

Figura 1.11. **Estanterías paletización compacta**

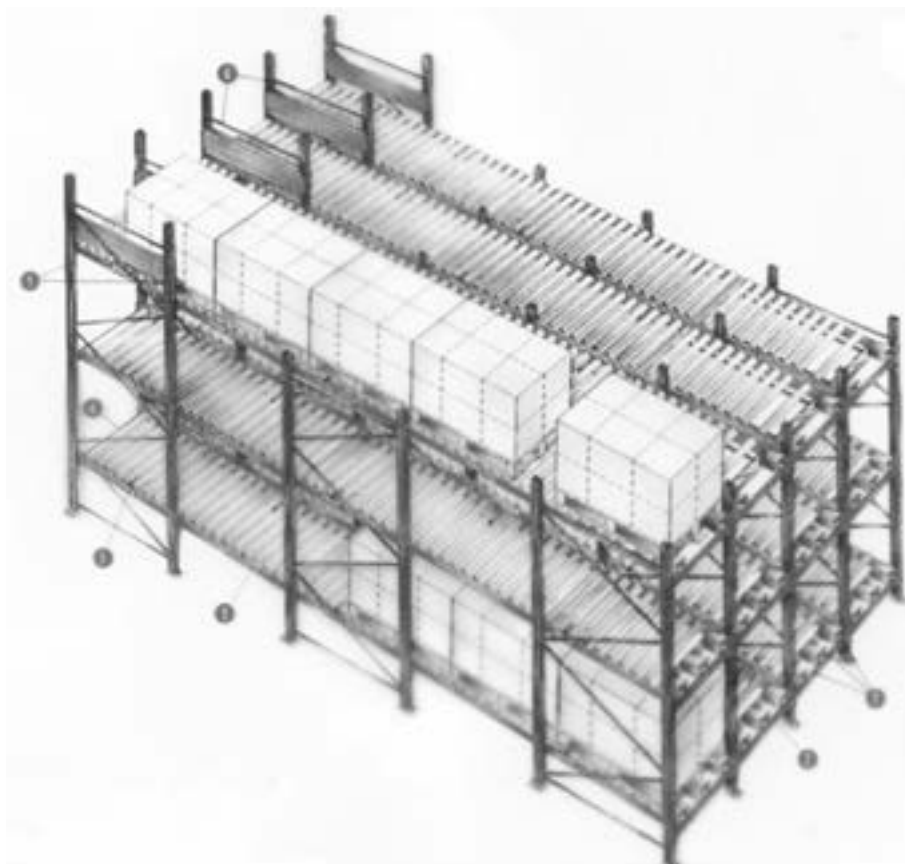
- palet de detrás habría que retirar todos los anteriores, sacar el solicitado y volver a colocar todos los palets retirados previamente.
- Los desplazamientos de la carretilla en el interior de las estanterías drive-in son más lentos que en pasillo abierto.
  - Una variante de las estanterías drive-in son las estanterías drive-through (Figura 1.11), cuando se puede acceder por ambos extremos.
  - En orden a respetar el FIFO, la situación ideal consiste en asignar a un mismo producto dos o más calles: las extracciones se efectúan de una de ellas hasta quedar vacía y se continúa extrayendo de otra. Las entradas de material se efectúan siempre en calles vacías, es decir, de una calle se extrae mercancía y en otra se introduce.

### Estanterías dinámicas

- La estructura es similar al sistema compacto, con la particularidad de que los palets se deslizan (por gravedad o motorización) sobre un sistema de rodillos desde la entrada del bloque hasta la salida. Las carretillas no entran en los pasillos. Depositán los palets en un extremo y éstos se van deslizando hacia «abajo» hasta el extremo o hasta que topan con otro palet. Este deslizamiento se efectúa por gravedad sobre el camino de rodillos, lo cual obliga a dar cierta inclinación a las estanterías (alrededor del 2-5%).
- Un deslizamiento sobre estanterías horizontales —sin gravedad— exige motorización para el arrastre (más caro, pero evita la inclinación en las calles. Si éstas son profundas —largas— la inclinación pudiera hacer perder un nivel de altura).
- Este sistema permite conjugar una alta densidad de almacenamiento (ventaja primordial del sistema de estanterías drive-in) y una mayor accesibilidad. El FIFO queda garantizado. A su vez, tampoco es necesario destinar toda una calle a una misma referencia. Si observamos la Figura 1.12, cada calle tiene tres niveles de altura y 5/6 palets por nivel. Pues bien, en esa calle se pueden almacenar tres referencias diferentes —una por nivel— y no una única referencia, como sucedía en las estanterías drive-in.
- El inconveniente radica en el costo. Aquí el nivel de inversión en estantería es de 6 a 8 veces más elevado que en el caso de las estanterías compactas.
- Hay estanterías dinámicas para palets y para cajas. En éstas las cajas se deslizan sobre un camino de rodillos más ligeros (roldanas). Son las estanterías dinámicas ligeras que se han comentado anteriormente.

### Estanterías móviles

- La finalidad de estas estanterías radica en potenciar al máximo la capacidad de almacenamiento.
- Existe un único pasillo, que es móvil. El operario cuando va en busca de un producto —un palet o una caja, pues existen de palets y de cajas—, conoce su

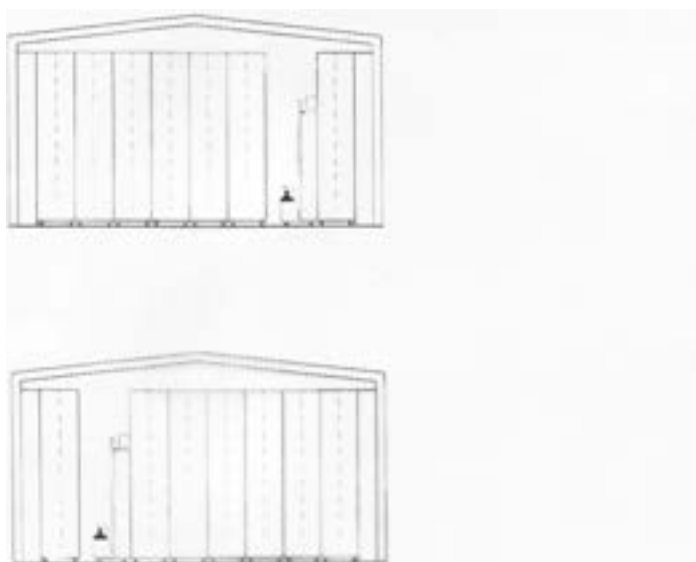
**COMPONENTES**

- |               |                       |
|---------------|-----------------------|
| ① Bastidores. | ⑤ Tambores de freno.  |
| ② Largueros.  | ⑥ Chapas de centrado. |
| ③ Carriles.   | ⑦ Rampas de frenado.  |
| ④ Rodillos.   |                       |



Figura 1.12. Estanterías dinámicas

- ubicación (se la ha dado el sistema informático). El mismo sistema, de forma automática, o bien el propio operario, de forma manual, «abre» el pasillo en el lugar adecuado, desplazando las estanterías para permitir la entrada de la carretilla.
- Es un sistema caro (el costo de la inversión para almacenar un palet puede equivaler a 4 o 6 veces el costo similar en una estantería drive-in).
  - Aprovechamiento máximo de la capacidad del almacén.
  - Un sistema lento de manipular: únicamente válido si se accede no demasiadas veces, pues el tiempo exigido para retirar un palet es sensiblemente superior al que se emplea en otros sistemas.
  - Suele emplearse en archivos, grandes almacenes de repuestos, etc. A nivel ya no de palets, sino de cajas, las farmacias empleaban hasta hace poco este sistema.



#### ESTANTERÍAS SOBRE BASES MÓVILES

Este sistema permite aumentar en más de un 80% el espacio útil del almacén puesto que se suprimen los pasillos de acceso individuales.

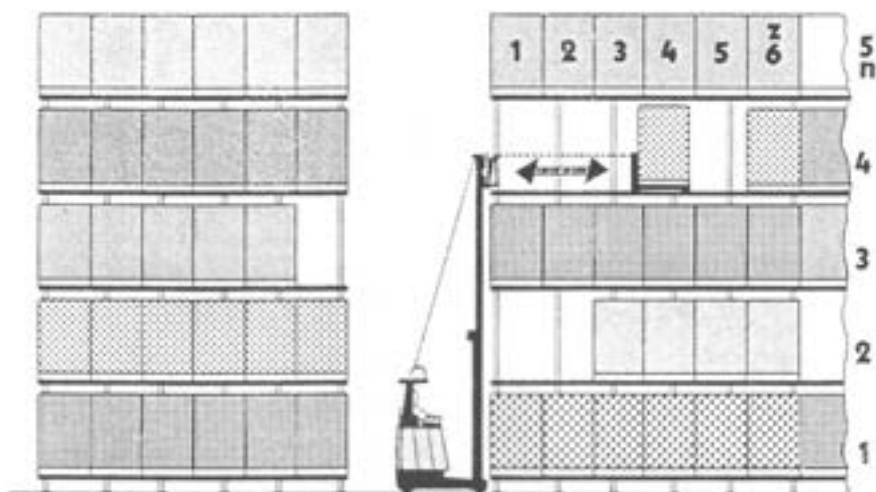


Figura 1.13. Estanterías móviles



## DIS

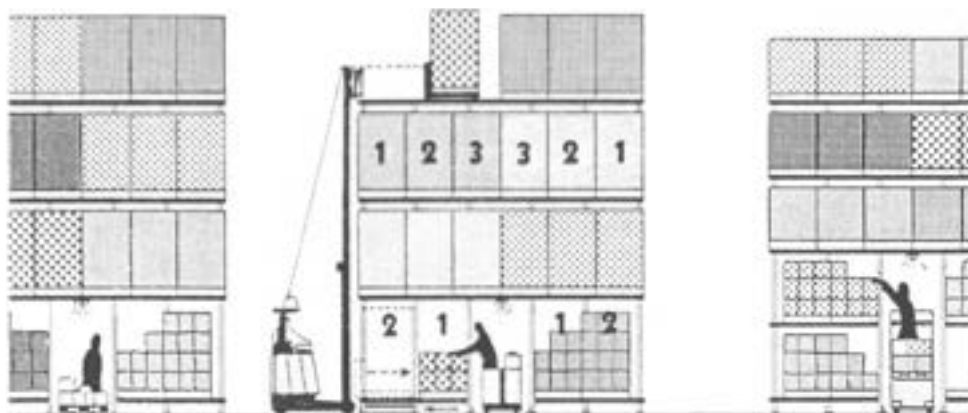
- Drive In Satellite. Es un cabezal de carga que se traslada por el canal. La carretilla no entra en el pasillo, es la horquilla guiada la que se desliza hacia delante (vacía para recoger un palet, cargada cuando lo deposita) o hacia atrás (cargada cuando está retirando un palet o vacía cuando retorna de depositar). Posicionada la horquilla en el canal de paletización se traslada con su propio motor eléctrico.
- Este sistema, una variante más de las estanterías compactas, requiere unas carretillas especiales (dos a tres veces más caras que las convencionales) y un acondicionamiento especial de los rieles de las estanterías para permitir el deslizamiento de la horquilla.
- La especialidad de las carretillas consiste en que la horquilla se desplaza hacia atrás y hacia delante por los rieles especiales de la estantería para las operaciones de estiba y desestiba de los palets.
- Como ventaja fundamental, permite el almacenamiento de un producto diferente, ya no por la totalidad de la calle sino por altura. Es decir, si una calle tiene 5 alturas y 6 palets de fondo (30 palets en total), los 30 palets no necesitan ser de la misma referencia; pueden almacenarse hasta 5 referencias diferentes (con un máximo de 6 palets por referencia). Ello permite aumentar el número de referencias almacenadas sin perder ocupación por el incremento de pasillos. (como sucede en las estanterías convencionales en las cuales la accesibilidad tiene el precio de pérdida de capacidad de almacenaje).
- Las Figuras 1.14 y 1.15 son sumamente ilustrativas.



El Drive-In Sistema DIS Jungheinrich combina dos tecnologías de economización de espacio: el portacargas móvil y el eficaz principio de mástil retráctil Retrak. Esta combinación

garantiza un aprovechamiento óptimo de las estanterías de gran profundidad y una utilización máxima del espacio debido a la poca anchura de los pasillos.

Figura 1.14. **DIS Jungheinrich**



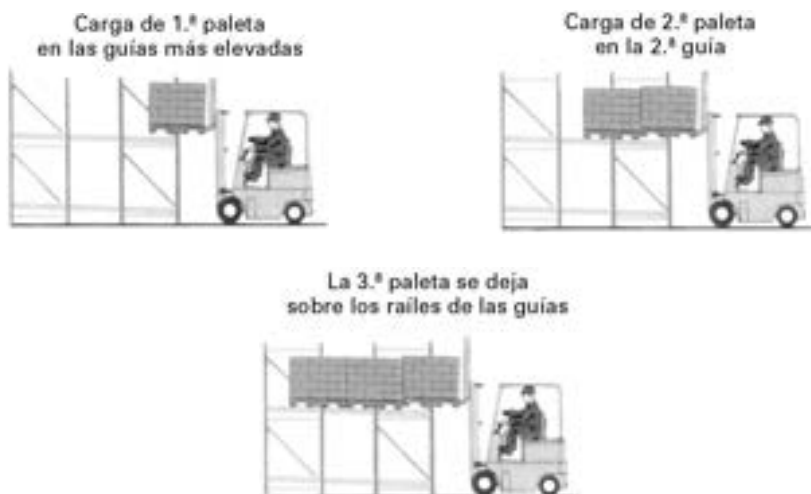
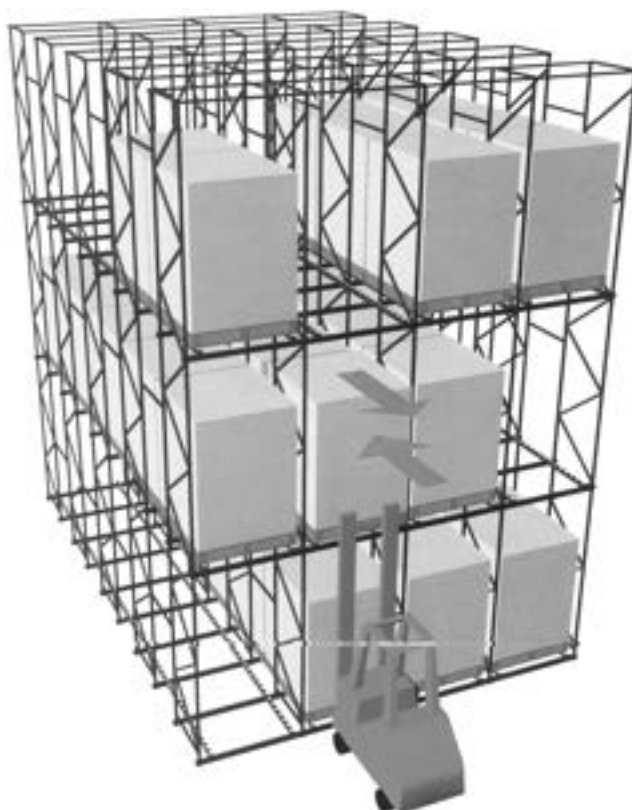
Separando los pasillos de preparación de pedidos y almacenaje, es posible conseguir gracias a DIS pasillos de trabajo especialmente estrechos, lo cual se traduce en una prepara-

ción de pedidos más rápida y eficaz desde los dos lados y sin pérdida de tiempo por las frecuentes subidas y bajadas que resultan necesarias en un sistema clásico.

Figura 1.15. DIS y túnel de picking de cajas

## Glide-rail

- Llamado también flow-rail o slide-rail o push-back. Es similar al DIS, pero en este caso no es la horquilla de la carretilla la que se desplaza a lo largo de los rieles. Estos tienen un mecanismo especial de cadena sin fin que les permite girar en un sentido o en otro según se desee almacenar el palet o retirarlo. La carretilla posiciona el palet en el extremo o lo retira del mismo.
- Este sistema está formado por un conjunto de guías metálicas con cuatro ruedas de alta capacidad de carga (hasta 650 Kgs.) que se deslizan sobre raíles fijados a la estructura de la estantería dispuestos con una inclinación del 2,5% al 3%. Los palets se almacenan transversalmente en profundidad hasta un máximo de cuatro unidades por nivel, con lo cual se consigue una alta compactación de cargas. La carga y descarga se realiza por el mismo pasillo frontal de la estantería, característica de un sistema LIFO (último en entrar, primero en salir).
- Una serie de agujeros indicadores en el larguero frontal sirven como indicador visual para determinar el número de palets almacenados en fondo. Este sistema tiene diferentes aplicaciones, especialmente en cámaras frigoríficas o de congelación y suele utilizarse para aprovechar espacios pequeños contra la pared.
- La velocidad de acceso es mayor que en otros sistemas, como el drive-in, ya que la carretilla no debe entrar dentro de las estanterías.
- Según constructores (Esmena, Armes, etc.) el precio varía ostensiblemente, pero siempre un mínimo de 3 o 4 veces por encima del precio de la estantería convencional.

Figura 1.16. **Glide-rail**Figura 1.17. **Glide-rail: esquema**

## Estanterías especiales

- Existe una gran variedad de mercancías en cuanto a tamaños, formas, densidad, carga paletizada, cargas largas, bidones, balas, etc. Tratando de satisfacer estas variadas formas de almacenamiento, han ido apareciendo en el mercado estructuras que permiten almacenarlas de una forma eficaz.
- Entre otras cabe citar las estanterías para cargas largas o cantilever, especiales para el almacenamiento de tubos, perfiles, tablones. Consisten en bastidores verticales y escuadras —ménsulas— situadas a diferentes alturas insertadas en orificios especiales de los bastidores. Permiten un almacenamiento en horizontal de dichas cargas.
- La imagen de la [Figura 1.18](#) es un ejemplo de estantería cantilever para cargas largas (es carga larga y gran superficie). Las cargas largas se tocan en profundidad en el Capítulo 4.

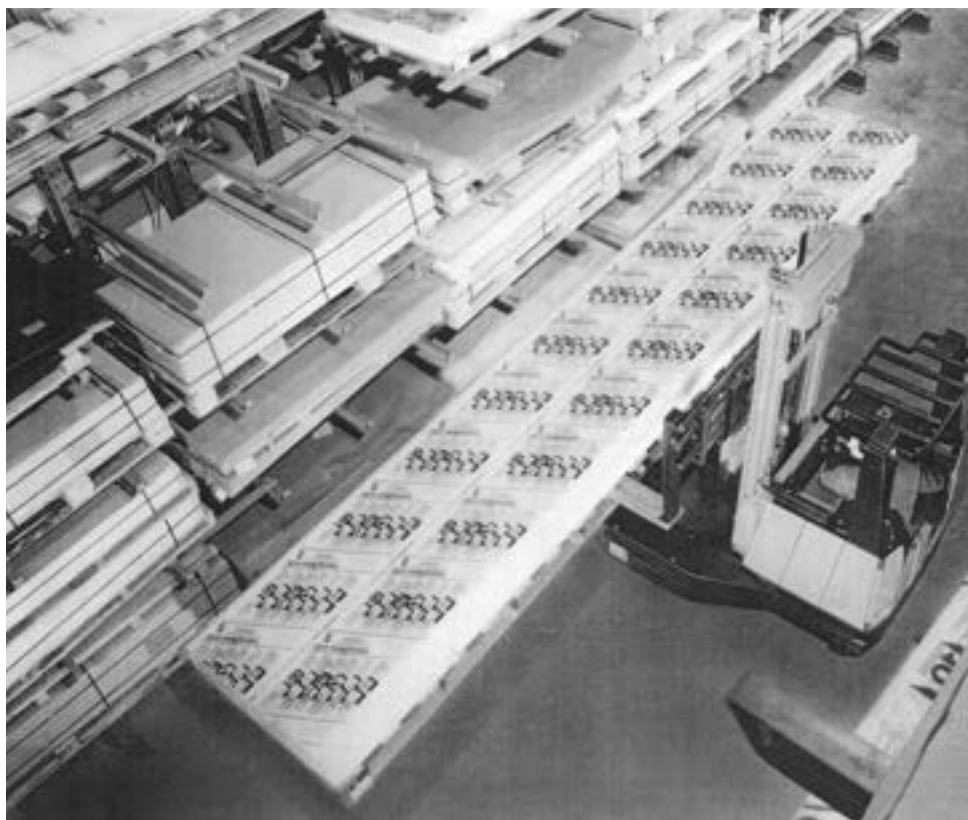


Figura 1.18. Estanterías cantilever

### 3.5. Almacenes automáticos

- De cargas ligeras:
  - Carrusel.
  - Paternoster.
  - Shuttle o megalift.
- Transelevadores:
  - de pequeño piecerío (mini-load).
  - de palets.
- Autoportantes.

#### De cargas ligeras

De aparición más tardía que las estanterías. Son almacenes automatizados que requieren menor —o casi nula— intervención humana.

Permiten unos grandes volúmenes de almacenamiento por m<sup>3</sup> y una gran rapidez y seguridad en el tratamiento de la mercancía.

Como características generales cabe citar:

- Mercancía a operario. Es la mercancía la que se desplaza hacia el operario y no a la inversa, con el consecuente ahorro de distancia recorrida y tiempo empleado (disminución de costes operativos).
- Permiten almacenar multitud de referencias.
- Requieren inversión.
- Introducen rigideces en su funcionamiento que se ven compensadas por el método impuesto. El almacén se hace más científico.
- Aumentan la seguridad y la rapidez en las manipulaciones.
- Controlados por ordenador.

#### *Carrusel*

- Como el nombre indica es un almacén rotatorio en horizontal. Consta de una serie de ejes verticales (bastidores) a los que se adosan unas cestas/jaulas o recipientes.
- El número de recipientes por bastidor varía: 3 o más dependiendo de la altura del eje y del tamaño de la jaula.
- Pueden girar en ambos sentidos.
- Se dirigen desde un PC situado en un extremo, desde donde se le indica referencia y cantidad a extraer.
- Alcanzan longitudes de hasta 25-30 m.
- Ocupa más espacio que los sistemas de almacenamiento automático vertical.



Figura 1.19. Carrusel

- Proporcionalmente requieren menos inversión que los sistemas tipo paternoster.
- Se emplean en distribución. No son aptos para fabricación debido a que ocupan bastante terreno en superficie.

### *Paternoster*

Sistema de almacenamiento en carrusel vertical. Todo el mecanismo se halla dentro de un armario (5/10 m de altura, 3-5 m de anchura y 1,5-3 m de profundidad).

La mercancía se aloja en bandejas más o menos equidistantes (30 a 40 cm). Dichas bandejas pueden estar compartimentadas de modo que en el total de su anchura puedan almacenarse diversas referencias de forma ordenada.

En la parte frontal y comandado por un PC dispone de una ranura y bandeja externa adosada.

A petición del operario (que introduce referencia y cantidad) el mecanismo gira como una noria en un sentido o en otro minimizando la distancia de giro (posición donde se encuentra la mercancía a bandeja del operario), situándose la bandeja solicitada a la altura de la ranura/mostrador adyacente para que el operario retire la mercancía solicitada.

La idea es similar a la del carrusel, pero al estar orientado en altura, es más recogido, ocupa menos superficie y por ello se emplea no sólo en distribución sino también en producción (a pie de máquina con piezas de repuesto; por ejemplo, una mercancía regular tipo broca junto a máquinas de control numérico).



Figura 1.20. **Paternoster**

En distribución se utiliza bajo diversos supuestos, por ejemplo, si es mercancía no voluminosa y cara (material electrónico, etc.) y se desea guardar bajo llave o a cubierto del polvo. También se utiliza para picking de envases (se verá más adelante).

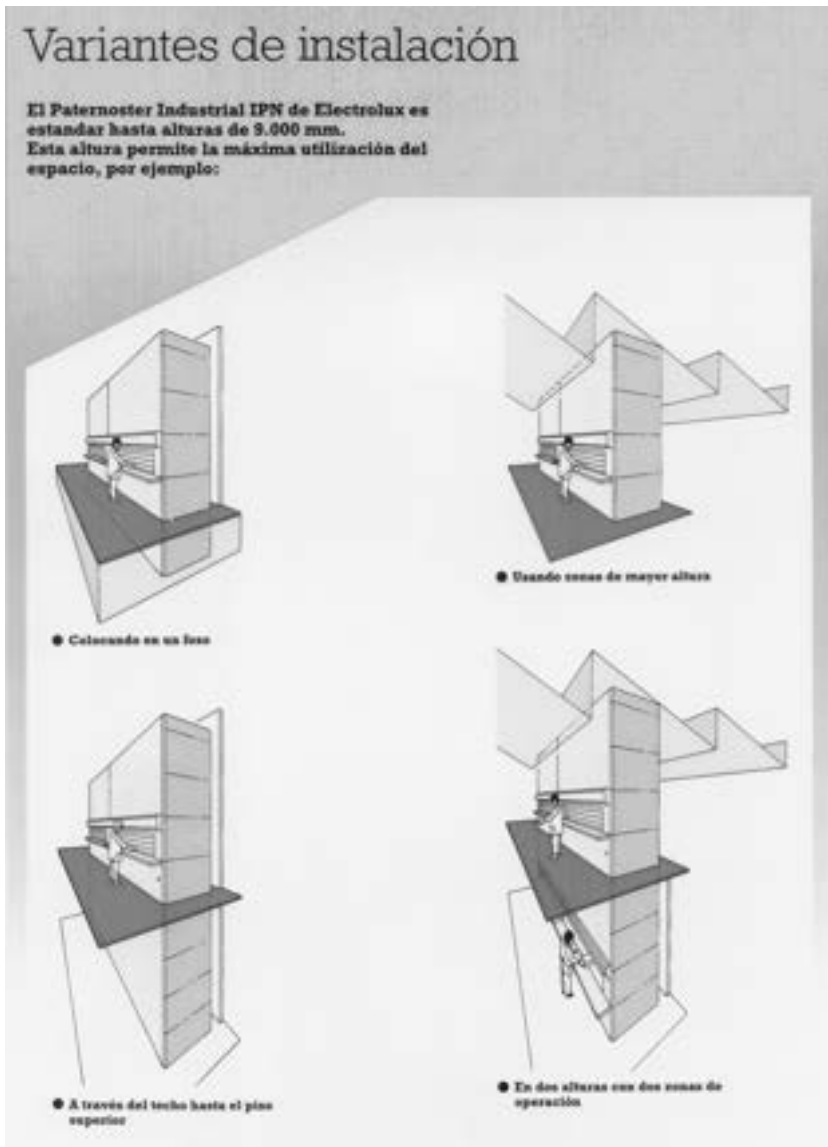


Figura 1.21. **Paternoster: esquemas**

### *Shuttle*

También conocido como megalift.

Es similar al paternoster con algunas variantes:

- No todas las bandejas son equidistantes.
- No necesita que las bandejas estén equilibradas, pues cada una se desplaza de forma independiente.



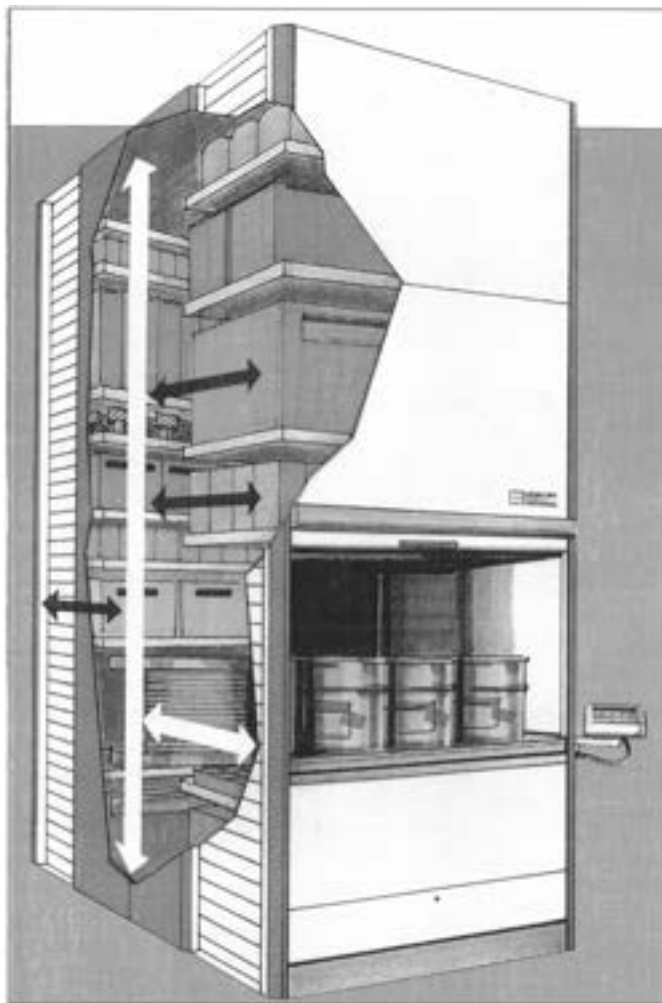


Figura 1.22. Shuttle

- Las bandejas no giran. Se desplazan horizontalmente para posicionarse en la torre libre de ascenso/descenso y se desplazan verticalmente por el hueco central hacia abajo o hacia arriba.
- Consiste en una o dos torres de bandejas y una chimenea entre ellas. Al solicitar una mercancía desde el PC que lo comanda, la bandeja correspondiente se desliza hacia la torre interna de desplazamiento y desciende hasta posicionarse a la altura de la ranura/bandeja donde se halla el operario. Es decir, son dos movimientos: primero se desplaza en horizontal y posteriormente en vertical hacia abajo (o hacia arriba en el movimiento de retorno).
- Al no girar todas las bandejas, ya que sólo se desplaza la bandeja en la cual se halla la mercancía solicitada, permite una mayor capacidad (altura) y unas cargas más pesadas e irregulares.

## Transelevadores

Son aparatos mecánicos capaces de manejar (estibar y desestibar) mercancía a través de pasillos estrechos y a gran velocidad.

Los hay para manejo de carga paletizada (y van con o sin conductor) y también para manejo de cajas y/o cestas (mini-load) de pequeño piccerío (sin conductor acompañante o con conductor).

Básicamente son unas estanterías convencionales de gran altura (pueden alcanzar hasta 25-30 niveles) y longitud (alcanzando hasta 60-80 m en algunos casos). En los pasillos se sitúa un rail de rodadura a través del cual se desliza el transelevador propiamente dicho.

Éste consta de un mástil, un chasis inferior (se asienta sobre el rail), un chasis superior que lleva la cabina del operario y/o unas horquillas (si es sin operario y para manejo de palets).

El chasis que lleva la cabina del operador o las horquillas para el manejo de los palets se desplaza verticalmente a lo largo del mástil para el posicionamiento en altura, mientras que el propio mástil se desplaza horizontalmente para el posicionamiento en longitud.



Figura 1.23. **Transelevador de palets**



Figura 1.24. **Transelevador de cajas (mini-load)**

Lo normal es que cada pasillo cuente con una torre, para incremento de velocidad en manipulación (antiguamente se utilizaba también la técnica de una torre o mástil que abastecía más de un pasillo, desplazándose lateralmente de uno a otro según necesidades).

Utilizan pasillo estrecho (alrededor de 1.100 mm cuando es mini-load y de 1.300 cuando es almacén de palets-europalets).

Es necesario prever y habilitar espacios suficientes para otros sistemas de transporte que acarreen la mercancía hasta y desde el transelevador: espacio para carretillas, caminos de rodillos, mesas de preparación de pedidos, etc.

### **Almacén autoportante**

Es un almacén dotado de transelevadores —normalmente para palets— en los cuales las estanterías cumplen una doble finalidad:

- Almacenar la mercancía.
- Constituyen la propia estructura del almacén (no necesita columnas, únicamente paredes laterales y techo).

Tienen una gran capacidad de almacenamiento.

Pueden alcanzar hasta 20-30 m de elevación.

Exigen una inversión muy elevada, por ello deben aportar soluciones altamente económicas para justificar su puesta en marcha.



#### COMPONENTES DE UN ALMACÉN AUTOPORTANTE AUTOMÁTICO

- |                               |                               |   |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| ① Estanterías.                | ⑥ Transportador de rechazos.  | ⑪ Descensor de paletas.                                       |
| ② Robot de almacenaje.        | ⑦ Transportador de entradas.  | ⑫ Transportador zona de clasificación preparación de pedidos. |
| ③ Transportador de recepción. | ⑧ Posicionadores de entradas. | ⑬ Carros transferidores.                                      |
| ④ Control de galibo.          | ⑨ Posicionadores de salidas.  | ⑭ Acumuladores de pedidos.                                    |
| ⑤ Oficina de control.         | ⑩ Transportador de salidas.   |   |



Figura 1.25. Almacén automático autoportante

### 3.6. Según la naturaleza jurídica

- Almacén propio.
- Almacén en régimen de alquiler.
- Almacenamiento en un operador logístico.

- Cada sistema presenta sus ventajas e inconvenientes:

Almacén propio		Almacén en alquiler	
<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
Rentabilidad, si se utiliza intensivamente.	Nivel elevado de inversión.	No exige inversión.	Coste, si el volumen de producto a almacenar es elevado.
Mayor control de las operaciones.		Costes variables según grado de utilización.	
Base de otras actividades (centro flota vehículos, etc.).			

Tabla 1.1. Comparación: almacén propio y alquilado

Tratando de lograr un sistema eficaz, un modelo que combine ambos mundos consiste en subcontratar almacenamiento en las puntas de stockaje y almacenar en depósitos propios un nivel estable de producto.

Subcontratar el almacenaje a un operador logístico es un tema de más calado que requiere un análisis serio de ventajas e inconvenientes. Los operadores logísticos ofrecen, además, una serie de servicios de valor añadido, tales como: preparación de pedidos, empaquetado, transporte, emisión de albaranes de entrega, recogida de albaranes de envío, gestión de inventario, etc.

### 3.7. Precios de referencia

Los precios de las ofertas dependen de muchas variables:

- Tipo de estantería.
- Número de palets (huecos) a instalar.
- Forma de pago.
- Poder de negociación.
- Competencia entre fabricantes.
- Calidad del producto instalado.
- Etc.

A pesar de ello vamos a dar unos precios de referencia de cada tipo de las estanterías presentadas (coste aproximado a la fecha de publicación del libro).

CONVENCIONALES: 21/27 Euros/Palet.  
 COMPACTAS: 30/33 Euros/Palet.  
 DINÁMICAS: 240/300 Euros/Palet.  
 MÓVILES: 90/120 Euros/Palet.

#### 4. ELEMENTOS DE MANIPULACIÓN

- Fijos o móviles según requieran una instalación que permanece fija, aunque el propio vehículo se desplace:

##### **Móviles:**

Transpaletas: manuales, eléctricas.

Apiladores: manuales, eléctricos.

Carretillas:

- contrapesadas: térmicas, eléctricas,
- retráctiles,
- trilaterales,
- cuatro caminos.

Transelevadores (ya analizados).

AGV's.

##### **Fijos:**

Transporte por rodillos.

Cintas transportadoras.

Sistemas de transporte aéreo.

Tabla 1.2. Elementos de manipulación

#### 4.1. Móviles

- *Transpaleta manual:*
  - Es el equipo básico de funcionamiento. Consta de una horquilla de dos brazos paralelos horizontales, un timón guía y ruedas. La horquilla puede elevarse ligeramente para levantar el palet y que éste no roce el suelo en los desplazamientos.
  - Capacidad de carga de hasta 2.000 y más kgs.
  - Utilización: carga/descarga, camiones, medio auxiliar de picking, traslado cortas distancias de palets.
  - Opciones: báscula con visor digital, etc.
- *Transpaleta eléctrica:*
  - Similar a la manual, pero dotada de un motor eléctrico instalado encima de la rueda trasera para el desplazamiento.
  - Clases: conductor a pie (acompañante) o conductor montado (de pie o sentado).

# Carretillas de Interior Mitsubishi

## Transpaletas



Modelo	Capacidad (kg)	Velocidad de Tracción (km/h)	Motor de Tracción (kW)	Pendiente Superable (%)	Capacidad de la Batería (V/Ah)
--------	----------------	------------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------------------

### Transpaleta Manual

P24P	2400				
------	------	--	--	--	--

*Selección de longitud de horquillas, anchuras y ruedas*



### Transpaleta Eléctrica de Conductor Acompañante

PB16P	1600	4.5 / 6.0	0.8	10 / 20	24 / 210
PB18P	1800	4.5 / 6.0	0.8	10 / 20	24 / 210
PB20P	2000	4.5 / 6.0	1.0	10 / 20	24 / 210

*Cargando / Descargando - Distancias de trabajo hasta 20m*



### Transpaleta Eléctrica de Plataforma

PB20V	2000	4.0/6.0 (5.9/8.6) <sup>o</sup>	1.5	10 / 20	24 / 324
-------	------	--------------------------------	-----	---------	----------

*Velocidad con la plataforma elevada o bajada<sup>o</sup>*

*Cargando / Descargando - Distancias de trabajo 20-30m*



### Transpaleta Eléctrica de Conductor Montado de pie

PB20R	2000	8.0 / 11.0	2.0	7 / 15	24 / 360
-------	------	------------	-----	--------	----------

*Cargando / Descargando - Distancias de trabajo superiores a 30m*



### Transpaleta Eléctrica de Conductor Sentado

PB20	2000	8.0 / 11.0	2.0	7 / 15	24 / 480
------	------	------------	-----	--------	----------

*Cargando / Descargando - Distancias de trabajo superiores a 30m*

## Recoge-pedidos



### Recoge-pedidos de timón

OPB20L	2000	7.2 / 10.2	2.0	8 / 15	24 / 360
--------	------	------------	-----	--------	----------

*Picking hasta 2300mm*



### Recoge-pedidos de volante

OPB20M	2000	8.0 / 11.0	2.0	7 / 15	24 / 360
--------	------	------------	-----	--------	----------

*Picking hasta 2300mm*

Figura 1.26. Catálogo elementos de manipulación (Mitsubishi)

... la elección lógica para cada aplicación.

Capacidad (kg)	Velocidad de Tracción (km/h)	Motor de Tracción (kW)	Motor Hidráulico (kW)	Mástiles hasta (mm)	Capacidad de la Batería (V/Ah)	Modelo
----------------	------------------------------	------------------------	-----------------------	---------------------	--------------------------------	--------

**Apiladores de Conductor Acompañante**

1200	5.2 / 6.0	0.8	2.0	3600	24 / 300	SB12P
1400	5.2 / 6.0	0.8	2.0	4300	24 / 300	SB14P
1600	5.2 / 6.0	0.8	3.0	4300	24 / 300	SB16P

Disponibles en versiones de elevación manual tipo transpaleta y horquillas entre largueros. Apilado / recepción hasta 4300mm

**Apiladores de Plataforma**

1200	5.2/6.0 (6.5/8.0)*	0.8	2.0	3600	24 / 300	SB12V
1400	5.2/6.0 (6.4/8.0)*	0.8	2.0	4300	24 / 300	SB14V
1600	5.2/6.0 (6.3/8.0)*	0.8	3.0	4300	24 / 300	SB16V

Velocidad manual en transición a control electrónico - plataformas bajas\* Apilado / recepción hasta 4300mm  
Disponibles en versiones de elevación manual tipo transpaleta y horquillas entre largueros

**Apiladores de Conductor Montado de Pie**

1200	7.0 / 8.0	2.0	3.0	6500	24 / 360	SB12R
1500	7.0 / 8.0	2.0	3.0	6500	24 / 360	SB15R
2000	6.5 / 8.0	2.0	3.0	6300	24 / 600	SB20R

Disponibles en versiones de elevación manual tipo transpaleta para SB12R and SB15R. Apilado / recepción hasta 4300mm

**Carretillas Retráctiles**

1350	10.0 / 10.5	5.5	7.3*	8000	48 / 730	RB14
1600	10.0 / 10.5	5.5	7.3*	8500	48 / 730	RB16
2000	10.0 / 10.5	5.5	7.3*	8500	48 / 730	RB20
2500	10.0 / 10.5	5.5	7.3*	8500	48 / 730	RB25

\* 8.1 / 8.9 en modelos con elevación > 7300mm. Apilado / recepción hasta 4300mm

**Carretillas Trilaterales**

1200	9.0 / 10.0	5.5	8.1	9000	48 / 730	TB12
------	------------	-----	-----	------	----------	------

Apilado / recepción hasta 9000mm

**Recoge-pedidos de nivel alto**

800	6.8 / 8.7	2.1	3.0	7500	24 / 705	OPB08H
-----	-----------	-----	-----	------	----------	--------

Picking hasta 7500mm

**Apiladores**



**Recoge-pedidos de nivel alto**

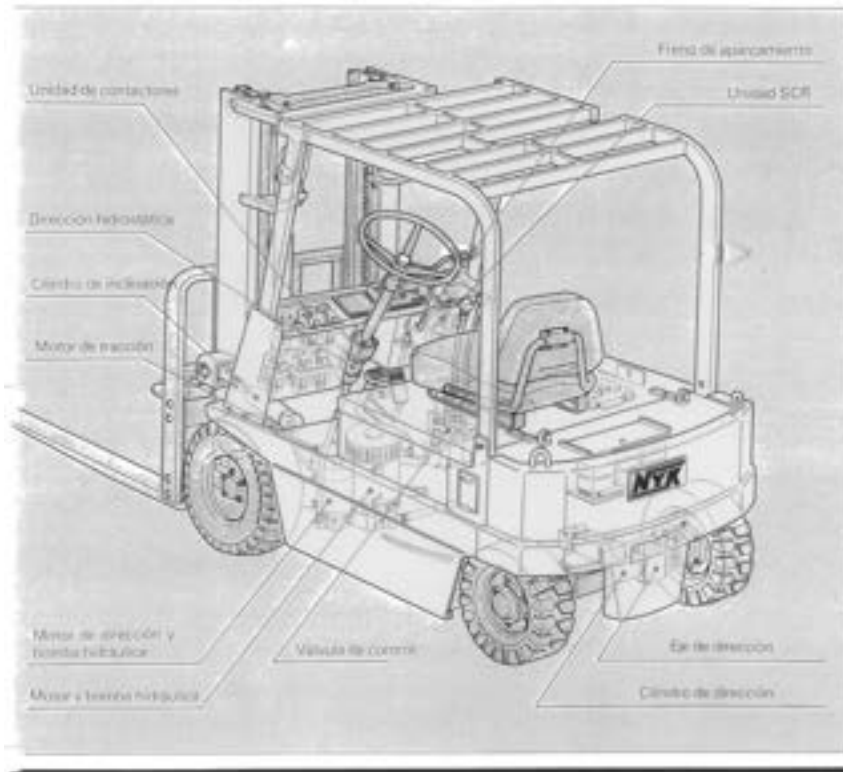


Figura 1.26. Catálogo elementos de manipulación (Mitsubishi)



- Utilización: grandes distancias (conductor montado) y ergonomía (menos esfuerzo físico).
  - Características: autonomía de batería (hasta 10/12 horas), capacidad de carga (hasta 2.500/3.000 kgs).
- *Apilador manual:*
    - Evolución lógica de la anterior. En ocasiones es preciso elevar la carga bien para el apilado a bloque o bien para situarla en estanterías a una cierta altura. Combinan, por tanto, el desplazamiento y la elevación de la carga.
    - Consta de transpaleta + mástil y cilindro hidráulico que suba y baje las horquillas. La elevación puede ser manual o eléctrica.
- *Apilador eléctrico:*
    - Concepción similar a la transpaleta.
    - Tipos: conductor acompañante y sentado.
    - Utilización: trabajos ligeros y de apoyo a otros sistemas de manipulación. Se emplean cuando, por falta de espacio, de seguridad o de utilización esporádica, no es aconsejable el uso de carretillas:
      - distribución física: carga y descarga de furgonetas (la carretilla es demasiado pesada),
      - hipermercados, grandes superficies: carga mecánica de las estanterías cara al público.
    - Horquillas: convencionales, giratorias, tipo pinza (bidones, balas de papel), etc...
    - Capacidad carga: no superior a los 1.500 kgs. Y altura que no exceda los 3-4,5 m.
    - Desplazamiento y posicionamiento en altura mediante motorización.
- *Carretillas contrapesadas:*
    - Concepción: máquina universal para transportar, almacenar y seleccionar palets. Combina las ventajas de apilador y transpaleta, pero aumentando sus capacidades.
    - Tipos y características:
      - Según el número de ruedas (3 y se llama triciclo, o 4), incide en el radio de giro (menor en el triciclo) y en consecuencia en amplitud de pasillo. La capacidad de carga es mayor en las de 4 ruedas.
      - Según el tipo de rueda: macizas o neumáticas.
      - Eléctricas (a veces se denominan de interior) y a gasóleo. Determinadas exigencias medioambientales y de seguridad obligan al uso de carretillas eléctricas en determinados almacenes (alimentación, etc.) para evitar la contaminación que producen los humos de la combustión del gasóleo.

### SERIE FBF Carretillas electrónicas contrapesadas, de 4 ruedas



### Dirección sin esfuerzo en el eje trasero

Su alta maniobrabilidad es auxiliada por la dirección asistida, lo que permite realizar giros bruscos con completa seguridad.

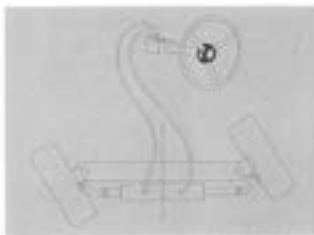


Figura 1.27. Carretilla contrapesada

- El mástil puede estar dotado de un movimiento giratorio o de un desplazador lateral de horquillas que permita facilitar la estiba/desestiba de la mercancía.
- La anchura de pasillo necesaria se sitúa entre los 2,7 y 3,7 m.
- Capacidad de carga: hasta 3,5 T o más, dependiendo también de la altura.

- Capacidad de elevación: hasta 5,5 m; a más altura hay cierto pandeo de la carga. El mástil de elevación situado entre los brazos de la horquilla puede estar compuesto por un tramo, dos o tres (telescópicos), para alcanzar más altura.

- *Carretillas retráctiles:*

Transportan y apilan de forma frontal; horquillas convencionales.

El elemento de carga o el mástil pueden extenderse hacia adelante y hacia atrás mediante un carro portador que desliza sobre unas patas de apoyo provistas de carriles.



Figura 1.28. Elementos de manipulación: catálogo BT

Por eso necesitan menos pasillo que las carretillas convencionales: 2,30-2,60 m. Capacidad de carga (nominal) hasta las 3 T; la altura: hasta 8 y 9 metros (con mástil triple).

En desplazamientos es más lenta que la carretilla contrapesada, pero aprovecha mejor el espacio (2-3 m. en altura) y 0,5-0,7 m de economía de pasillo. Trabaja con ruedas macizas (bandaje estrecho), lo cual le impide entrar en la cama del camión para la estiba del mismo.

- *Carretillas trilaterales:*

Máquina especializada para optimizar el espacio de almacenamiento: reducción de la anchura de pasillo (1,50-1,80 m.).

Una variante es la denominada bilateral: el cabezal ya no es de una horquilla giratoria, sino telescópica, sólo toma la carga lateralmente por ambos lados; por ello se denomina bilateral: los palets se pueden recoger a ambos lados del pasillo.

Las horquillas tienen posibilidad de un doble movimiento: giro de 90° en ambos sentidos y desplazamiento lateral. Es decir, puede tomar la carga de tres formas: frontalmente y lateralmente (por la izquierda y por la derecha).

Por ello no necesitan girar una vez que están en el interior de un pasillo.

También se les denomina carretillas torre.



Figura 1.29. Elementos de manipulación especializados; catálogo BT

Permiten alcanzar alturas elevadas: hasta 12 m.

La estiba/desestiba a esas alturas obliga a equiparlas con un control visual remoto, o bien a elevar al operario juntamente con la carga.

Otra variante es inclinar la cabina del conductor en función del grado de elevación.

- *Carretillas multilaterales o cuatro caminos:*

Este esfuerzo por facilitar el manejo de la mercancía en el almacén ha llevado a la aparición de otro tipo de carretilla capaz de desplazarse longitudinal (adelante y atrás) y transversalmente (izquierda y derecha), es decir, en los cuatro sentidos. Si el sistema de dirección lo permite, también podrá efectuar desplazamientos en diagonal.

Aptas para el manejo de cargas largas en pasillos estrechos: la libertad de movimientos evita el giro de la carga y así se reduce la necesidad de pasillo.

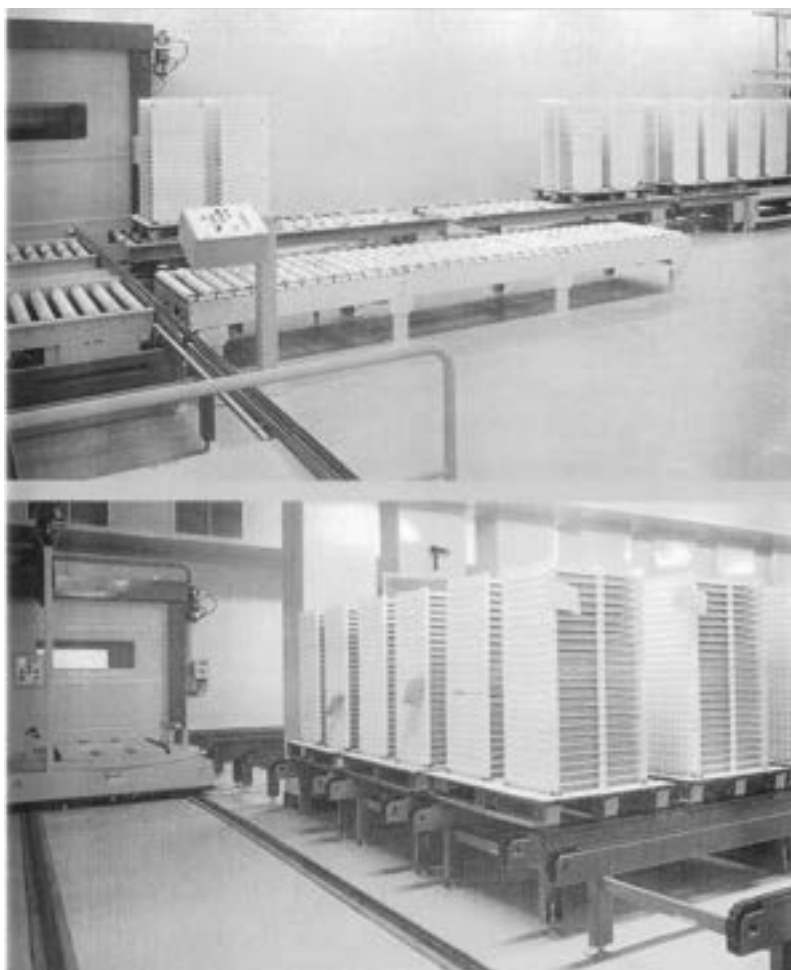


Figura 1.30. Transporte por rodillos

## 4.2. Fijos

Pueden suponer un obstáculo al libre desplazamiento por el almacén, pues crean barreras físicas (caso del transporte por rodillos y/o cintas transportadoras a ras de suelo). Por ello su elección y ubicación debe ir precedida de un exhaustivo análisis de necesidades y rendimientos, así como del análisis de medios alternativos.

- *Transporte por rodillos:*
  - Clases: por gravedad o motorizados.
  - Características: grado de inclinación.
  - Casos de utilización: cargas pesadas, rapidez, alimentación de otros aparatos, transporte continuo desde producción hasta almacén PT.
  - Limitaciones: barrera física, precio.

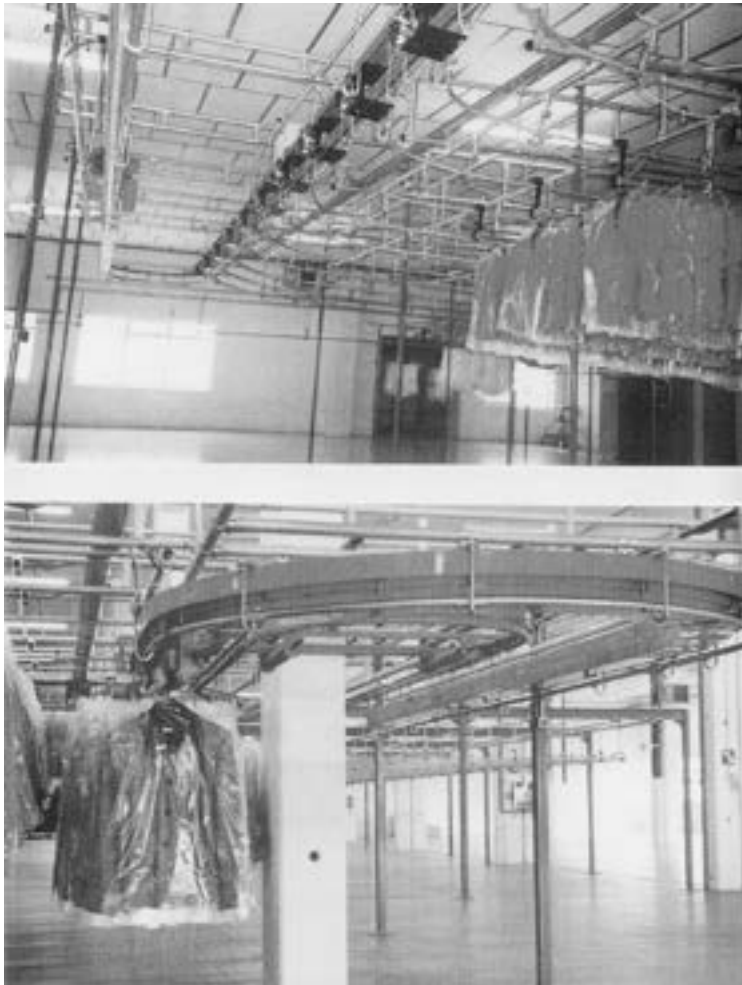


Figura 1.31. Transporte aéreo

- *Cinta transportadora:*
  - Comparable con los rodillos.
  - Utilización: casos similares, pero cargas irregulares (aeropuertos); áridos, etc.
- *Transporte aéreo:*
  - Se diseñan a medida en función de la carga a transportar.
  - Característica: mantienen el suelo despejado.
  - Utilizados en cadenas de producción: automóvil, etc...; también para transporte de ropa (perchas).

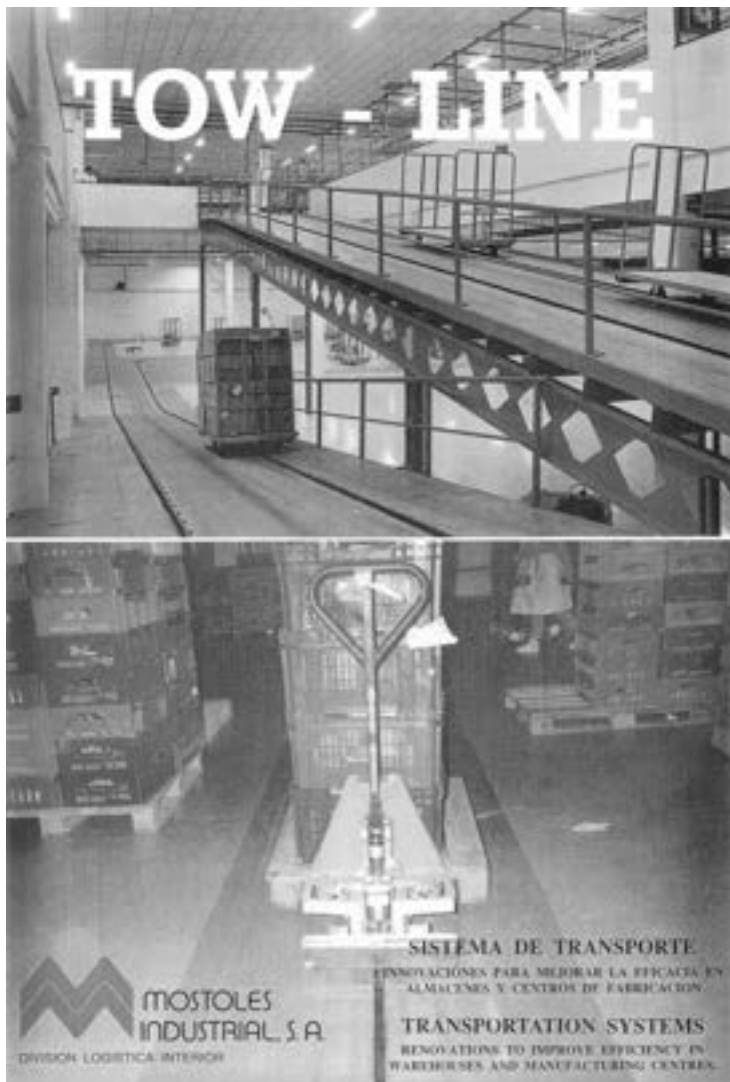


Figura 1.32. AGV (Automatic Guided Vehicle)

## AGV

Plataforma de carga móvil, dotada de sensores electromagnéticos capaces de seguir el rastro de un cable enterrado y controlado por radiofrecuencia.

Las áreas de utilización: distribución, montaje y fabricación.

Da instrucciones a través de su propio tablero de mando o remotamente (computadora on-line).

### 4.3. Criterios de selección

*Objetivo:*

- Minimizar el coste por operación (movimiento): €/palet, €/tonelada, €/bobina, etc.
- Aprovechamiento al máximo de la capacidad del almacén.
- (Estos dos criterios están un tanto contrapuestos y por ello es necesario llegar a una solución de compromiso óptima.)

*Coste por operación:*

- Se entiende por operación en un almacén de palets, por ejemplo, una secuencia de operaciones que constituye un ciclo completo: recepción, orden de recogida de un palet, desplazamiento a la estantería correspondiente, retirada, traslado a la zona de picking (o a la playa de expediciones) y retorno a base para recibir una nueva orden de carga/descarga.
- La elaboración de este proceso tiene dos aspectos:
  - medición de tiempos (no olvidar los tiempos muertos necesarios),
  - costos: de máquina y de operario.
- Para determinar los costos del elemento de manipulación habrá que considerar los gastos fijos y variables (ofertas de proveedores, consumos, reparaciones, amortización, etc.) y los rendimientos potenciales del equipo.
- El costo más fuerte corresponde al elemento humano. Por ello, hay que considerar las inversiones en medios materiales, no de forma absoluta sino relacionadas con la productividad del equipo seleccionado.

*Precios de referencia:*

Con las variantes lógicas (según marca, capacidades, complementos opcionales que se le pongan) se ofrecen a modo de referencia unos precios orientativos:

Transpaleta manual:	450 €
Transpaleta eléctrica:	6.000 €
Apilador:	9.000 €
Contrapesadas:	18.000 €
Retráctiles:	27.000 €
Cuatro Caminos:	48.000 €
Trilaterales:	60.000 €



*Valores referenciales:*

Es difícil generalizar, puesto que las condiciones cambian de un almacén a otro. La capacidad de trabajo y la operatividad difieren según la organización y medios disponibles.

Aún así, se ofrecen una serie de ratios comparativos que miden la velocidad de traslación, elevación y manipulación de palets. En un almacén de PT (distribución) con las variantes lógicas (según marca, capacidades, complementos opcionales que se le pongan) se ofrecen a modo de referencia unos valores orientativos:

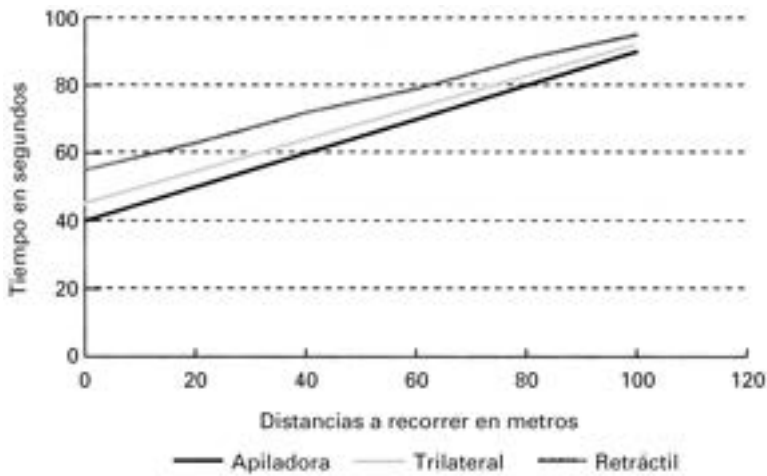


Figura 1.33. **Tiempos según distancias a recorrer**

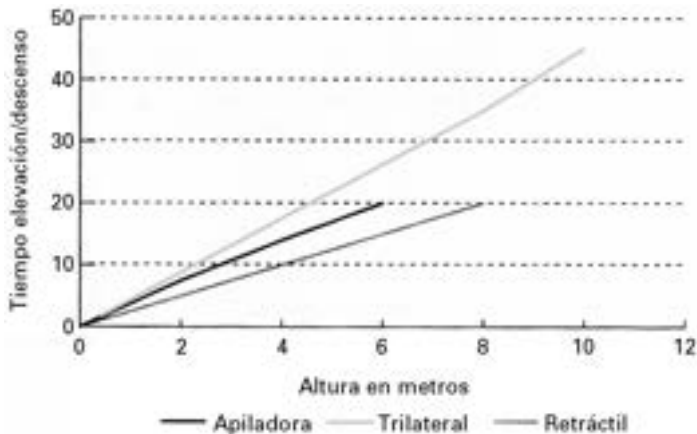


Figura 1.34. **Tiempos de elevación/descenso según aparatos**

#### 4.4. Dispositivos especiales

Siempre buscando el aumento de la productividad y una mayor facilidad en el manejo de la mercancía, existen numerosos dispositivos y/o especialización de aparatos.

Por ejemplo, horquillas especiales para manejo de bidones o para manejo de balas (algodón, papel, cartón), horquillas de anchura especial, etc.

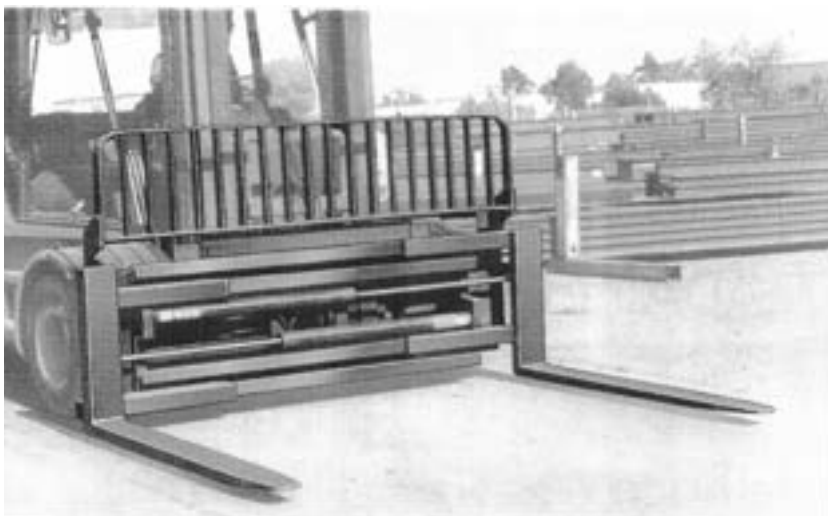


Figura 1.35. Posicionadores de gran apertura y gran visibilidad



Figura 1.36. Tableros rotativos de 360° desde 1,8T hasta 25T



Figura 1.37. Pinza para reciclado de papel y balas en general

## 5. ZONIFICACIÓN DEL ALMACÉN

Analizando el gráfico de las operaciones básicas que se realizan en un almacén (Figura 1.39), se aprecian las zonas que es necesario tener en cuenta a la hora de diseñar el lay-out.

### 5.1. Zonas del almacén

- Zonas de carga y descarga.
- Zona de recepción y control.
- Zona de almacenamiento (estanterías, ...).
- Zona de picking.
- Zona de expediciones.
- Oficinas y servicios.
- Zonas especiales del almacén:
  - devoluciones de clientes,
  - palets y envases vacíos,
  - mantenimiento de carretillas,
  - cámaras frigoríficas...

En las Figuras 1.38 y 1.39 se presentan las zonas del almacén desde un punto de vista dinámico, considerando las operaciones a realizar.



Figura 1.38. Distribución de las zonas de un almacén

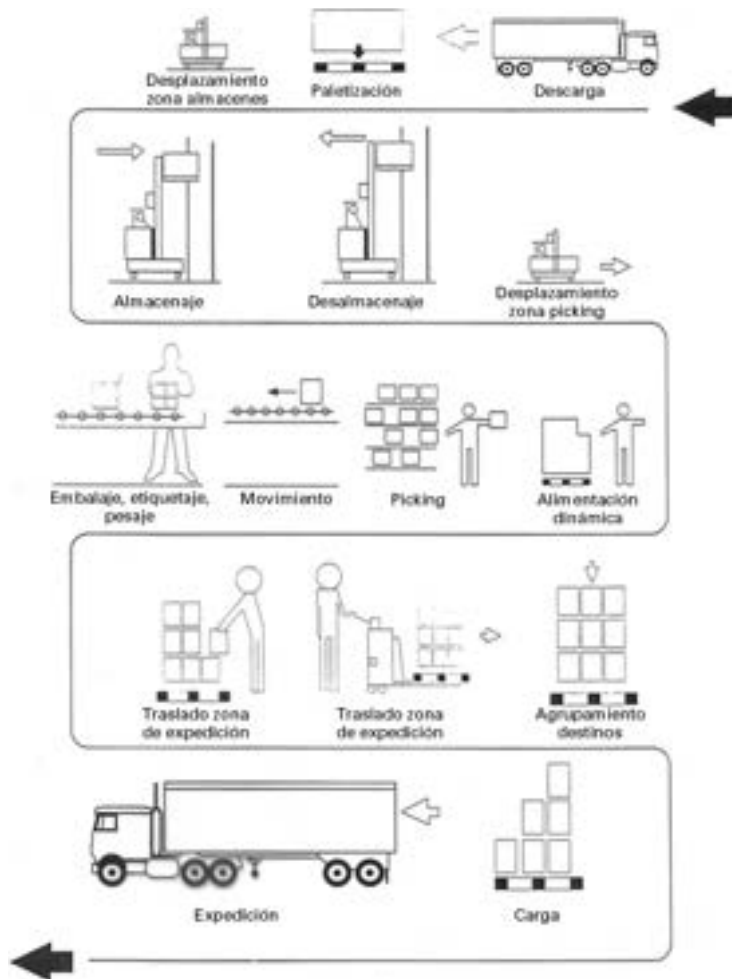


Figura 1.39. Manipulaciones almacén

• *Zonas de carga y descarga:*

- Las zonas de carga son de diversos tipos según el medio de transporte: camión, ferrocarril, marítimo, transporte aéreo... El método más utilizado es el camión.
- Las zonas de carga pueden ser de dos tipos: integradas en el almacén o independientes. Las primeras suponen una mayor velocidad de manejo de las mercancías y son recomendables siempre que haya espacio suficiente; el segundo tipo funciona de manera independiente respecto al almacén y suele ser una explanada situada en las inmediaciones del mismo.
- Al diseñar las zonas y muelles de carga y descarga hay que determinar la disposición y el número de muelles de atraque para camiones. En esta decisión influye no sólo el volumen de carga a mover; también influye la



Figura 1.40. Distancias necesarias en las salidas de los muelles

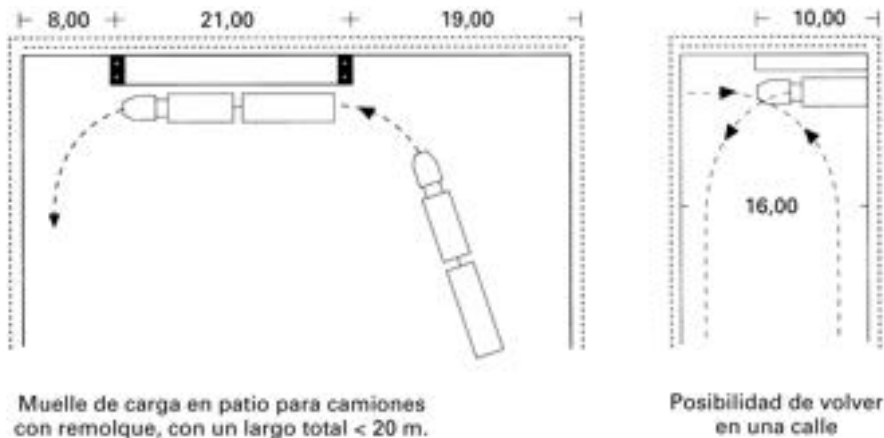


Figura 1.41. Distancias mínimas para maniobrar en muelles de acera lateral

organización: planificación y horarios de carga y descarga, o bien de forma aleatoria (las grandes superficies funcionan con horarios estrictos para la recepción de mercancía de sus proveedores). Hacerlo programadamente disminuye la necesidad de muelles y equipos de manejo.

- En el diseño de los muelles hay que prever los métodos de estiba/desestiba de la mercancía: carga lateral, carga por la zona trasera (Figura 1.42).

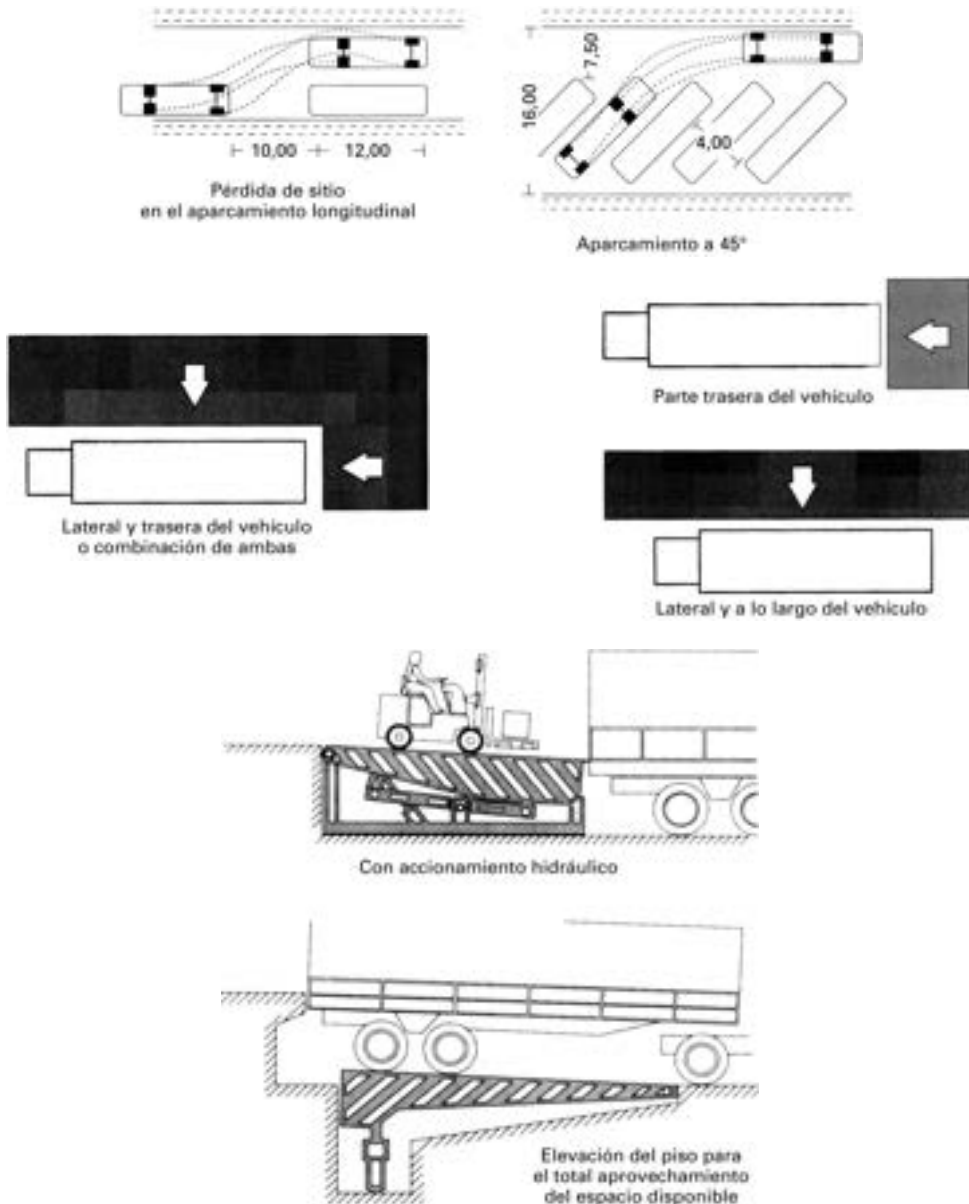


Figura 1.42. Espacios necesarios para aparcamientos

- Los muelles y rampas no deben superar el 7-8% de pendiente y habrá que dejar el espacio suficiente para el giro de los camiones.
  - Hay que estudiar los sistemas de ajuste de nivel entre la cama del camión y el suelo del almacén: rampas niveladoras, rampas móviles, plataformas ajustables mecánicas o hidráulicas... (Figura 1.42).
  - No olvidar que esta zona, debido al continuo trasiego de máquinas y personas, es la zona del almacén donde más accidentes se producen.
- *Zona de recepción y control:*
    - En esta zona la mercancía se almacena temporalmente hasta pasar un doble proceso:
      - clasificación,
      - control de calidad.
    - Para un rendimiento óptimo es conveniente dotar a esta zona de la amplitud e independencia necesarias.
    - La productividad aumenta con la utilización de medios informáticos: código de barras, escáner de lectura y generación de etiquetas mediante impresora. Esta etiqueta la lee posteriormente el operario de la carretilla/transpaleta para su posicionamiento en la zona de almacenaje.
  - *Zona de almacenamiento:*
    - Es el eje del almacén. Debe contar con las instalaciones, estanterías y medios de manipulación adecuados para obtener la máxima productividad (Figura 1.43).
    - En otro apartado posterior se indican criterios de zonificación y de elección de medios.



Figura 1.43. Rampas, puertas, abrigos

- No hay que olvidar que esta zona debe cumplir dos condiciones de funcionamiento:
  - capacidad de almacenamiento,
  - facilidad para el picking.
- Además del número y tipo de estanterías y medios de manipulación, será preciso determinar la ubicación de las mismas y la colocación de los productos en las estanterías: criterios que optimicen el picking.
- *Zona de picking o de preparación de pedidos:*
  - Se analiza más en detalle en los capítulos siguientes.
  - No son necesarias en todos los almacenes, únicamente en aquellos en los cuales la unidad de envío al cliente (cajas, blisters, etc.) es diferente de la unidad de almacenamiento.
  - Las zonas de picking pueden estar integradas en la zona de almacenaje (picking en estantería) o pueden estar en zonas separadas y específicas (picking manual).
  - Dependiendo de la altura a la que se realice el picking (o selección de productos que se van a enviar a clientes) se denomina de bajo nivel (hasta 1,50-1,80 m), medio nivel (hasta 3 m) o alto nivel (por encima de los 3 m.).
- *Zona de expediciones o zona de salida:*
  - Zona destinada al embalaje, si procede, de los pedidos ya preparados.
  - Se almacenan temporalmente los pedidos en espera de ser cargados en el medio de transporte: camiones de ruta, camionetas de reparto.

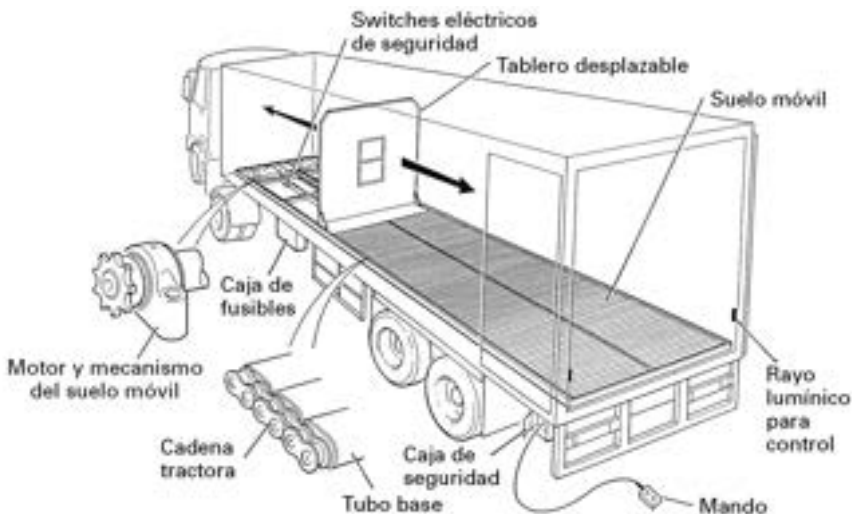


Figura 1.44. Camión con suelo móvil





Figura 1.45. **Plataforma deslizante**

- Para la carga rápida de la mercancía en el camión —especialmente trailers— existen plataformas de suelo deslizante. Llegado el camión, acula y se encastra en dicha plataforma. Mediante movimiento de los rodillos, la carga/descarga del camión se efectúa con rapidez (3 a 5 minutos).
- Es fundamental disponer de esta zona para independizar la preparación de pedidos de la carga en el camión. De lo contrario, no se puede efectuar el picking y la preparación de pedidos hasta que no estén las furgonetas de reparto, con la consiguiente falta de organización y pérdida de tiempo/recursos que conlleva.

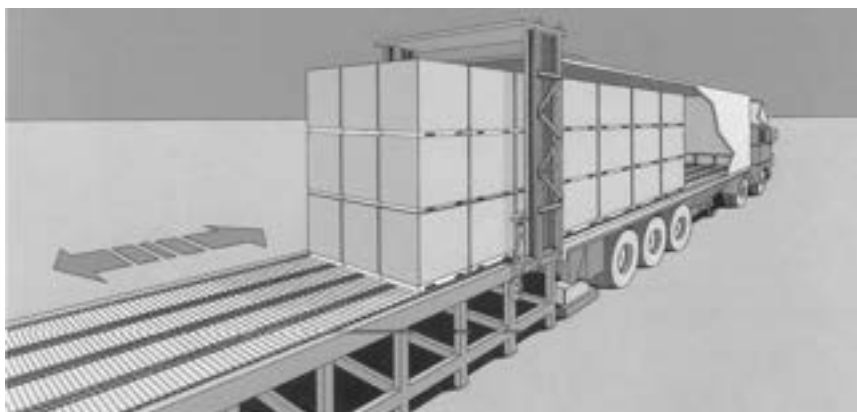


Figura 1.46. **Funcionamiento suelo móvil**

- *Zona de oficinas:*
  - Todo almacén necesita ser gestionado y conlleva una serie de operaciones administrativas. Hay que dedicar un espacio convenientemente equipado.
  - Pueden estar a ras de almacén o en una planta superior, con visibilidad de toda la zona de almacenaje y próximas a las zonas de expedición y/o de carga/descarga.
  - Con buenas conexiones informáticas, tanto hacia el Host (ordenador principal) como hacia los PC's de planta de almacenaje, máxime en el caso de utilización de radiofrecuencia.
  
- *Zonas especiales:*
  - Es necesario tener en cuenta otros aspectos. Por ejemplo:
    - devoluciones de clientes → habrá que almacenar la mercancía mientras se deshacen los paquetes, se clasifican y se vuelven a almacenar o se desechan.
  - Zona para carga de baterías de las carretillas.
  - Zona para el almacenamiento de envases y embalajes, tanto si son recuperables como si son de un solo uso en espera de ser enviados al desguace.

## 6. DISEÑO DEL ALMACÉN

### 6.1. Principios básicos del almacenaje

- El almacén es un elemento más de un conjunto, no es una entidad separada. Es un eslabón en la cadena de suministro (*supply chain*) que enlaza producción y cliente final. Por ello, su diseño, volumen de inversiones, capacidad, etc.:
  - debe orientarse al logro de los objetivos de la empresa y
  - debe engarzar con producción/compras y con distribución (delegaciones, distribuidores, clientes).
  
- Es necesario conjugar diversas variables:
  - cantidad a almacenar (inversión financiera en stock),
  - costos de almacenamiento y manipulación (inversión en estanterías, almacén y medios),
  - calidad de servicio al cliente: rapidez y cumplimiento al 100% de los pedidos.
  
- La disposición de las zonas (lay-out) debe orientarse hacia la mayor efectividad y minimización de riesgos y costos.
- Por ello debe:
  - maximizar el nivel de almacenamiento por unidad de espacio (medida en palets por m<sup>2</sup> o m<sup>3</sup>),

- facilidad de acceso a la mercancía, evitando manipulaciones inútiles (este punto puede entrar en conflicto con el anterior; habrá que buscar una solución de compromiso en cada caso),
  - minimizar recorridos (tráfico interior), que depende de las distancias a recorrer y del número de veces que se accede a las estanterías (técnicas de picking agrupado, etc.),
  - reducir riesgos: condiciones ambientales (iluminación, carretillas, adecuación de medios, señalización).
- Flexibilidad para evolucionar ante necesidades cambiantes y retos futuros.
  - Maximizar el ratio: palets/m<sup>2</sup> y el ratio palets/m<sup>3</sup> (considerando también el picking y la rentabilidad de la inversión).

## 6.2. Ubicación del almacén

- Se ha comentado que el almacén no es una entidad aislada. Por ello el primer punto consiste en determinar en qué lugar se va a ubicar el almacén de producto terminado (PT). En una red logística los almacenes de PT deben orientarse a dar un rápido servicio al cliente a un mínimo costo.
- Es por tanto una decisión estratégica, no táctica. Afecta al futuro de la empresa de forma decisiva y permanente: no es fácil cambiar de almacén, debido al nivel de inversión que requiere (salvo que se acuda al outsourcing contratando los servicios de un Operador logístico).
- Suelen considerarse principalmente dos factores:
  - la distancia: desde fábrica al almacén y desde éste hasta los puntos de consumo,
  - el volumen de la demanda.
- Además de los puntos anteriores, influyen otros factores, tales como: tarifas de transporte, precio de los terrenos, facilidades fiscales, etc.
- Existe formulación científica al respecto que contempla una o varias variables:
  - Weber → minimización de los costes de transporte. Parte de tres tipos de variable: nivel de demanda del producto, situación de los puntos de origen y destino y tarifas de transporte. La localización óptima es aquella que minimiza los costes de transporte.
- Los modelos empleados en la actualidad se clasifican en diversos grupos:
  - Modelos geométricos para unos almacenes dados, unos mercados, una demanda y unas tarifas de transporte; la localización óptima es la que minimiza los costes totales. Supone que existen vías de comunicación entre los diversos puntos. Suele utilizarse cuando se analizan estructuras urbanas.
  - Enfoques de simulación: se trata de evaluar posibles alternativas de localización y su repercusión en las ventas y costos asociados. Se trabaja con la información cuantitativa disponible y con la opinión de expertos comerciales y logísticos.

### 6.3. El edificio

- Dimensiones: no pecar por exceso ni por defecto, aunque la experiencia indica que las necesidades de almacenamiento siempre aumentan.
- Número de plantas: a ser posible, en una sola planta y diáfana. Son menos costosos y más operativos.
- Distribución en planta: minimizando recorridos.
- El suelo: resistencia al peso ( $\text{Kg/cm}^2$ ) en función de cargas y carretillas.
- Desnivel (en función de las carretillas utilizadas): no más de 1 o 2 mm por m (tanto transversal como longitudinalmente).
- Seguridad e higiene: resinas antideslizantes (epoxi) o pinturas antipolvo y antideslizantes.
- La iluminación: sectorizada (utilización zonal), se mide a 1,5-1,8 m del suelo y son recomendables valores de 100-140  $\text{lux/m}^2$  (zona almacenaje) y 270 o más  $\text{lux/m}^2$  para la zona de preparación de pedidos.
- Rampas: con inclinación no superior al 10% y con drenaje para el agua.
- Protección contra incendios: extintores, sistemas fijos automáticos, volumen de agua.
- Instalación eléctrica.
- Salidas de emergencia.
- Compartimentación: dividir el almacén en bloques no superiores a los 1.600/2.000  $\text{m}^2$ .
- Instalaciones especiales: si la mercancía requiere condiciones de temperatura especiales (almacenes frigoríficos), o necesita pasar un período de cuarentena en zona separada (productos farmacéuticos), etc.

### 6.4. El diseño en planta

- En un almacén de PT deben conjugarse la operatividad y la capacidad de almacenamiento. El problema central consiste en:
  - la correcta elección y distribución de estanterías. Anteriormente se ha expuesto la variada gama de sistemas de almacenamiento (estanterías, etc.) que ofrece el mercado,
  - el dimensionamiento de los pasillos: anchura y longitud en función de las estanterías y medios de manipulación seleccionados,
  - ubicación y dimensión de las zonas de recepción y de salida,
  - ubicación, número y tipos de muelle de carga/descarga.

### 6.5. Algunos consejos prácticos

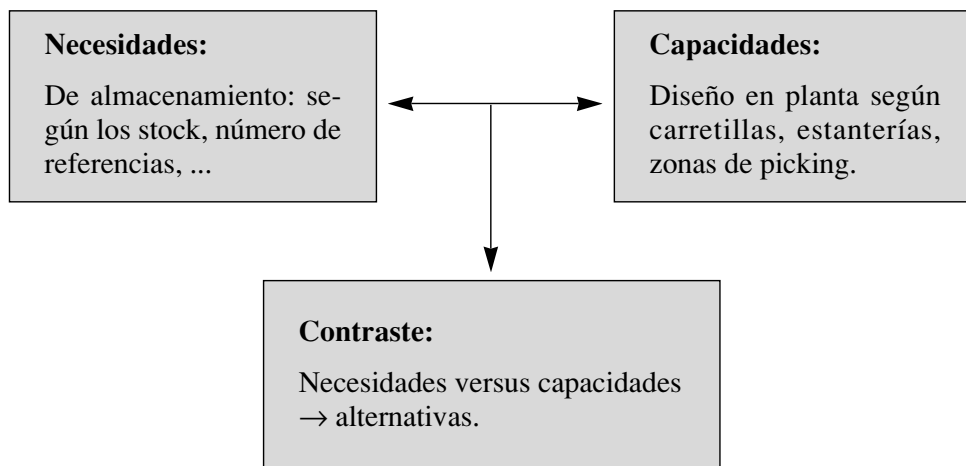
- En un almacén de PT deben *conjugarse la operatividad y la capacidad* de almacenamiento. En los cuestionarios se plantean ejemplos a resolver por el lector y posteriormente comentados donde, sobre casos concretos, se trata de llevar a la práctica lo expuesto en la teoría.

- Para la correcta distribución en planta (lay-out) de las estanterías pueden darse algunas normas generales, pero siempre será necesario particularizar en cada caso concreto:
  - Elección de estanterías según el material a almacenar: peso, volumen.
  - No colocar pasillos junto a las paredes; el ancho necesario para un pasillo es idéntico tanto si atiende a una fila de estanterías como si atiende a ambos lados del pasillo. Esta regla, no obstante, depende de la densidad de tráfico; si es muy intenso, en algunas instalaciones se diseña un pasillo, pegado a la pared externa, tipo carretera de circunvalación de las grandes urbes.
  - Distribuir los pasillos en el sentido longitudinal del edificio (para maximizar el espacio utilizado en estanterías).
  - En almacenes automatizados, utilización de pasillos largos.
  - Comunicación directa entre las distintas zonas de almacén, evitando re-covecos: pasillos rectilíneos.
  - Las estanterías colocadas en una zona deben respetar la misma orientación (a lo ancho o a lo largo), para evitar pérdidas de capacidad y ralentización de las maniobras.
- Los muelles de carga y descarga se han analizado en el apartado *Zonificación del almacén*.

## 7. ORGANIZACIÓN DEL ALMACÉN: SISTEMAS Y FLUJOS

- Si hasta ahora se han comentado más los «aspectos físicos», se aborda ahora la organización del almacén, sus flujos, etc.

### 7.1. Cómo diseñar y organizar el almacén



*Balance económico según alternativas:* selección definitiva.

*Aspectos complementarios:*

Accesos puertas de entrada y de salida.

Muelles de carga.

Zona de preparación de pedidos.

## 7.2. Sistemas

- Para almacenar la mercancía en las estanterías (sirve también para los almacenes a bloque) tanto si es un almacén de palets como si es de cajas, existen dos métodos:
  - Almacenamiento ordenado o a hueco fijo.
  - Almacenamiento caótico o a hueco variable.

	Descripción	Ventajas	Inconvenientes
Almacén ordenado (hueco fijo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación fija y predeterminada para cada producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación particular a cada tipo de producto.</li> <li>• Control visual del almacén.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo nivel de utilización.</li> <li>• Obligatoriedad del uso de los espacios previstos para cada referencia.</li> </ul>
Almacén caótico (hueco variable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación variable según los espacios disponibles.</li> <li>• Necesidad del soporte informático para ubicación y control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor aprovechamiento del espacio.</li> <li>• Posibilidades de optimización, gestión de ubicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control complejo (inventarios).</li> <li>• Rigidez en la operativa.</li> </ul>

## 7.3. Flujos

Según la prioridad en salida respecto a la entrada de la mercancía, existen dos métodos:

- FIFO (*First in-first out*): primero en entrar primero en salir. Es decir, primeramente se da salida a los productos que más tiempo llevan almacenados. Con este sistema se evita que se queden «muertos» en el almacén. Se utiliza para productos perecederos con fecha de caducidad,: medicamentos, alimentación fresca, etc.
- LIFO (*Last in-first out*): último en entrar primero en salir. Contrario al anterior sistema. Las estanterías drive-in (con un solo punto de entrada y salida por calle) favorecen este sistema, salvo que se asignen dos calles por producto.

*Una elección usual:*

- En función de los siguientes factores:
  - dado el nivel de informatización existente hoy en día,
  - el nivel de mecanización (estanterías glide-rail, DIS, dinámicas),
  - las exigencias del mercado (fechas de caducidad para productos perecederos, etc.),
  - la rápida obsolescencia de los productos; una combinación adecuada parece el sistema FIFO junto a una organización a hueco libre.
- Siempre caben variantes y sistemas mixtos, por ejemplo:
  - referencias A y super A a hueco fijo y cercanas a la zona de preparación de pedidos y el resto (referencias B y C) a hueco variable,
  - poner condicionantes a la ubicación de los productos: tales tipos de producto pueden almacenarse en determinadas zonas y/o estanterías pero no en otras, etc.

#### **7.4. Asignación de ubicaciones o zonificación de la mercancía**

Para distribuir los productos en las estanterías o lugares de almacenaje es necesario *conjugar diversas variables* que no siempre apuntan en la misma dirección:

- Minimizar las manipulaciones y recorridos (costos operativos).
- Maximizar la ocupación del espacio.
- Fácil y correcta localización del producto, así como fácil acceso.
- Aspectos de seguridad: tanto para el personal como para la mercancía y las instalaciones.
- Flexibilidad de adaptación al futuro: aumento en número de referencias y variación en las mismas.
- Facilidad de control: inventarios.

Para conjugar los aspectos anteriores, se suelen emplear los siguientes *criterios operativos*:

- Coordinación con Compras y/o Producción: entradas (facilitar al máximo la recepción y el almacenamiento inicial).
- Coordinación con Comercial y/o Logística: salidas (facilitar la preparación de pedidos y el servicio al cliente).

En almacenes orientados a la distribución, prima más el segundo criterio que el primero:

- Las salidas son más numerosas que las entradas (aunque éstas, cada vez que se producen, sean en mayor volumen). Por ello hay que minimizar recorridos y facilitar accesos en esta fase.

- La rapidez y calidad de servicio al cliente es decisiva en la distribución comercial. Los almacenes deben organizarse para satisfacer estas exigencias.
- En íntima conexión con estos planteamientos está la denominada ley ABC o ley de Pareto, según la cual un pequeño porcentaje de productos supone un gran porcentaje del volumen de ventas (salidas) y, a la inversa, un elevado porcentaje de productos supone un pequeño nivel de ventas (salidas).

Tipo de artículo	Porcentajes total artículos	Porcentajes salidas
A	10	70
B	20	20
C	70	10

- Según este planteamiento, la zona de ubicación para los productos A debe situarse en las inmediaciones de la zona de preparación de pedidos, con la máxima facilidad para el acceso y picking.
- La zona donde se ubiquen los productos C puede estar en los puntos más alejados, ya que se accede a ellos con menos frecuencia. Además, como se indicará en el capítulo de Picking de este libro, siempre cabe el método de extracción agrupada de pedidos para este tipo de referencias C.

## 7.5. Gestión de ubicaciones

- Se ha hablado anteriormente de almacenamiento a hueco variable y a hueco fijo. En el primero de los casos la informática juega un papel decisivo. ¿Cómo es la operativa?

*Operativa:*

- El sistema informático dispone en su base de datos de un mapa del almacén (que incluso puede estar cartografiado, es decir, tener la imagen de planta y las estanterías): zonas/pasillos/estanterías/nivel/hueco..., según el sistema de codificación que se haya utilizado.
- En ese mismo mapa (puede ser idéntico fichero o diferente) consta la mercancía (tipo/unidades/peso) que existe en cada ubicación.
- Cuando se producen entradas, es el propio sistema el que indica, en función de los parámetros y restricciones que se hayan designado, la ubicación donde situar la mercancía. Automáticamente se actualiza el stock y el mapa del almacén.
- Idéntico procedimiento, a la inversa, en la salidas.
- Si el sistema está dotado de radiofrecuencia, los órdenes de almacenamiento y de retirada de la mercancía se transmiten desde el Host a la carretilla.



- Es evidente que este sistema introduce un método estricto. Si un palet no se deja en la ubicación asignada —o no se retira de la ubicación designada— el error es doble: hay dos ubicaciones en el sistema informático cuyo contenido no se corresponderá con la realidad física (salvo que posteriormente se subsane ese error por procedimiento de corrección directa en el ordenador).

#### *Asignación de ubicaciones:*

- Aunque se trata con mayor detalle en el capítulo de Picking, existen unos criterios normalmente aceptados para una adecuada asignación de mercancías a estanterías:
  - Clasificación de productos según ABC.
  - Puede hacerse conjuntamente o de modo independiente con otros criterios:
    - de acuerdo a familias de productos,
    - de acuerdo a la estacionalidad de los productos.

### **7.6. Unidades de manipulación**

- Tanto para el dimensionamiento de los huecos como para facilitar el manejo de la mercancía es conveniente manipular la mercancía por unidades superiores. Por ejemplo: no es lo mismo manipular briks de leche de un litro que packs de 12 unidades, o que un palet de 720 briks. En este último caso, con ayuda de medios mecánicos, se minimiza el número de manipulaciones, con la consiguiente reducción de costo.
- Pues bien, para minimizar las manipulaciones un aspecto fundamental consiste en estandarizar las unidades de manipulación. Este tema se ve con más detalle en otra obra.
- Es fundamental equiparar la unidad de producción, la unidad de almacenamiento y la unidad de venta. Es decir, si de fábrica (o de compras al proveedor) viene la mercancía en palets, se almacena en palets y sale a destino en el mismo embalaje, el número de manipulaciones es sensiblemente menor que si sale a consumo en cajas o en envases unitarios (apertura de palet, conteo, etc.).
- En este punto, tanto la política comercial como la de producción juegan un papel decisivo. Los intereses son, con frecuencia, contrapuestos: producción desea series largas y grandes volúmenes; comercial, por captar clientes, trata de adaptarse al máximo a todas las variantes de la demanda, tanto en peculiaridades del producto, como en cantidades servidas. Al final es necesario llegar a soluciones de compromiso desde una óptica más global, sabiendo que los costes logísticos son un elemento importante en la cadena de suministro.
- Como unidades de manipulación cabe citar: el palet (en distribución se emplea el europalet de medidas de base normalizadas de  $800 \times 1.200$  mm; en la industria se emplea un palet de medidas  $1.000 \times 1.200$  mm), los rolls, contenedores (metálicos), cajas (de plástico, encajables, apilables, plegables), palet-caja (modularizable por cercos adicionales y tapa superior), sacos, bidones, bandejas...

- Existen varios aspectos que son necesarios considerar en orden a mantener y optimizar la efectividad de un almacén. Esquemáticamente pueden resumirse en el siguiente cuadro.

### 7.7. Cómo incrementar la productividad del almacén

- *Lay-out que permita:*
  - reducción de las distancias a recorrer,
  - correcta distribución de las zonas.
- *Utilización de elementos mecánicos:*
  - carretillas, etc.
- *Adecuada combinación de estanterías:*
  - compactas, convencionales, dinámicas.
- *Máximo grado de paletización.*
- *Normalización:*
  - similitud entre unidades de venta, almacenamiento y transporte.
- *Informatización:*
  - gestión de ubicaciones,
  - técnicas avanzadas de picking,
  - empleo de nuevas tecnologías: código de barras, etc.
- *Variables de control:*
  - determinación y seguimiento.

## 8. TECNOLOGÍA Y VARIABLES DE CONTROL

En este apartado se consideran dos aspectos que, o bien no se han tratado específicamente (variables de control), o se han mencionado de pasada (radiofrecuencia y código de barras).

No hay que olvidar, una vez más, que el almacén es «algo vivo». No sólo se trata de medios materiales, sino también de organización y gestión, personas y elementos físicos. Y todo ello en constante evolución: aparecen nuevos elementos de manipulación, nuevos tipos de estanterías, nuevas tecnologías.

Por ello hay que tener un espíritu crítico de mejora continua.

A esto ayuda la utilización de los medios más eficaces (relación costo/rendimiento), y las nuevas tecnologías tienen mucho que decir, así como el establecimiento de unas variables de gestión que permitan medir la efectividad del funcionamiento.

Así pues los puntos que se analizan en este apartado son los siguientes:

- Nuevas tecnologías: radiofrecuencia y código de barras.
- Variables de control.

### 8.1. Radiofrecuencia

- Es una tecnología de uso creciente en el almacén.
- Se trata de conectar por radio, sin cables, la carretilla (o elemento de manipulación) con el ordenador central. De esta forma:
  - se ahorran tiempos de desplazamiento (del operador a oficina para tomar las órdenes de carga, etc.),
  - las ubicaciones y el stock se actualizan on-line automáticamente,
  - el número de errores se reduce.

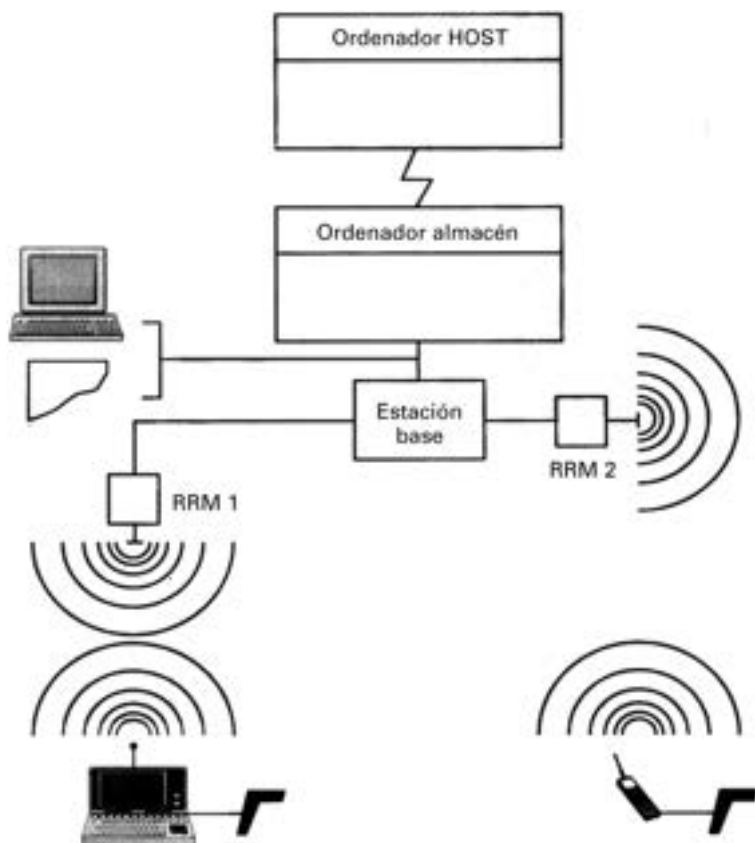


Figura 1.47. Configuración general de un sistema de radiofrecuencia



Figura 1.48. Esquema gráfico de radiofrecuencia

- Su utilización requiere unos volúmenes importantes pues el grado de inversión es alto.
- Básicamente consta de un ordenador central, un PC conectado al anterior y que comanda el almacén mediante órdenes a terminales portátiles situados, bien en la carretilla o bien que lleva el operario.
- Si las distancias son grandes y/o el almacén no es diáfano es preciso colocar una serie de amplificadores de señal.
- Existen empresas especializadas, entre otras: Leuter, y su sistema Adaia.

## 8.2. Código de barras

- Sistema de codificación de productos que de forma inequívoca identifica la mercancía. Este código —existen diversos sistemas de codificación según se trate de distribución comercial, industrial, etc— puede leerse mediante lectores especiales (ejemplo cotidiano: los hipermercados) y puede imprimirse mediante impresoras especiales, para adherir la etiqueta al producto.



Figura 1.49. Lectores de códigos de barra

- La anchura de las barras y la separación de las mismas son la base de dicha codificación.
- Este sistema, que incorpora referencia y otros datos permite:
  - una rápida identificación de la mercancía,
  - ausencia de errores,
  - en combinación on-line con el Host, efectuar operaciones que de otra manera llevaría más tiempo: por ejemplo, saber el precio del producto, etc.
- En la distribución comercial se emplean diversos métodos: Codbar, ITF, EAN-13, EAN-128...).
- La codificación EAN es la más utilizada en el sector de distribución, siendo sus características las siguientes:
  - Cuatro bloques de dígitos: los dos primeros indican el país (España, 84), los cinco siguientes el número de empresa, los cinco siguientes el código de producto, y el último indica el dígito de control.
  - Es un código autoverificable, con longitud de símbolo fija, dígito de control módulo 10, legible en ambas direcciones y con una alta densidad de caracteres.

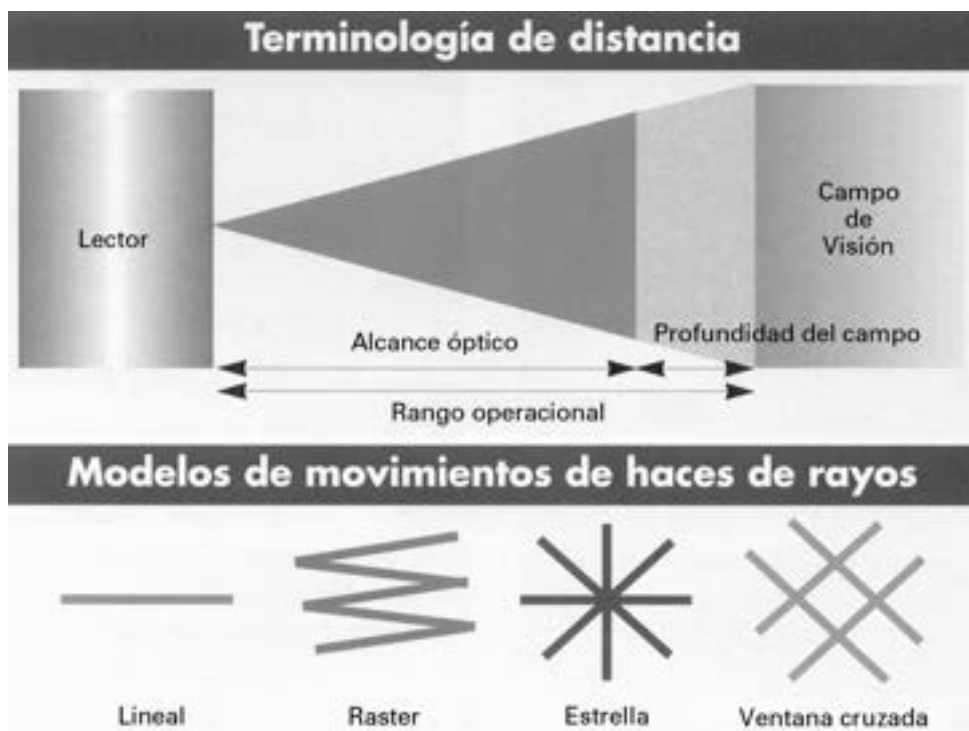


Figura 1.50. Diversos aspectos en el código de barras

### 8.3. Variables de control

- Se distinguen dos etapas: determinación de las variables y seguimiento de las mismas.

	Variable a medir	Objetivo
<b>S/productos (salidas)</b>	Por referencias: Cantidad solicitada (kilos, cajas, palets → la unidad de manipulación utilizada). Nº de veces/día/mes/año.	Mantener actualizado el ABC de productos.
<b>S/pedidos</b>	Nº pedidos/día/semana/mes/año Nº líneas/pedido. Composición del pedido: palets/cajas/envases.	Medir la magnitud y complejidad del picking.
<b>S/clientes delegaciones y distribuidores</b>	Referencias solicitadas y cantidad. Nº pedidos/mes. Frecuencia (cada cuanto le servimos), calidad (tiempo de respuesta a su pedido), reclamaciones, pedidos servidos en más de una entrega.	Medir la calidad del servicio a cliente final. Medir el tráfico entre almacén regulador y delegaciones/distribuidores.
<b>S/productos (entradas)</b>	Por referencias: cantidad entrada, nº de veces (año/mes) que ha entrado, tiempo de respuesta del proveedor, grado de incidencias.	Medir el servicio de los proveedores o de fabricación: en tiempo de respuesta, en calidad de las entregas.
<b>Ratios de costos</b>	Costo operativo global del almacén diferenciando costos fijos y costos variables. Determinación de costos unitarios: palet movido, kilo de producto, unidad de producto (tubo de pasta de dientes), etc. Medir su evolución mes a mes.	Determinación del costo logístico interno (transporte excluido) del producto vendido (global y por fases): almacenamiento, picking, etc. Medir su evolución para evitar desviaciones.
<b>Ratios operativos internos</b>	Palets movidos por operario/hora.	Determinar la productividad de los operarios.

Tabla 1.3. Variables de control

## 9. CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

Indique en qué tipo de circunstancias una empresa utilizaría estanterías móviles:

1. Suelo barato y múltiples accesos a la zona de almacenamiento.
2. Suelo caro y múltiples accesos a la zona de almacenamiento.
3. Suelo barato y escasos accesos a la zona de almacenamiento.
4. Suelo caro y escasos accesos a la zona de almacenamiento.

### Cuestionario 2

Un almacén de reservas de una ONG dispone de 6.000 paletas de producto, pero de pocas referencias (30-40): tiendas, mantas, etc. Dichos productos pueden estar 2 o más meses sin movimiento, pero en caso de necesidad se envían en grandes partidas. ¿Qué tipo de estantería elegiría?

1. A bloque 4 alturas.
2. Convencionales 5 alturas.
3. Dinámicas 4 alturas.
4. DIS a 5 alturas.

### Cuestionario 3

Indicar con una cruz para cada tipo de almacén qué unidad de manipulación se emplea tanto en entradas como en salidas:

	Entradas		Salidas		
<i>Tipo de almacén</i>	Palet	Caja	Palet	Caja	Ambas
Regulador					
Delegación					
Plataforma					

### Cuestionario 4

Indicar con una cruz en cada uno de los tipos de almacén siguientes qué tipo de vehículo se utiliza tanto en entradas como en salidas:

	Entradas		Salidas		
<i>Tipo de almacén</i>	Trailer	Furgoneta < 3.500 kgs	Trailer	Furgoneta < 3.500 kgs	Ambas
Regulador					
Delegación					
Plataforma					

### Cuestionario 5

Indicar con una cruz para cada tipo de almacén el grado de cobertura ideal del stock.

Almacén	45 días	30 días	15 días	Sin stock
Regulador Delegación Plataforma				

### Cuestionario 6

En un almacén de 900 m<sup>2</sup> se pueden colocar estanterías convencionales o drive-in. Marque con una cruz el tipo que elegiría en cada una de las dos alternativas que se presentan: el número de palets por referencia es siempre menos de 6 palets o más de 30.

Estantería	<6 palets	>30 palets
Convencional Compacta		

### Cuestionario 7

En un almacén de 800 m<sup>2</sup>, qué tipo de estanterías elegiría en una de las dos situaciones siguientes: hay entre 50 y 80 referencias a almacenar; o bien hay entre 300 y 350 referencias.

Estantería	<80 referencias	>300 referencias
Convencional Compacta		

### Cuestionario 8

Indicar con una cruz el tipo de carretilla apilador, contrapesada o retráctil que seleccionaría en función de la longitud de pasillos del almacén.

Almacén	<20 metros	20-40 metros	>40 metros
Transpaleta Transpaleta eléctrica a pie Apilador con plataforma Contrapesada Retráctil			



### Cuestionario 9

Indicar con una cruz el tipo de carretilla, apilador, contrapesada o retráctil, que seleccionaría en función de la altura de las estanterías del almacén.

Almacén	<5 metros	5-8 metros	>8 metros
Apilador con plataforma Contrapesada Retráctil			

### Cuestionario 10

Indicar con una cruz el tipo de carretilla apilador, contrapesada o retráctil que seleccionaría en función del estado del suelo del almacén.

Almacén	Exterior	Interior rugoso	Interior pulido
Apilador con plataforma Contrapesada Retráctil			

### Cuestionario 11

Indicar con una cruz el tipo de carretilla apilador, contrapesada o retráctil que puede utilizar según el uso: para estibar en estanterías, para cargar trailers o para ambas funciones.

Almacén	Estanterías	Trailer
Apilador con plataforma Contrapesada Compacta		

### Cuestionario 12

En un almacén con un movimiento de expediciones de 300 palets/día de salidas, se desea calcular y justificar el número de carretillas necesarias para realizar la actividad mencionada:

- Describa las operaciones que realiza este elemento desde que se emite la orden de extracción hasta que se entrega el palet solicitado en el muelle de carga.
- Estime con criterio de empresa los tiempos aproximados de cada una de las operaciones descritas.

- Describa las alternativas posibles.
- Tome las decisiones y justifíquelas.

### Cuestionario 13

Con los datos que le aportamos a continuación sobre los precios y productividad de un modelo de carretilla, calcule el coste por operación en un doble supuesto: 1) para una vida útil del elemento de 5 años (valor residual 15% del valor de compra); o 2) 10 años (valor residual 0).

Seleccione la opción que le parezca más oportuna justificando los motivos de la decisión.

• Precio del equipo:	24.000 €.
• Horas trabajo año:	1.200 horas.
• Consumo combustible:	3,5 litros/hora a 0,78 €/litro.
• Coste mantenimiento:	14,5 % anual s/precio compra.
• Gastos personal al año:	21.000 €.

Supongamos que la carretilla se dedica exclusivamente a carga y descarga de vehículos y opera en el muelle. Según la velocidad de traslación y la velocidad de elevación, y descontados los tiempos muertos, obtenemos el número de ciclos  $\times$  hora u operaciones  $\times$  hora (idéntico tiempo para entradas que para salidas). El tiempo medio del ciclo es de 45 segundos.

### Cuestionario 14

Con los datos que le ofrecemos en el siguiente cuadro y para una vida útil de 5 años (valor residual 15% del precio de compra) seleccione el elemento de manipulación más adecuado y justifique su decisión.

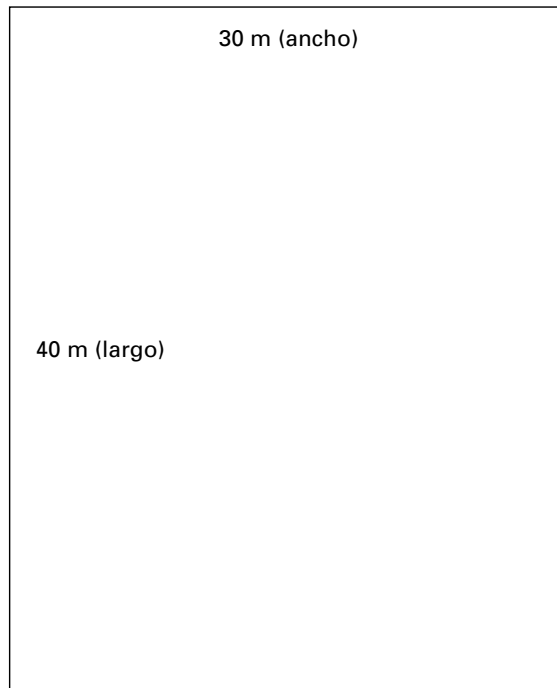
	Transpaleta de mano	Transpaleta (conductor acompañante)	Transpaleta eléctrica (conductor montado)	Carretilla eléctrica
Precio compra	451 €	6.533 €	9.166 €	23.140 €
Consumo de electricidad	0	914 €	914 €	3.065 €
Personal, conductor	2	1	1	1
Gasto personal	42.072 €	21.036 €	21.036 €	21.036 €
	año	año	año	año
Productividad (palet/hora)	58	82	104	110
Mantenimiento	13,5% s/compra	13,5% s/compra	13,5% s/compra	13,5% s/compra
Actividad anual	1.200 horas	1.200 horas	1.200 horas	1.200 horas

### Cuestionario 15

En el almacén descrito, calcule la capacidad de almacenamiento, en palets, con las siguientes especificaciones:

- Estanterías compactas.
- Carretilla contrapesada.
- Europalet (1.200 mm × 800 mm de base). La altura es de 1.400 mm. Hay que dejar holgura, con lo cual el espacio por palet es de (1.400 mm × 900 mm de base) × 1.500 (mm) de altura; anchura de pasillo: 4 m.
- Altura máxima: 5 m (3 alturas).
- Máximo 8 palets de fondo (si se hacen drive-through, pueden ser 8 en un sentido y 8 en otro).

Intente efectuar por lo menos dos diagramas.



### Cuestionario 16

- Sabiendo que el número de palets que se pueden almacenar es 1.944 palets (solución del cuestionario 15).
- Las estanterías han costado 56.084 € y se estima una duración de las mismas de 12 años (no existe coste de mantenimiento). Al cabo de este período se considera que su valor residual es = 0.

- Hay cuatro tipos de producto clasificados así según su índice de rotación. Dicho índice medio de rotación según el tipo de producto es:

<i>Producto-tipo</i>	<i>Rotación (veces año)</i>
A	24
B	12
C	6
D	1

- El precio del m<sup>2</sup> construido de almacén (incluyendo terreno y edificio) es de 360 €. La amortización del mismo se estima en 30 años.
- Es un almacén de pintura.
- Se estima que los palets tienen un peso homogéneo, independientemente del tamaño del bote de pintura. Cada palet tiene un peso neto de 800 kg.

Calcule:

1. Cuánto cuesta el almacenamiento de 1 palet y de 1 kg de pintura para cada uno de los tipos de producto.

### Cuestionario 17

- Se parte de una situación inicial de un almacén vacío con determinadas características: longitud, anchura y sin limitación en cuanto a altura.
- Se proponen a continuación diversas combinaciones de estanterías y medios de manipulación.
- Objetivo del ejercicio:
  - Se trata de calcular la capacidad de almacenamiento de dicho almacén.
- Procedimiento (secuencia de imágenes).

Hipótesis	Estanterías	Carretilla	Capacidad en palets (total)	Capacidad en palets (longitudinal)
-----------	-------------	------------	-----------------------------	------------------------------------

Figura A.0 Situación de partida inicial: plano general del almacén

Figura A.1	Apilado	Contrapesada	Se da el cálculo	Se da el cálculo
Figura A.2	Convencional	Contrapesada	Se da el cálculo	Se da el cálculo
Figura A.3	Convencional	Retráctil	Hay que calcular	Se da el cálculo
Figura A.4	Compacta	Contrapesada	Hay que calcular	Hay que calcular
Figura A.5	Convencional	Transelevador	Hay que calcular	Hay que calcular
Figura A.6	Dinámica	Retráctil	Hay que calcular	Hay que calcular

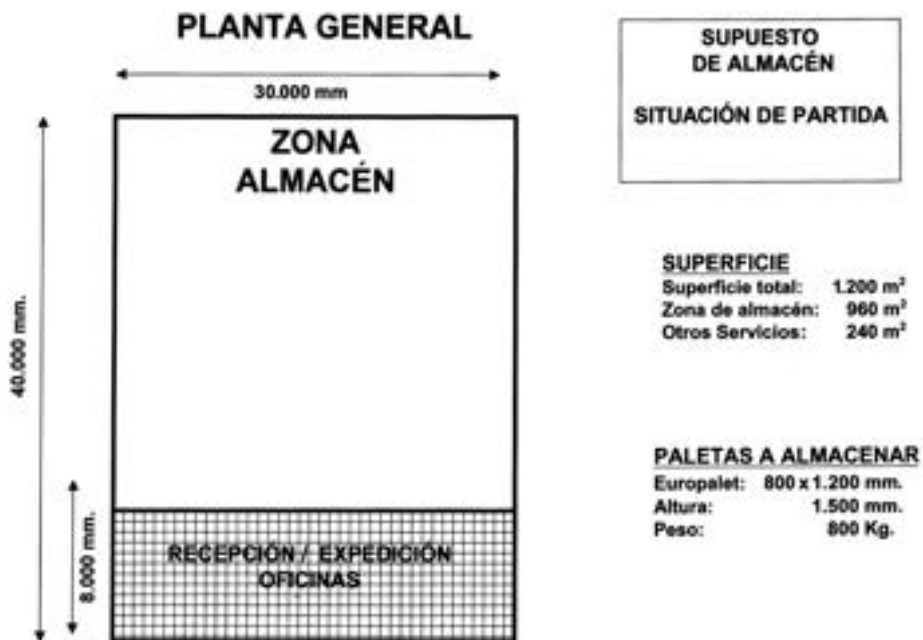


Figura A.0

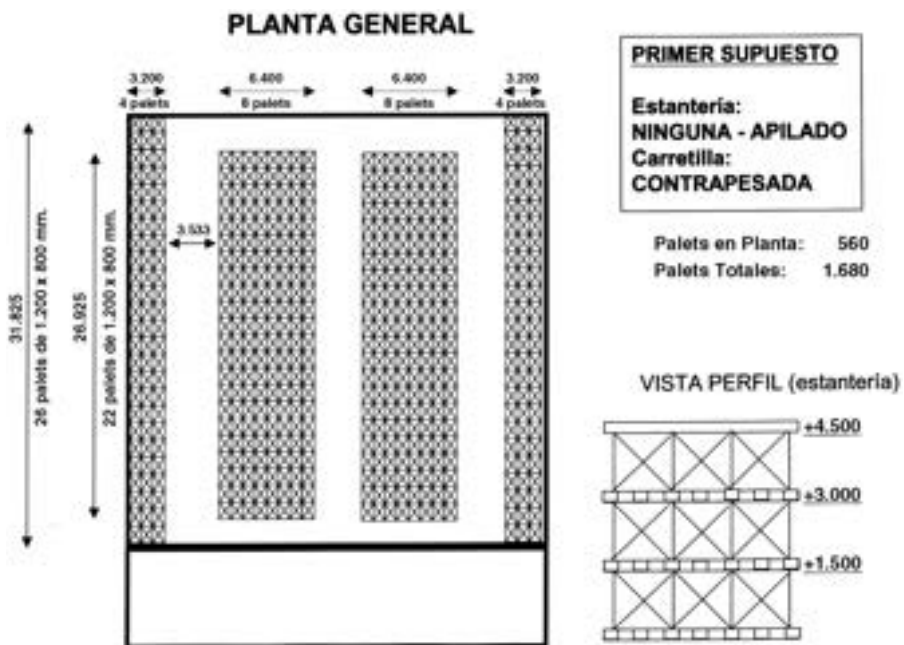


Figura A.1



Figura A.2

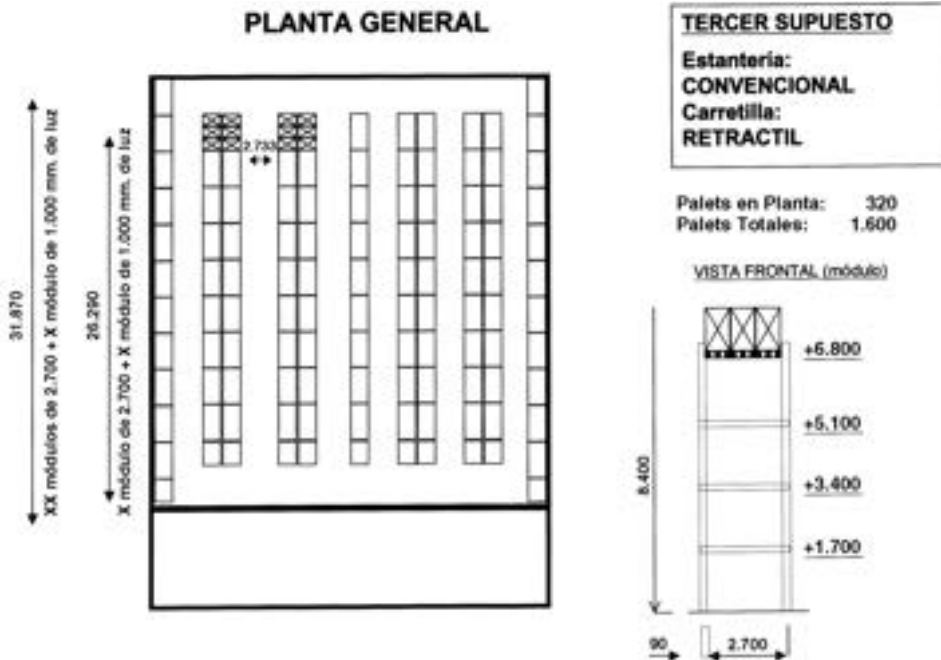


Figura A.3

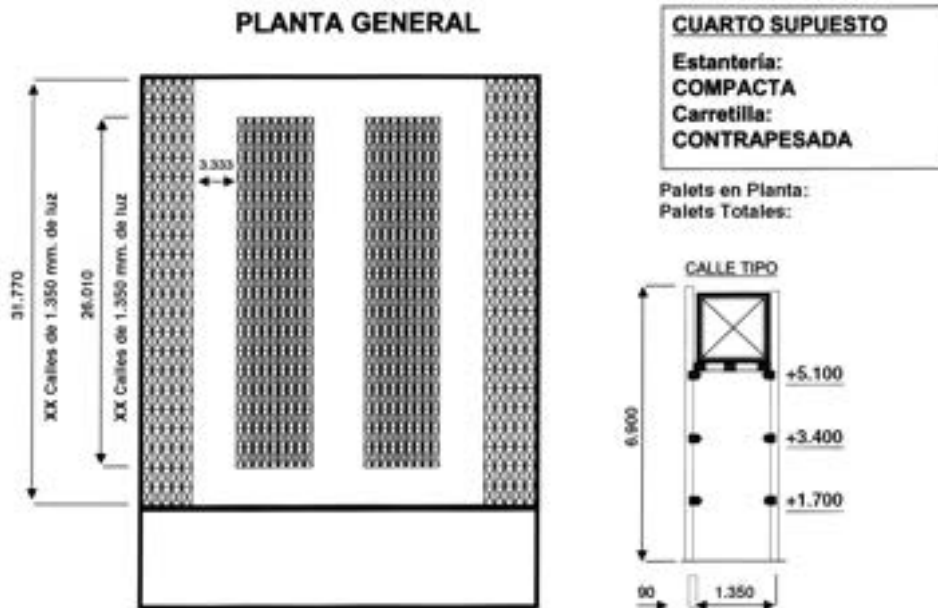


Figura A.4

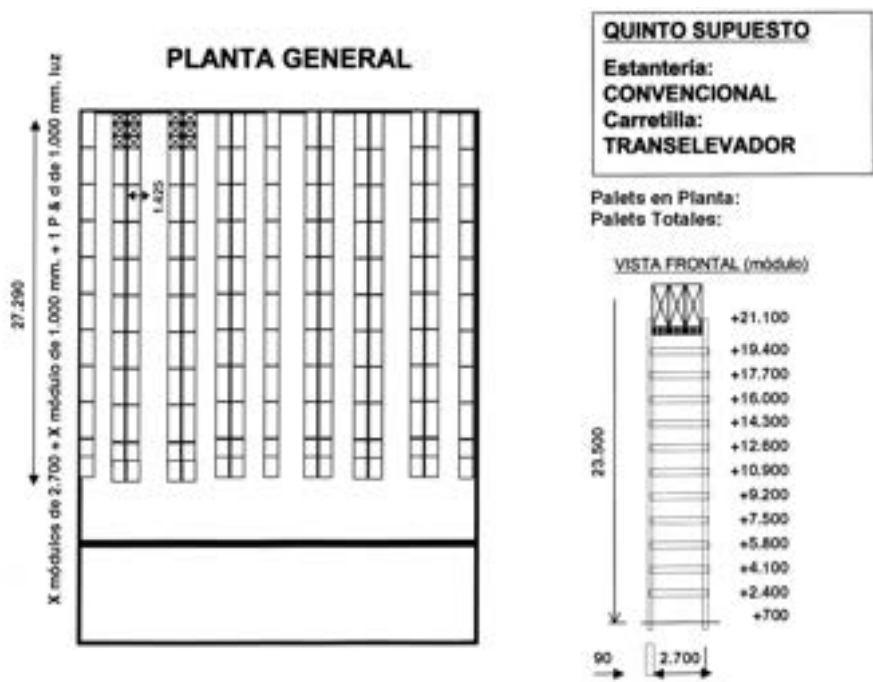


Figura A.5

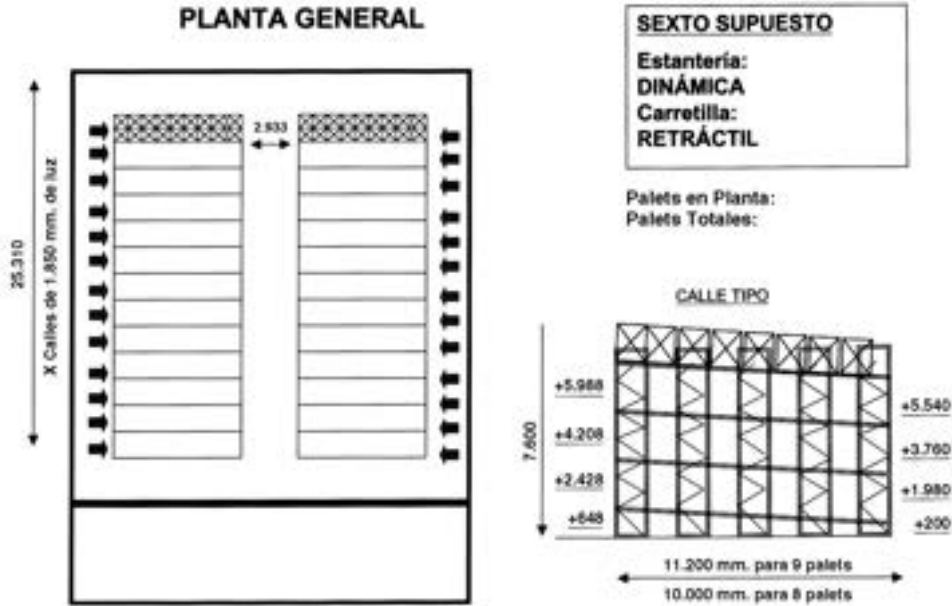


Figura A.6

**Cuestionario 18**

En un almacén de distribución de alimentación que tiene 2.000 referencias y 10.000 palets se dispone de 3 tipos de estanterías: dinámicas, drive-in y convencionales. Por otra parte, la empresa ha clasificado los productos en tres grupos: Super A unos pocos productos de gran consumo: cerveza, leche, arroz, etc., en los cuales es necesario respetar el FIFO estrictamente; productos A y B, como el Nescafé, en los cuales el período de caducidad es más amplio y el FIFO no es tan estricto. Productos C, de bajo consumo, en gran número.

Indique en qué tipo de estantería ubicaría los referidos productos.

Tipo de estantería	Productos Super A: leche, cerveza...	Productos B: Nescafé, etc.	Productos C: Bazar...
Dinámicas			
Drive-in			
Convencionales			

**Cuestionario 19**

A la hora de diseñar el lay-out de un almacén, los pasillos se trazan en sentido longitudinal del edificio (menos pasillos y más largos), por un doble motivo: mayor



aprovechamiento del espacio, menos pasillos y menos maniobras para las carretillas. Otra alternativa consiste en trazar los pasillos transversalmente (más pasillos y más cortos) para reducir la distancia recorrida.

En un almacén de dimensiones: 60 m largo  $\times$  30 m de ancho y una altura máxima de estanterías de 4 m; para las siguientes características de manipulación en el flujo de entradas y salidas determine:

- qué orientación daría a los pasillos: longitudinal o transversal,
- qué tipo de elemento de manipulación elegiría: carretilla contrapesada o apilador.

Flujo de entradas	Flujo de salidas	Orientación de las estanterías	Elemento de manipulación
Palet Cajas	Palet Cajas		

## Cuestionario 20

Los distribuidores de artículos de ferretería suelen organizar su almacén por proveedores, ya que cuando sus clientes les hacen un pedido a ellos, suele ser por «familias» (familias que suministra un proveedor). Dentro de cada proveedor es normal posicionar según criterio ABC de salida. Se caracterizan, además, por tener un gran número de referencias.

Los fabricantes de alimentación suelen organizar sus almacenes de PT con estanterías compactas, ya que el número de referencias que manejan no es excesivo (100-200) y sí gran cantidad de palets por referencia.

Los distribuidores de productos de alimentación y bazar, por el contrario, trabajan con abundantes referencias (pudiendo llegar a 5.000-6.000 o más). De algunas de ellas —pocas— tienen bastantes palets, del resto tienen cantidades más modestas.

Para el siguiente cuadro, se le solicita que proponga el tipo de almacenamiento (ordenado o caótico) que juzgue oportuno.

Tipo de empresa	Número de referencias	Tipo de estanterías	Almacén ordenado	Almacén caótico
Ferretería	10.000	Convencional (cajas)		
Fabricante alimentación	100-200	Drive-in		
Distribuidor alimentación y bazar	5.000-6.000	Convencional (palets)		

## Cuestionario 21

Cuando en el área logística se desea tomar una decisión de inversión es preciso proceder con método; analizar el objetivo o qué tipo de problema se desea solucionar con dicha inversión; posteriormente, una vez analizado el problema y las diferentes alternativas de solución, se toma la decisión adecuada, teniendo en cuenta, además, los condicionantes financieros y de otro tipo que puedan afectar a la decisión.

Dados los siguientes puntos, establezca el orden (1,2,3,4) que asignaría a los mismos a la hora de decidir qué tipo de elemento de manipulación (carretilla, apilador...) sería el adecuado:

- volumen de inversión,
- características de las estanterías (alturas, longitud de pasillos),
- el volumen de carga y descarga, es decir, volumen de trabajo,
- productividad de las carretillas.

## Cuestionario 22

A la hora de decidir una inversión hay que considerar el volumen de la misma y relacionarla con la productividad. También hay que considerar otros costos y ver la influencia relativa de cada uno de ellos en el costo total. En ejercicios pasados se ha visto cómo el costo variable de funcionamiento y el costo fijo de personal son más decisivos que la amortización de la inversión.

Para una utilización de 6 horas/día, determine qué porcentaje representa en el costo total por hora cada uno de los siguientes elementos:

Tipo de actividad	Inversión/gasto	<33%	33-66%	>66%
Carga/descarga de un trailer	Carretilla Personal			
Posicionamiento del palet en estantería drive-in de 10 m de altura	Carretilla Personal			

## Cuestionario 23

Las decisiones de inversión en medios de manipulación vienen condicionadas no sólo por la productividad (número operaciones/hora) y costo (costo operación/hora). Existen limitaciones que acotan las posibilidades de inversión. Por ejemplo, una carretilla contrapesada no alcanza con sus horquillas más de 5,20 m, una transpaleta manual no sirve para posicionar en altura la mercancía, una carre-

tilla retráctil no puede entrar en la cama del camión (la rompería debido a que lleva ruedas macizas estrechas), etc.

Con los siguientes datos, determine qué elemento de manipulación elegiría.

Sea un almacén de 80 m de largo  $\times$  40 m de ancho, con estanterías convencionales de paletización.

Actividad	Altura estanterías	Elemento de manipulación		
		Transpaleta	Carretilla contrapesada	Carretilla retráctil
Carga/descarga de trailers (n° trailers/día)	En m.			
2	6			
8	6			
20	6			
2	10			
8	10			
20	10			

## 10. RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

4.

### Cuestionario 2

1.

### Cuestionario 3

	Entradas		Salidas		
<i>Tipo de almacén</i>	Palet	Caja	Palet	Caja	Ambas
Regulador	XXX				XXX
Delegación	XXX			XXX	
Plataforma	XXX				

### Cuestionario 4

	Entradas		Salidas		
<i>Tipo de almacén</i>	Trailer	Furgoneta <3.500 kgs	Trailer	Furgoneta <3.500 kgs	Ambas
Regulador	XXX		XXX		
Delegación	XXX			XXX	
Plataforma	XXX			XXX	

### Cuestionario 5

Almacén	45 días	30 días	15 días	sin stock
Regulador	XXX	XXX		
Delegación			XXX	
Plataforma				XXX

### Cuestionario 6

Estantería	<6 palets	>30 palets
Convencional	XXX	
Compacta		XXX

**Cuestionario 7**

Estantería	<80 referencias	>300 referencias
Convencional Compacta	XXX	XXX

**Cuestionario 8**

Almacén	<20 metros	20-40 metros	>40 metros
Transpaleta Transpaleta eléctrica a pie Apilador con plataforma Contrapesada Retráctil	XXX XXX	XXX	XXX XXX

**Cuestionario 9**

Almacén	<5 metros	5-8 metros	>8 metros
Apilador con plataforma Contrapesada Retráctil	XXX XXX	XXX	XXX

**Cuestionario 10**

Almacén	Exterior	Interior rugoso	Interior pulido
Apilador con plataforma Contrapesada Retráctil	XXX	XXX	XXX XXX

**Cuestionario 11**

Almacén	Estanterías	Trailer
Apilador con plataforma Contrapesada Compacta	XXX XXX XXX	XXX XXX

## Cuestionario 12

Suponiendo que los tiempos de las operaciones (entradas y salidas) son similares y que el total de operaciones de este almacén es de 400 movimientos (palet  $\times$  día).

*Cálculo de tiempos:*

Operaciones	Tiempo (seg)	Observaciones
• Documentación	15"	Captura de Datos
• Recorrido	22"	Horizontal a través de la nave
• Posicionamiento	6"	Recorrido en altura y profundidad
• Extracción	12"	
• Retorno a base	17"	
• Tiempo muerto	12"	
• Total ciclo	84"	
<i>Productividad mov/hora</i>	43	43 mov/hora $\times$ 8 horas/día = 344 mov/día

*Procedimiento:*

- Medición de tiempos en las referencias habitualmente más solicitadas.
- El contraste de capacidades  $\rightarrow$  344 palets/día, con las necesidades  $\rightarrow$  (300 palets/salida indica que, como promedio, hay otros tantos de entrada) 600 palets/día. Por lo tanto, o bien se trabaja a dos turnos o bien hacen falta dos operarios y dos carretillas en un solo turno.

## Cuestionario 13

Se calcula primeramente la inversión y su amortización anual:

Inversión	5 años	10 años
Precio del equipo	24.000 €	24.000 €
Valor residual	3.600 € (15%)	0
Depreciación a amortizar	20.400 €	24.000 €
Cuota amortización año	4.080 €	2.400 €

A continuación se calcula el coste variable según los datos aportados:

- Consumos de combustible: 3,5 litros/hora  $\times$  0,78 €/litro  $\times$  1.200 horas = 3.276 €.
- Mantenimiento y reparaciones: neumáticos (un juego cada 5.000 horas), aceites y engrases, averías, etc. Como promedio (al principio se gasta menos y luego más en reparaciones): 13,5% precio compra = 3.245 €.

Para obtener el costo de la operación, es necesario calcular previamente el número de operaciones que se efectúan al año. Con los datos aportados:  $(3.600 \text{ seg/hora} \times 1.200 \text{ horas/año}) / (45 \text{ seg/operación}) = 96.000 \text{ operaciones/año}$  (en este caso una operación es la entrada y posicionamiento de un palet o la extracción del mismo).

Incluyendo en un cuadro los costos fijos y variables se obtiene la siguiente tabla anual de costos:

Costo total y unitario/operación	Plan a 5 años	Plan a 10 años
Amortización	4.080 €	2.400 €
Sueldo personal	21.000 €	21.000 €
Total costo fijo	25.080 €	23.400 €
Consumo combustible	3.276 €	3.276 €
Mantenimiento anual	3.245 €	3.245 €
Total costo variable	6.521 €	6.521 €
Costo total	31.601 €	29.921 €
<i>Coste operación</i>	<i>0,323 €</i>	<i>0,316 €</i>

Como se puede apreciar, el coste/operación es muy similar, debido al mayor peso específico en el costo de los sueldos y de los gastos variables.

Además, si tenemos en cuenta que en el caso de amortización a 10 años habría que considerar un incremento en los costes de mantenimiento y reparaciones, y teniendo presente el trastorno que causan (paralización mientras se repara, o alquiler provisional de una máquina similar, o trabajar con otra máquina semejante —si la empresa dispone de más máquinas y no están ocupadas—), la elección es más bien dudosa y en todo caso habría que decantarse por el plan de amortización a 5 años.

#### Cuestionario 14

- Se presentan en un cuadro comparativo los diferentes análisis de costos a nivel anual:

	Transpaleta de mano	Transpaleta eléctrica (conductor acompañante)	Transpaleta eléctrica (conductor montado)	Carretilla eléctrica
Inversión compra	451 €	6.533 €	9.166 €	23.140 €
Valor residual	0 €	980 €	1.375 €	3.470 €
Amortización	90 €	1.110 €	1.558 €	3.934 €
Consumos (electr.)	0 €	92 €	92 €	306 €
Mantenimiento	60 €	882 €	1.237 €	3.124 €
Gastos de personal	21.036 €	21.036 €	21.036 €	21.036 €
<i>Gastos totales</i>	<i>21.186 €</i>	<i>23.120 €</i>	<i>23.923 €</i>	<i>28.400 €</i>

Valor residual = 15% valor compra (excepto transpaleta manual que es = 0).

Amortización = (valor compra – valor residual)/5 (pues se estima una duración de 5 años).

Calculados los costos totales, es preciso pasar a los costos por operación. El enunciado dice que se trabajan 1.200 horas/año y también indica la productividad de cada máquina.

	<b>Transpaleta manual</b>	<b>Transpaleta eléctrica (conductor acompañante)</b>	<b>Transpaleta eléctrica (conductor montado)</b>	<b>Carretilla eléctrica</b>
Gastos totales	21.186 €	23.120 €	23.923 €	28.400 €
Coste euro/hora	17,6 €	19,27 €	20 €	23,6 €
Productividad (pall/hora)	50	82	104	110
Coste operación euro/palet	0,35 €	0,23 €	0,19 €	0,20 €

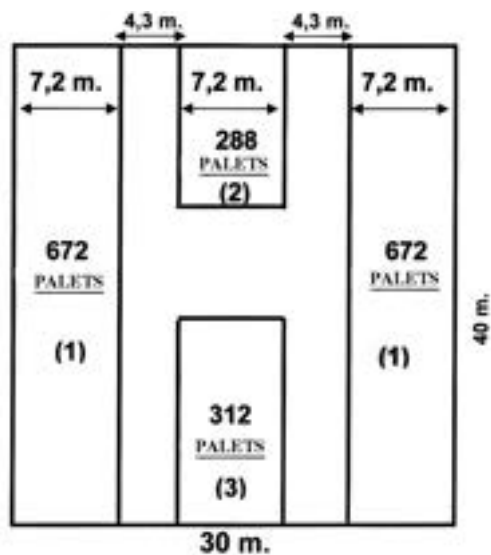
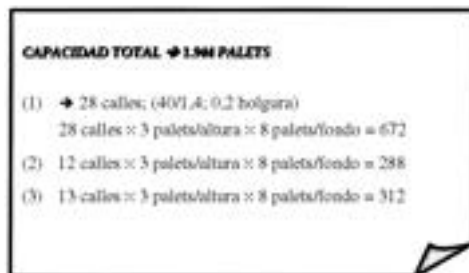
Coste euro/hora = coste total/1.200 horas/año

*Conclusión:*

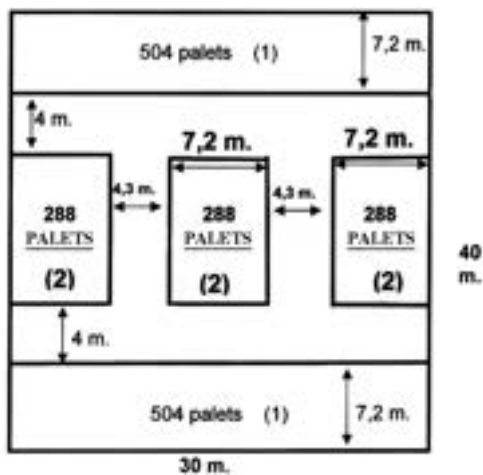
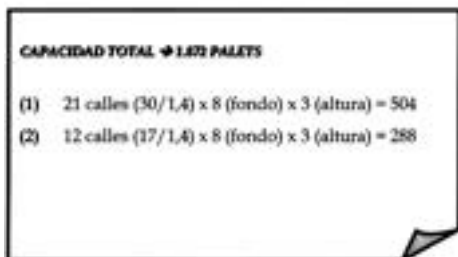
- Para la operativa mencionada el coste por movimiento se minimiza con la transpaleta eléctrica de conductor montado. La carretilla arroja unos costes similares.
- El factor más representativo es el coste de personal, por lo que la inversión se debe orientar hacia la mayor productividad de ese factor. Ésta se puede obtener con los siguientes medios:
  - carretillas de más capacidad de palets/hora,
  - sistemas integrales de manipulación: carga y descarga automática,
  - sistemas de transporte sin conductor.



## Cuestionario 15-1



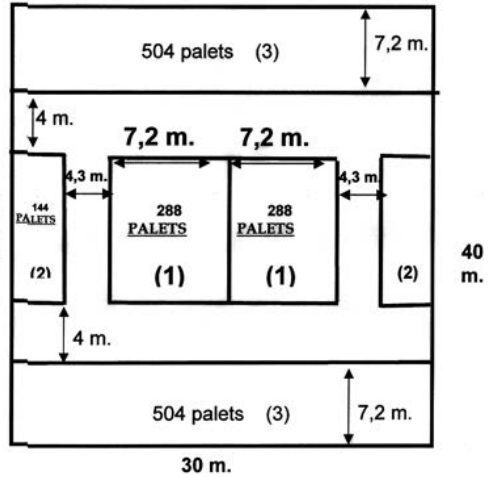
## Cuestionario 15-2



**Cuestionario 15-3**

**CAPACIDAD TOTAL → 1.872 PALETS**

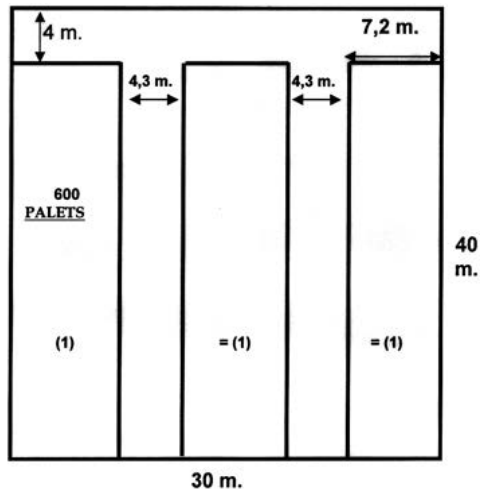
1. cálculo similar a la solución 2
2. mitad de profundidad (4 de fondo); igual altura y longitud que (1)
3.  $30/1,4 = 21$  calles; 8 fondo; 3 altura → 504 palets



**Cuestionario 15-4**

**CAPACIDAD TOTAL → 1.800 PALETS**

(1)  $36/1,4 = 25$  calles  $25 \times 3 \times 8 = 600$



## Cuestionario 16

### 1. Costo estantería

- Costo total hueco/palet = 56.084 €/1.944 palets = 28,85 €/hueco (palet).
- Costo anual: 28,85 €/12 = 2,4 € (palet y año).

Producto	Rotaciones	Costo/palet	Costo/kg
A	24	2,4 €/24 = 0,10 €	0,10 €/800 = 0,00125 €
B	12	2,4 €/12 = 0,20 €	0,00250 €
C	6	2,4 €/6 = 0,40 €	0,00500 €
D	1	2,4 €/1 = 2,4 €	0,03000 €

(costo kg = costo palet/800)

### 2. Costo construcción:

- 1.944 palets .... 1.200 m<sup>2</sup> (40 m × 30 m) ... → 1,62 palets/m<sup>2</sup>.
- Costo hueco: 360,6 € m<sup>2</sup>/1,62 palets por m<sup>2</sup> = 222,5 €/palet.
- Costo anual (hueco) 222,5 €/30 años = 7,4 €/año.

Producto	Rotaciones	Costo/palet	Costo/kg
A	24	7,4 €/24 = 0,30 €	0,30 €/800 = 0,00375 €
B	12	7,4 €/12 = 0,60 €	0,00750 €
C	6	7,4 €/6 = 1,20 €	0,01500 €
D	1	7,4 €/1 = 7,2 €	0,0900 €

(costo kg = costo palet/800)

### 3. Costo total:

Producto	Rotaciones	Costo/palet	Costo/kg
A	24	0,10 € + 0,30 € = 0,40 €	0,40 €/800 = 0,0050 €
B	12	0,80 €	0,0100 €
C	6	1,60 €	0,0200 €
D	1	9,6 €	0,1200 €

*Conclusión:* El costo de almacenamiento es inversamente proporcional al índice de rotación.

**Cuestionario 17**

CUADRO RESUMEN							
Supuesto	Sistema de almacenamiento	Sistema de manipulación	Palets en planta	Número de alturas	Total palets	Palets por m <sup>2</sup>	%
1º	apilado	carr. contrapesada	560	3	1.680	1,75	100
2º	est. convencional	carr. contrapesada	292	4	1.168	1,22	70
3º	est. convencional	carr. retráctil	320	5	1.600	1,67	95
4º	est. compacta	carr. contrapesada	464	4	1.856	1,93	110
5º	est. convencional	transelevador	420	13	5.560	5,69	325
6º	est. dinámica	carr. retráctil	442	4	1.768	1,84	105

Cálculo palets por m<sup>2</sup> referido a la zona de almacenamiento, sin contar la zona de muelles.

**Cuestionario 18**

Tipo de estantería	Productos Super A: leche, cerveza...	Productos B: Nescafé, etc.	Productos C: Bazar...
Dinámicas Drive-in Convencionales	XXX	XXX	XXX

**Cuestionario 19**

Flujo de entradas	Flujo de Salidas	Orientación de las Estanterías	Elemento de manipulación
Palet Cajas	Palet Cajas	Longitudinal Transversal	Carretilla contr. Apilador

**Cuestionario 20**

Tipo de empresa	Número referencias	Tipo de estanterías	Almacén ordenado	Almacén caótico
Ferretería	10.000	Convencional (cajas)	XXX	
Fabricante alimentación	100-200	Drive-in	XXX	XXX
Distribuidor alimentación y bazar	5.000-6.000	Convencional (palets)		XXX

**Cuestionario 21**

Aspectos a considerar	Posición u orden
Volumen de inversión	4
Características de las estanterías (alturas, longitud de pasillos)	102
El volumen de carga y descarga, es decir, volumen de trabajo	201
Productividad de las carretillas	3

**Cuestionario 22**

Tipo de actividad	Inversión/gasto	<33%	33-66%	>66%
Carga/descarga de un trailer	Carretilla Personal	XXX		XXX
Posicionamiento del palet en estantería drive-in de 10 m de altura	Carretilla Personal	XXX		XXX

**Cuestionario 23**

Actividad (n.º trailers/día)	Altura de las estanterías En m.	Elemento de manipulación		
		Transpaleta	Carretilla contrapesada	Carretilla retráctil
2	6		XXX	
8	6		XXX	
20	6	XXX	XXX	
2	10	XXX		XXX
8	10	XXX		XXX
20	10	XXX		XXX

---

## Caso práctico: El almacén regulador

### 1. ENCUADRE DEL CASO DENTRO DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN

Dentro del proceso continuo que supone la actividad logística, el almacén regulador ocupa un lugar primordial, como quedó establecido en el capítulo anterior en la fase 3, distribución.

*Cadena logística:*

1) Aprovisionamiento → 2) Fabricación → 3) Distribución (compras, etc.).

En el contexto general de la cadena logística, su ubicación es la siguiente, siguiendo en orden lógico la secuencia de operaciones.

#### 2) **Fabricación:**

- Programa de fabricación: recursos, tiempos, planning.
- Almacén de materia prima.

#### 3) **Distribución:**

- Almacén producto terminado:
  - Stock.
  - Almacén regulador.
  - Picking (preparación de pedidos).

- Transporte de larga distancia.
- Delegación:
  - Stock.
  - Almacén.
  - Preparación de pedidos.
- Transporte de reparto.

## 2. LA EMPRESA

### 2.1. Descripción

La empresa Ultramarinos, S.A., radicada en las inmediaciones de Barcelona, se dedica a la compra, envasado y distribución de productos de alimentación seca (deshidratada): legumbres, arroz, etc., y de alimentación fresca liofilizada: guisantes, coliflor, etc.

La materia prima llega por camión en trailers, cuando se ha comprado en España, o por barco cuando viene del extranjero (Argentina, EE UU, etc). La materia prima llega a granel por campañas, se selecciona, se clasifica y se deposita en silos, pilas, ... hasta el momento de envasado. Existe un almacén especial para la materia prima (en adelante MP).

La actividad productiva es el tratamiento y envasado. Esa MP a granel se envasa y el producto ya envasado pasa al almacén de producto terminado (en adelante PT). En este análisis no se tiene en cuenta la actividad productiva ya que el análisis comienza en la planta de PT donde se encuentra ubicado el almacén regulador.

Mensualmente se realiza un programa de envasado por calidades, marcas propias y marcas blancas según la demanda.

Las entradas al almacén de PT se realizan desde las líneas de envasado. Son siempre de varios palets de la misma referencia. Existen unas cantidades mínimas de envasado de producto con el fin de optimizar la actividad de las líneas de producción.

Las salidas del almacén de PT se dirigen a:

- 1) Delegaciones propias.
- 2) Distribuidores.
- 3) En algunos casos al cliente final (grandes superficies, ...).

### 2.2. El almacén

El almacén de PT se ha construido hace diez años y al principio funcionaba bien y con poco personal. Es un almacén de estanterías compactas, como se observa en los planos adjuntos (Figuras 2.1, 2.2 y 2.3).

A lo largo de los últimos diez años las toneladas vendidas han aumentado a un ritmo del 6% anual. Al mismo tiempo ha aumentado la gama de productos y han surgido nuevas presentaciones con segundas marcas y marcas blancas.

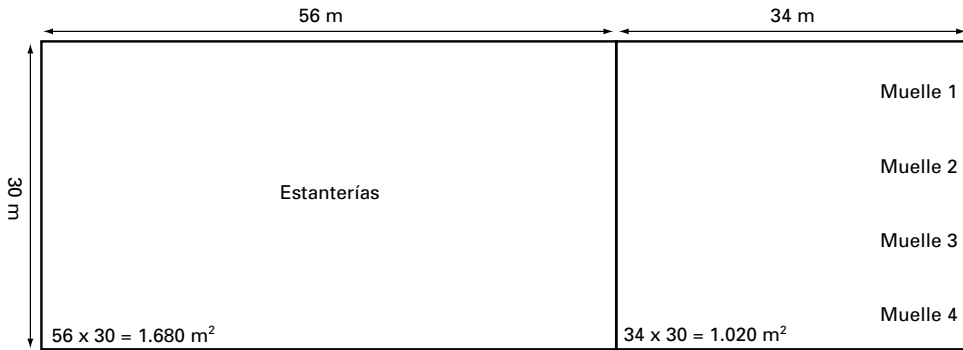


Figura 2.1. Vista general del almacén

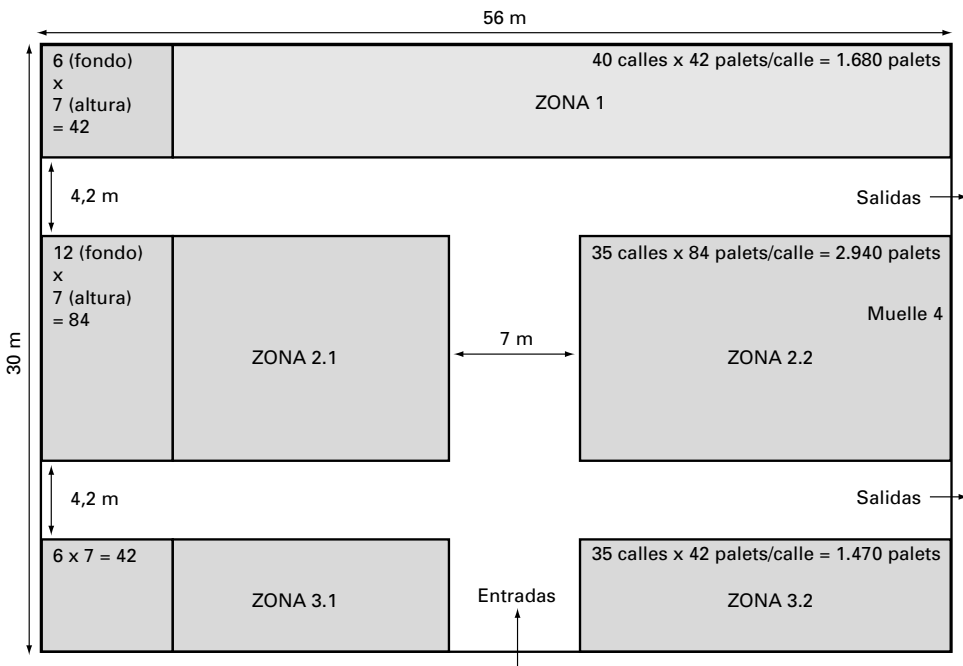


Figura 2.2. Distribución de las estanterías y calles en la zona de almacenamiento. Estanterías compactas

*Nota:*

Obsérvese con detenimiento el plano del almacén para captar todas las implicaciones de la problemática que se plantea.

Se presentan tres gráficos diferentes:

- visión general del almacén: dimensiones, zona de almacén y zona de muelles (Figura 2.1),
- distribución de calles y estanterías en la zona específica del almacén (Figura 2.2),
- descripción gráfica de las estanterías (Figura 2.3).



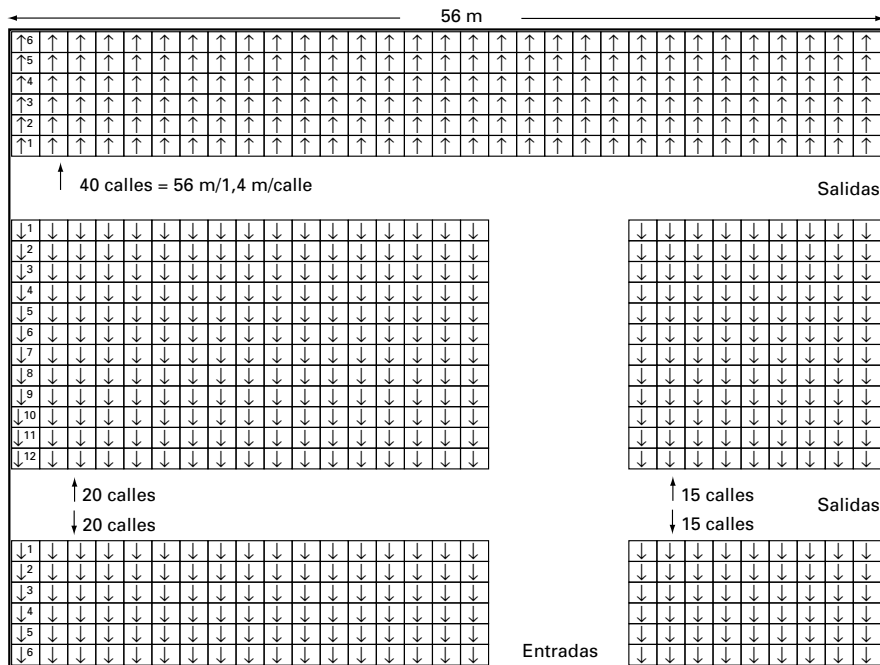


Figura 2.3. Plano del almacén: descripción gráfica de las estanterías

El aumento de referencias en el almacén de PT obliga a que en los huecos destinados a un solo producto sea necesario almacenar más de una referencia. Por ello, a la hora de extraer los palets, los carretilleros se encuentran con que deben realizar varias operaciones de extracción para alcanzar el palet deseado, lo que les obliga a depositar los palets en el pasillo hasta alcanzar el solicitado y volver a depositarlos en su sitio una vez que se ha extraído éste.

Esta situación hace que sea muy difícil cumplimentar los requisitos del FIFO, bien por la problemática anteriormente indicada o bien porque el vehículo de transporte no puede tener demoras. Semanalmente el jefe de almacén tiene que poner orden en el mismo, ya que se va desorganizando a lo largo de la semana. Para ello, establece un turno especial los sábados por la mañana (no hay expediciones de salida los fines de semana), lo cual exige bastantes horas extra de personal.

En cuanto al funcionamiento semanal de lunes a viernes, las dificultades que en los últimos años se están presentando en el almacén se han ido resolviendo mediante el aumento de plantilla y estableciendo unos turnos de 6 a 14 h y de 14 a 22 h que cubran el horario de producción.

En un mismo día se pueden fabricar dos lotes del mismo producto si se utiliza distinta MP.

En las estanterías el ordenador debe identificar las ubicaciones a nivel del lote (trazabilidad).

Mercancía paletizada ( $1.200 \times 800 \times 1.450$ ). Europalet de 1,45 m de altura.

## 2.3. Flujos y movimientos

### Entradas al almacén de materias primas

Entradas por camiones completos, flujos variables de 1 a 5 trailers al día (graneles, sacos, bacs, palets). Tráfico marítimo (1.000 T/Día): a la llegada del barco (entre 20 y 40 camiones por día).

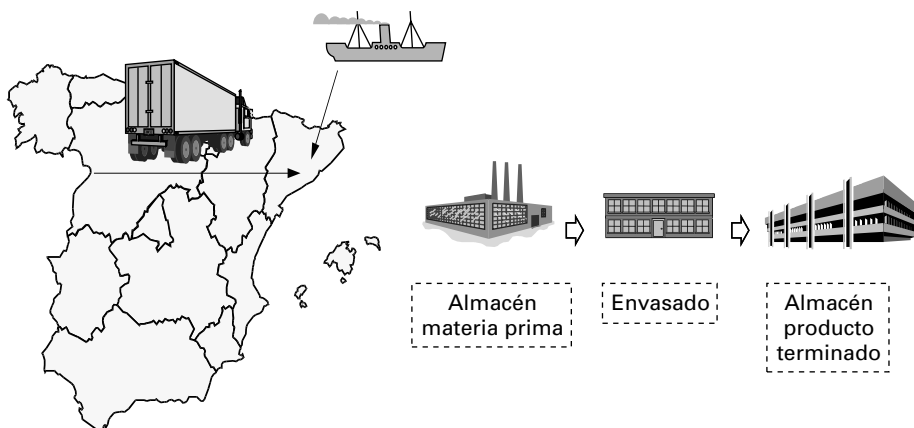


Figura 2.4. Entradas al almacén de materia prima

### Entradas al almacén de PT

Desde las secciones de envasado se entregan al almacén por un sistema de rodillos todos los palets de PT una vez envasados. Los movimientos de entradas son constantes (según ritmo de envasado) y oscilan entre los 200 y 250 palets/día. Los carretilleros ubican la mercancía en los lugares asignados por el ordenador a cada lote de envasado y palet (calle y hueco).

Es preciso utilizar palets de buena calidad para evitar incidentes en las *drive-in*. Se recomienda contratar con un pool de palets porque la mayoría de los palets, van a terminar en las grandes cadenas de distribución que son puntos catalogados por los pool.

### Salidas del almacén de PT

Día a día: 5-8 trailers.

Camión completo para un destino (delegación o cliente) con varias referencias (80%).

Camión con varios destinos (delegación o clientes pequeños) y cada destino con varias referencias (20%).

FIFO según la fecha de envasado.

### DISTRIBUCIÓN DE LAS SALIDAS:

Destino	Tipo de vehículo	Composición pedido
Delegaciones.	Camión completo (trailer) con 2 entregas.	20-50 ref. por camión.
Distribuidores.	Camión completo (3 ejes) con 2-4 entregas.	20-50 ref. por entrega.
Grandes clientes.	Camión completo (2 ejes) con 2 entregas.	20-50 ref. por entrega.
Cliente Regional.	Reparto.	10-20 ref. por pedido.

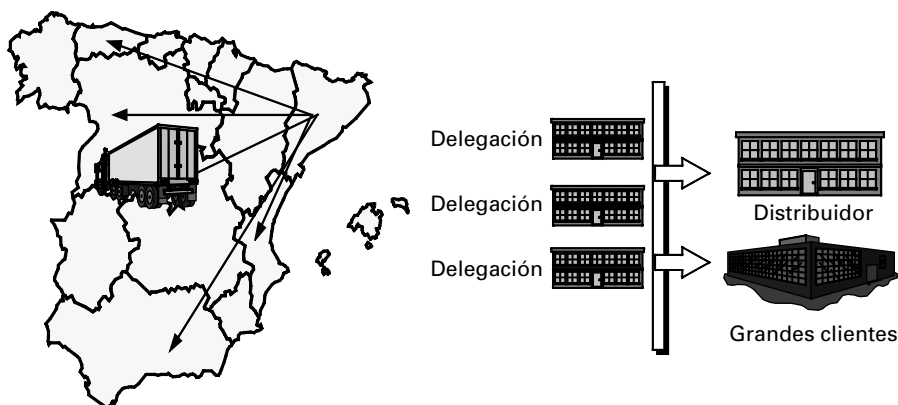


Figura 2.5. Salidas del almacén de PT

## 2.4. Planteamientos

El *Jefe de Expediciones* ha realizado el siguiente planteamiento:

- necesita más plantilla para reforzar el turno de tarde,
- desea disponer de carretillas más rápidas para cargar los trailers.

La *Dirección Comercial* está comprometida en un programa de mejora de servicio al cliente completando los pedidos en el 98% de las referencias y entregando en el día siguiente los pedidos de Cataluña recibidos antes de las 15 horas.

*Gerencia* está preocupada con el tema pues observa que los costos se están disparando y la tendencia no parece que vaya a cambiar. Por ello solicita a una Consultoría externa un análisis de la situación para plantear diversas alternativas.

Pero existe un fuerte condicionante. Esta empresa, Ultramarinos S.A., pertenece a un conglomerado empresarial que quiere desprenderse de las industrias de alimentación. Para obtener una buena venta, quiere sanear las empresas, pero invirtiendo la menor cantidad posible. Por ello, en las alternativas que la consultoría logística planteó debe limarse al máximo el volumen de inversión. La reestructura-

ción debe ir precedida de un análisis en profundidad y debe consistir fundamentalmente en medidas de tipo organizativo.

## 2.5. El stock

La empresa suministra la situación del stock para cada uno de sus artículos.

La cantidad suministrada es el stock medio, tanto en kilos como en palets. Este stock medio está tomado del promedio de las cantidades en inventario, referencia a referencia, a lo largo de los 12 meses del año.

Esta información aparece reflejada en un libro Excel, cuyo contenido se adjunta a continuación. El hecho de solicitar la información de esta manera, permite operar con ella de forma libre, puesto que Excel es una herramienta informática conocida.

Familia	Denominación	Palets	Kilos
49	aceituna negra	2	582
49	acelga troceada 40 mm	9	4.529
40	alcach. hta. nav. enter.	45	22.326
40	alcach. hta. nav. menes.	131	61.651
40	alcach. murc. troc.	34	16.615
70	alubia blanca	11	6.864
70	alubias clase 1	77	38.040
70	alubias clase 2	76	44.545
70	alubias clase 3	66	19.866
70	alubias de Ávila	43	12.845
70	alubias extra	116	55.618
70	alubias súper	90	38.780
25	arroz	13	6.404
25	arroz 5 delicias	12	6.300
25	arroz clase 1	26	8.974
25	arroz clase 2	25	15.539
25	arroz clase 3	22	10.260
25	arroz extra	40	18.315
25	arroz súper	39	23.236
10	azúcar clase 1	4	1.628
10	azúcar clase 2	4	1.001
10	azúcar clase 3	3	960
10	azúcar extra	6	3.286
10	azúcar súper	5	1.654
43	broccoli i.q.f. 5/7	4	997
43	broccoli i.q.f. 5/7	1	35

Tabla 2.1. Stock medio (Continúa)

<b>Familia</b>	<b>Denominación</b>	<b>Palets</b>	<b>Kilos</b>
43	broccoli i.q.f. 30/60 clasif	2	535
49	cardo troc. 80 mm	2	833
49	cebolla dados 10/10	3	791
49	champiñón laminado	2	665
43	col blanca 1/12	21	7.090
43	coles br. 25/35 mm	35	19.096
43	coliflor 10/20	35	15.060
43	coliflor 20/40	44	17.084
43	coliflor 20/40	39	15.714
43	coliflor 30/50	16	6.647
43	coliflor 30/50	3	1.263
43	coliflor 30/50	1	456
43	coliflor 40/60	1	197
43	coliflor 5/20	39	16.175
43	coliflor 50/60	9	4.019
48	ensaladilla coliflor	15	7.875
48	ensaladilla común	32	16.800
48	ensaladilla conser.	9	4.725
48	ensaladilla de pasta	19	9.975
48	ensaladilla jamón-gamba	13	6.825
48	ensaladilla maíz y pollo	20	10.200
48	ensaladilla oriental	72	37.800
49	espárrago tallo 40 mm	20	10.285
49	espárrago triguero	63	27.829
49	espárrago yema 40 mm	5	2.211
40	espinaca hoja miniporción	8	3.709
40	espinaca minipor. picada	1	230
55	garbanzos clase 2	227	81.748
55	garbanzos clase 3	152	79.800
55	garbanzos clase 1	258	163.624
55	garbanzos extra	337	199.410
55	garbanzos súper	273	177.888
75	guisante	59	37.230
75	guisante común	50	33.128
75	guisante común	32	31.108
75	guisante fino	111	71.860
75	guisante fino	26	15.783
75	guisante fino	2	1.182
75	guisante industrial	124	53.754
75	guisante industrial	116	77.608
75	guisante sup. 7,6-8,2	5	2.554
75	guisante superfino	124	39.298

Tabla 2.1. Stock medio (Continuación)

<b>Familia</b>	<b>Denominación</b>	<b>Palets</b>	<b>Kilos</b>
75	guisante superfino	5	3.040
41	habas cosechadas <14,5 mm	52	35.042
41	habas cosechadas 14,5/16,5	9	6.335
41	habas trill. 14,5/16,5 mm	11	7.613
41	habas trilladas <14,5 mm	11	6.899
41	habas trilladas 14,5/16,5	3	1.384
41	habas trilladas 14,5/16,6	1	590
41	habas trilladas 16,5/19	6	4.159
20	harina clase 1	9	3.840
20	harina clase 2	8	4.054
20	harina clase 3	7	2.479
20	harina extra	15	3.433
20	harina súper	10	7.547
41	jud. v. plana tr. 30 mm	75	41.727
41	jud. v. plana tr. 30 mm	23	11.685
41	jud. v. plana tr. 30 mm	2	722
41	jud. v. redon. tr. 10 mm	47	24.993
41	jud. v. redon. tr. irreg.	45	25.585
41	jud. v. redond. tr. 26 mm	102	59.364
41	jud. v. tr. sobreescal.	20	11.733
41	judía plana trozos peque 1	10	4.617
41	judía v. plana y patata	31	16.120
88	lentejas clase 1	52	26.505
88	lentejas clase 2	50	22.996
88	lentejas clase 3	46	17.393
88	lentejas súper	56	24.574
88	lentejas extra	62	25.795
48	menestra g	10	5.000
44	maíz clase 1	16	7.520
44	maíz dulce g. standar	1	100
44	maíz dulce gr. fancy	38	24.467
44	maíz extra	21	10.434
44	maíz súper	20	6.500
44	menestra especial	57	28.500
48	menestra compas	1	243
48	menestra común	21	10.500
48	menestra con alcachofa	38	18.950
48	menestra hta. navarra	31	14.720
48	menestra sin alcachofa	43	21.500
48	patata dados 9/9	9	5.312
49	pimiento d. entre 10/10	45	19.290
70	pochas	22	15.789

Tabla 2.1. Stock medio (Continuación)

Familia	Denominación	Palets	Kilos
49	puerro con patata	11	5.610
49	setas	9	2.790
49	verdura sopa clásica	10	4.555
49	zanahorias baby	1	120
49	zanahorias dados 10/10	1	682

Tabla 2.1. Stock medio (Continuación)

### • Estanterías drive-in y drive-through

Son similares en cuanto que la carretilla entra por el interior de las mismas y los palets —en este caso europalets— se orientan por el lado ancho (1,20 m) hacia el exterior.

Se diferencian en el hecho de que en las primeras la carretilla entra y sale por el mismo punto y, en consecuencia, es difícil respetar el FIFO, porque sólo puede almacenarse una referencia; en las segundas pueden almacenarse una o dos referencias. Si se almacena una, será más fácil guardar el FIFO (por un extremo se producen las entradas y por el otro las salidas); si se almacenan dos referencias, al ser calles de menos profundidad, se pueden guardar más referencias (el doble) pero menor cantidad de cada una. En cada caso hay que analizar los pros y contras de una u otra solución.

### NOTAS

#### • Necesidades de almacenamiento

Se efectúa el cálculo a partir del stock medio y no del máximo, pues no todas las puntas de stock máximo son coincidentes. Hay cierta estacionalidad en los productos, estacionalidad no coincidente. Las legumbres se comen más en el invierno y la verdura fresca más en el verano. Cuando la empresa no tiene espacio disponible, recurre temporalmente a almacenes externos.

El stock medio se toma, para cada producto, a partir de su situación a fin de mes durante un período amplio, por ejemplo 1 año. No sirve tomar sólo “una foto” (un único mes) pues puede no corresponder a la realidad.

#### • FIFO

En la alimentación y con un proceso de fabricación por lotes es obligatorio utilizar el FIFO.

#### • Métodos organizativos en el almacén (o de ubicación de productos en las estanterías)

*Ubicación a hueco fijo:*

Exige asignar calles fijas a cada referencia. Ello conlleva que la capacidad del almacén está menos aprovechada que en el sistema de hueco variable. Tiene la ventaja de que si las referencias no son excesivas, el operario memoriza las ubicaciones. También permite ajustar la altura del hueco a las características del producto.

### 3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1. Metodología de análisis

En base a los datos suministrados hay que determinar los problemas relativos al almacenaje y buscar la solución, bajo las siguientes restricciones:

- Mínima inversión.
- A base de mejoras organizativas.
- Los programas de fabricación son un dato (para este caso), no una variable sobre la que se pueda influir.

#### 3.2. Necesidades *versus* capacidades

Un método operativo de análisis consiste en enfrentar las capacidades actuales de almacenamiento (dadas en el plano del almacén) y las necesidades de stockaje, suministradas en la relación de stock medio de las referencias.

De la confrontación entre ambas surgen las vías de solución.

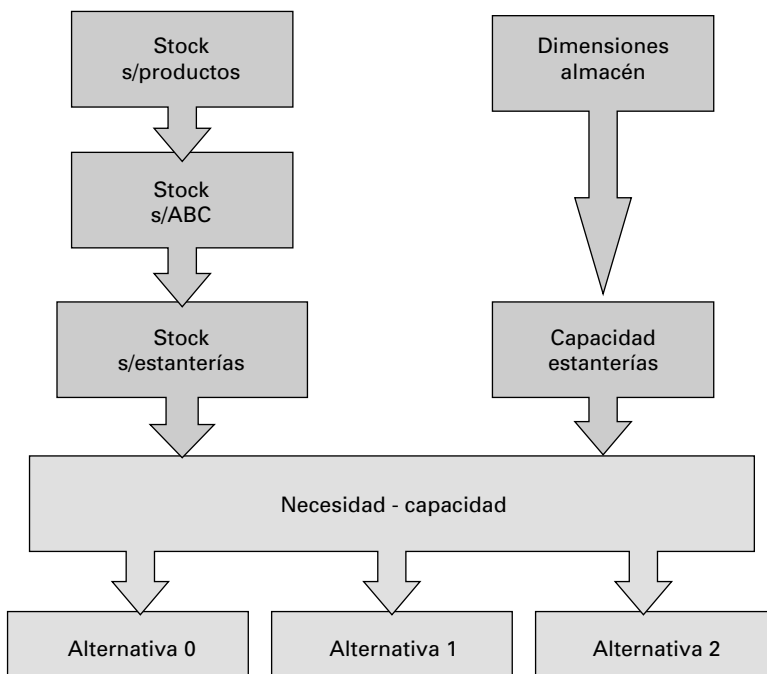


Figura 2.6. Necesidades y capacidades



### A) Capacidad y características del almacén:

Medición de capacidad en *palets*.

Estanterías	Capacidad/calle	Nº calles	Capacidad total
Zona 1	42	40	1.680
Zona 2	84	35	2.940
Zona 3	42	35	1.470
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>	<b>6.090</b>

Tabla 2.2. Capacidad en palets

### B) Necesidades de almacenamiento:

Medición de capacidad en *palets*, no en kilos. Las referencias tienen diferente densidad y, por lo tanto, la variable de control en un almacén de palets no es el kilo, es el propio palet.

Efectuamos un *doble análisis*:

- Por familias.
- Por ABC (ley de Pareto).

## 3.3. Análisis por familias

Equivale a decir por grupos, por familias, ... la clasificación con la que opera la empresa, puesto que si existe será por alguna razón. Este primer tipo de análisis es siempre conveniente efectuarlo, pues *a priori* no se sabe si suministrará información pertinente o no.

Puesto que la información está en un libro Excel (Tabla 2.1), el análisis por familias lo efectuamos dando los siguientes pasos:

- en la barra de «Menu», elegir la opción «Datos»,
- se clasifica por familia (en ascendente),
- dentro de la familia por número de palets,
- se totalizan (barra de menú → datos; función → subtotal; por cada cambio en familia, operación → suma) kilos y palets,
- se cuentan (menú → datos; función → subtotal; por cada cambio en familia, operación → cuenta) el número de referencias.

El resultado se muestra en la [Tabla 2.3](#).

Código familia	Nº referencias	Denominación	Kgs.	Palets
10	5	azúcar	8.529	22
20	5	harina	21.353	49
25	7	arroz	89.028	177
40	5	alcachofas	104.531	219
41	16	judías verdes	258.561	448
43	11	coliflor	104.368	250
44	5	maíz	39.021	96
48	14	menestra	193.613	381
49	15	varios	86.084	192
55	5	garbanzos	702.470	1.247
70	8	alubias	232.347	501
75	11	guisantes	366.455	654
88	5	lentejas	117.263	266
	<b>115</b>	<b>total</b>	<b>2.333.630</b>	<b>4.502</b>

Tabla 2.3. Análisis del stock por familias

El análisis por familias no aporta en este caso información básica para el estudio, excepto que indica el tema de la estacionalidad (legumbres, verduras en lata) y estacionalidad compensada, de forma que sirve para reafirmar la postura de efectuar los cálculos para necesidades de stockaje en base al stock medio.

Siempre conviene efectuar este tipo de análisis porque supone una aproximación al problema y casi nunca se sabe, de antemano, si este dato será imprescindible o no.

### 3.4. Análisis ABC

La problemática del stock de un almacén *no se manifiesta con la misma intensidad en todas las referencias*.

#### NOTAS DE TEORÍA

- **Ley de Pareto o del ABC**

Esta ley, contrastada experimentalmente, se denomina también del 70-15. Indica que el 15% de las referencias constituyen el 70% del stock (referencias A), el siguiente 20% de las referencias constituye el 20% del stock (referencias B) y el último 65% de referencias constituye el 10% del stock (estos porcentajes pueden variar en función de la gama de productos, pero se cumplen en general, tanto si se habla de stock como de ventas). Traducido fuera de porcentajes indica que unos pocos productos estrella copan las mayores necesidades de almacenamiento, mientras que una larga «cola» de referencias C apenas si ocupa espacio en el almacén.

- **Variantes en la ley del ABC**

Para este tipo de problemas resulta conveniente fraccionar el colectivo en cuatro grupos (cuartiles en terminología estadística) o en cinco (quintiles). Es una manera alternativa y clara de medir en grupos homogéneos, según necesidad de almacenamiento, la situación de la empresa.

El análisis ABC permite detectar si un pequeño número de referencias (20%) acapara una cantidad elevada del stock (80%) y viceversa.

El procedimiento empleado consiste en:

A partir del stock medio, presentado en una hoja Excel (Tabla 2.1):

- En la barra de «Menú», elegir la opción «Datos».
  - Ordenación de los artículos de mayor a menor según el nivel de stock.
  - Agrupación por lotes que representen cada uno aproximadamente el 25% del total. (según la variable nº de palets).
  - Al grupo más representativo se denomina categoría A y al menos representativo categoría D.
  - se totalizan (menú → datos; función → subtotal; por cada cambio en categoría, operación → suma) kilos y palets.
  - se cuentan (menú → datos; función → subtotal; por cada cambio en categoría, operación → cuenta) el nº de referencias.

Se presenta a continuación la ordenación de productos por este criterio y a continuación una tabla resumen (Tablas 2.4 y 2.5).

Familia	Denominación	Palets	Kilos	Suma palets	% acumul.	Categ.
55	garbanzos extra	337	199.410	337	7,49	A
55	garbanzos súper	273	177.888	610	13,55	A
55	garbanzos clase 1	258	163.624	868	19,28	A
55	garbanzos clase 2	227	81.748	1.095	24,32	A
	<b>4</b>	<b>1.095</b>	<b>622.670</b>			<b>Total A Cuenta A</b>
55	garbanzos clase 3	152	79.800	1.247	27,70	B
40	alcach. hat. nav. menes.	131	61.651	1.378	30,61	B
75	guisante industrial	124	53.754	1.502	33,36	B
75	guisante superfino	124	39.298	1.626	36,12	B
70	alubias extra	116	55.618	1.742	38,69	B
75	guisante industrial	116	77.608	1.858	41,27	B
75	guisante fino	111	71.860	1.969	43,74	B
41	jud. v. redond. tr. 26 mm	102	59.364	2.071	46,00	B
70	alubias súper	90	38.780	2.161	48,00	B
70	alubias clase 1	77	38.040	2.238	49,71	B
	<b>10</b>	<b>1.143</b>	<b>575.77</b>			<b>Total B Cuenta B</b>
70	alubias clase 2	76	44.545	2.314	51,40	C
41	jud. v. planta tr. 30 mm	75	31.727	2.389	53,07	C
48	ensaladilla oriental	72	37.800	2.461	54,66	C

Tabla 2.4. Análisis ABC del stock (Continúa)

Familia	Denominación	Palets	Kilos	Suma palets	% acumul.	Categ.
70	alubias clase 3	66	19.866	2.527	56,13	C
49	espárrago triguero	63	27.829	2.590	57,53	C
88	lentejas extr	62	25.795	2.652	58,91	C
75	guisante	59	37.230	2.711	60,22	C
48	menestra especial	57	28.500	2.768	61,48	C
88	lentejas súper	56	24.574	2.824	62,73	C
41	habas cosech. <14,5 mm	52	35.042	2.876	63,88	C
88	lentejas clase 1	52	26.505	2.928	65,04	C
75	guisante común	50	33.128	2.978	66,15	C
88	lentejas clase 2	50	22.996	3.028	67,26	C
41	jud. v. redon. tr. 10 mm	47	24.993	3.075	68,30	C
88	lentejas clase 3	46	17.393	3.121	69,32	C
40	alcach. hta. nav. enter.	45	22.326	3.166	70,32	C
41	jud. v. redon. tr. irreg.	45	25.585	3.211	71,32	C
49	pimiento d. entre 10/10	45	10.290	3.256	72,32	C
43	coliflor 20/40	44	17.084	3.300	73,30	C
70	alubias de Ávila	43	12.845	3.343	74,26	C
	<b>20</b>	<b>1.105</b>	<b>545.053</b>			<b>Total C</b>
						<b>Cuenta C</b>
48	menestra sin alcachofa	43	21.500	3.386	75,21	D
25	arroz extra	40	18.315	3.426	76,10	D
25	arroz súper	39	23.236	3.465	76,97	D
43	coliflor 20/40	39	15.714	3.504	77,83	D
43	coliflor 5/20	39	16.175	3.543	78,70	D
44	maíz dulce gr. fancy	38	24.467	3.581	79,54	D
48	menestra con alcachofa	38	18.950	.619	80,39	D
43	coles br. 25/35 mm	35	19.096	3.654	81,16	D
43	coliflor 10/20	35	15.060	3.689	81,94	D
40	alcach. murc. troc.	34	16.615	3.723	82,70	D
48	ensaladilla común	32	16.800	3.755	83,41	D
75	guisante común	32	31.018	3.787	84,12	D
41	judía v. plana y patata	31	16.120	3.838	84,81	D
48	menestra hta. navarra	31	14.720	3.849	85,50	D
25	arroz clase 1	26	8.974	3.875	86,07	D
75	guisante fino	26	15.783	3.901	86,65	D
25	arroz clase 2	25	15.539	3.926	87,21	D
41	jud. v. plana tr. 30 mm	23	11.685	3.949	87,72	D
25	arroz clase 3	22	10.260	3.971	88,21	D
70	pochas	22	15.789	3.993	88,69	D
43	col blanca 1/12	21	7.090	4.014	89,16	D
44	maíz extra	21	10.434	4.035	89,63	D
48	menestra común	21	10.500	4.056	90,09	D
48	ensaladilla maíz y pollo	20	10.200	4.076	90,54	D
49	espárrago tallo 40 mm	20	10.285	4.096	90,98	D

Tabla 2.4. Análisis ABC del stock (Continuación)

Familia	Denominación	Palets	Kilos	Suma palets	% acumul.	Categ.
41	jud. v. tr. sobreescal.	20	11.733	4.116	91,43	D
44	maíz súper	20	6.500	4.136	91,87	D
48	ensaladilla de pasta	19	9.975	4.155	92,29	D
43	coliflor 30/50	16	6.647	4.171	92,65	D
44	maíz clase 1	16	7.520	4.187	93,00	D
48	ensaladilla coliflor	15	7.875	4.202	93,34	D
20	harina extra	15	3.433	4.217	93,67	D
25	arroz	13	6.404	4.230	93,96	D
48	ensaladilla jamón-gamba	13	6.825	4.243	94,25	D
25	arroz 5 delicias	12	6.300	4.255	94,51	D
70	alubia blanca	11	6.864	4.266	94,76	D
41	habas trill.14,5/16,5 mm	11	7.613	4.277	95,00	D
41	habas trilladas <14,5 mm	11	6.899	4.288	95,25	D
49	puerro con patata	11	5.610	4.299	95,49	D
20	harina súper	10	7.547	4.309	95,71	D
41	judía plana trozos peque1	10	4.617	4.319	95,94	D
48	menestra g	10	5.000	4.329	96,16	D
49	verdura sopla clásica	10	4.555	4.339	96,38	D
49	acelga troceada 40 mm	9	4.529	4.348	96,58	D
43	coliflor 50/60	9	4.019	4.357	96,78	D
48	ensaladilla conser.	9	4.725	4.366	96,98	D
41	habas cosechadas 14,5/16,5	9	6.335	4.375	97,18	D
20	harina clase 1	9	3.840	4.384	97,38	D
49	patata dados 9/9	9	5.312	4.393	97,58	D
49	setas	9	2.790	4.402	97,78	D
40	espinaca hoja miniporción	8	3.709	4.410	97,96	D
20	harina clase 2	8	4.054	4.418	98,13	D
20	harina clase 3	7	2.479	4.425	98,29	D
10	azúcar extra	6	3.286	4.431	98,42	D
41	habas trilladas 16,5/19	6	4.159	4.437	98,56	D
10	azúcar súper	5	1.654	4.442	98,67	D
49	espárrago yema 40 mm	5	2.211	4.447	98,78	D
75	guisante sup. 7,6-8,2	5	2.554	4.452	98,89	D
75	guisante superfino	5	3.040	4.457	99,00	D
10	azúcar clase 1	4	1.628	4.461	99,09	D
10	azúcar clase 2	4	1.001	4.465	99,18	D
43	broccoli i.q.f. 5/7	4	997	4.469	99,27	D
10	azúcar clase 3	3	960	4.472	99,33	D
49	cebolla dados 10/10	3	791	4.475	99,40	D
43	coliflor 30/50	3	1.263	4.478	99,47	D
75	guisante fino	2	1.182	4.491	99,76	D
41	habas trilladas 14,5/16,5	3	1.384	4.481	99,53	D
49	aceituna negra	2	582	4.483	99,58	D
43	broccoli i.q.f. 30/60 clasif	2	535	4.485	99,62	D

Tabla 2.4. Análisis ABC del stock (Continuación)

Familia	Denominación	Palets	Kilos	Suma palets	% acumul.	Categ.
49	cardo troc. 80 mm	2	833	4.487	99,67	D
49	champiñón laminado	2	665	4.489	99,71	D
41	jud. v. plana tr. 30 mm	2	722	4.493	99,80	D
43	broccoli i.q.f. 5/7	1	35	4.494	99,81	D
43	coliflor 30/50	1	456	4.495	99,84	D
43	coliflor 40/60	1	197	4.496	99,87	D
40	espinaca minopor. picada	1	230	4.497	99,89	D
41	habas trilladas 14,5/16,6	1	590	4.498	99,91	D
44	maíz dulce g. standar	1	110	4.499	99,93	D
48	menestra compas	1	243	4.500	99,96	D
49	zanahorias baby	1	120	4.501	99,98	D
49	zanahorias dados 10/10	1	682	4.502	100,00	D
		<b>1.159</b>	590.134			<b>Total D</b>
	<b>81</b>	<b>4.502</b>	2.333.630			<b>Cuenta D</b>
	<b>115</b>					<b>TOTAL</b>
						<b>Cuenta general</b>

Tabla 2.4. Análisis ABC del stock (Continuación)

Tabla resumen:

Grupo	Nº referencias	Kgs.	Nº palets	Rango palets
A 0-25%	4	622.670	1.095	227-337
B 25-50%	10	575.773	1.143	77-152
C 50-75%	20	545.053	1.105	43-76
D 75-100%	81	590.134	1.159	1-43
<b>TOTAL</b>	<b>115</b>	<b>2.333.630</b>	<b>4.502</b>	

Tabla 2.5. Resumen análisis ABC del stock

El 30% de los productos (34 referencias) representan el 75% del stock (3.343 palets). El nivel del stock por referencia varía desde el grupo A, que se mueve en una banda de entre 227 y 337 palets, al del grupo D, que se mueve entre 1 y 43 palets.

El ABC de stock además de establecer diferencias entre los grupos que conforman el stock del almacén, indica las *necesidades de almacenamiento* que tiene la compañía.

Si las ventas son regulares y el stock mantiene esa regularidad, con los datos de un mes será suficiente para establecer el número de huecos que debemos adjudicar a cada referencia.

Si las entradas o salidas del almacén tienen carácter estacional se debe calcular el stock máximo y el mínimo que se produce en esa referencia para establecer la dimensión adecuada.

Si existe estacionalidad se debe calcular en qué productos se produce y en qué fechas y ver si existen productos complementarios en fechas de manera que el nivel de ocupación, del almacén sea elevado.

Si el análisis de necesidades no es correcto el almacén diseñado puede ser:

- Insuficiente para las necesidades de los productos a almacenar (alto nivel de ocupación), con lo que se encarecerá considerablemente la mano de obra por las manipulaciones internas.
- Excesivo (bajo nivel de ocupación), con lo que se encarecerá el coste de la inversión y los recorridos y la operatividad del almacén será menor.

### 3.5. Problemas detectados

	Necesidades	Capacidades
Estanterías		110
Referencias	115	
Nº palets	4.502	6.090
Estanterías (drive-in)		35 de 84 palets → 2.940 palets 75 de 42 palets → 3.150 palets
Rango necesidades de almacenaje	Grupo A → 227 a 337 palets Grupo D → 1 a 43 palets	

Tabla 2.6. Resumen necesidades-capacidades

- Las referencias A y B necesitan más de una calle y las referencias C y D tienen de sobra con las calles actuales. De hecho suponen un desaprovechamiento de espacio pues la capacidad de las calles excede grandemente el volumen de stock de dichas referencias.
- El hecho de almacenar en estanterías de almacenamiento masivo (drive-in) más de una referencia por calle significa elevar innecesariamente el número de manipulaciones de los carretilleros (para sacar un palet de una referencia hay que sacar los que están delante de él y dejarlos en el pasillo o en otras estanterías) por lo que el personal debe hacer un número mayor de manipulaciones.
- En el sector de alimentación, productos de carácter perecedero, el FIFO debe respetarse, porque de lo contrario los costes de obsolescencia y caducidad de los productos se elevarían. El almacén actual dificulta que las normas del FIFO se puedan cumplir correctamente.
- El contraste global entre necesidades y capacidades (4.502 *versus* 6.090 palets) arroja un índice de ocupación de 74 %. Para un almacén de estanterías

compactas como el de este caso puede subirse hasta el 85-87 %. Piense que un almacén no puede estar ocupado al 100%, pues no habría forma de maniobrar. Es necesario dejar un margen de holgura que permita: a) cubrir las fluctuaciones normales del stock, b) facilitar las manipulaciones (estiba y destiba), fundamentalmente cara al picking, y c) un crecimiento de la empresa referido a un horizonte de 2 a 5 años (aunque en este punto cabe pensar que siempre surgen nuevos medios técnicos: carretillas especiales, estanterías glide-rail y DIS, etc., que facilitan el trabajo y permiten optimizar los índices de ocupación).

*Este almacén fue diseñado para:*

- almacenamiento masivo de pocas referencias,
- mucha cantidad de cada una de ellas.

*Con el paso del tiempo* la compañía ha cambiado en dos aspectos vitales para el almacén:

- los niveles de stock por referencia han bajado debido a la mejora de productividad de las plantas de envasado,
- la compañía ha aumentado el número de referencias,
- las normas de caducidad en el sector de alimentación son más rigurosas,
- la mejora de los sistemas de transporte y de información (informática) exigen y posibilitan entregas más pequeñas, más frecuentes y en plazo más rápido.

*Esto lleva a la conclusión de que este almacén debe adaptarse* a los nuevos requisitos de la demanda para mantener la operatividad a costes competitivos.

Como *principales problemas* detectados en el análisis cabe nombrar:

- más referencias que calles,
- agravado por el hecho de que algunas referencias necesitan más de una calle,
- en alimentación es necesario respetar el FIFO y en estanterías compactas este hecho exige tener dos calles por referencia (en una calle se dan las entradas y de otra se efectúan las salidas), lo cual agrava el problema de carencia de calles,
- las calles tienen un tamaño (84 y 42 palets) totalmente descompensado con las necesidades de almacenamiento de las referencias de los grupos C y D. Ello obliga a colocar varias referencias por estantería, lo cual acarrea multitud de manipulaciones inútiles,
- por otra parte, la capacidad de almacenamiento, comparada con las necesidades —en términos globales de número de palets: 6.090 contra 4.502—, no es mala. El nivel de ocupación es mejorable.



### 3.6. Conclusiones

- Hay que aumentar el número de calles.
- Hay que diversificar el tamaño de las calles adecuándolo a las necesidades de almacenamiento de las referencias.
- Todo ello con la mínima pérdida de capacidad.

## 4. PRIMER PLANTEAMIENTO: ALTERNATIVA 1

### 4.1. En qué consiste

La alternativa 1 considera actuar sobre las zonas 2.1. y 2.2. (ver Figuras 2.2 y 2.3) para aumentar el número de referencias en stock, sin disminuir la capacidad de almacenamiento.

La solución consiste en almacenar en cada calle (o nicho) de 12 (profundidad)  $\times$  7 (altura), no una sola referencia sino 2, es decir,  $10 \times 7 = 70$  palets por un lado y  $2 \times 7 = 14$  palets por otro (ver Figura 2.7).

Se trata, en definitiva, de una medida de tipo exclusivamente organizativo: contemplar dichas estanterías compactas no como *drive-in* (entrada y salida por el mis-

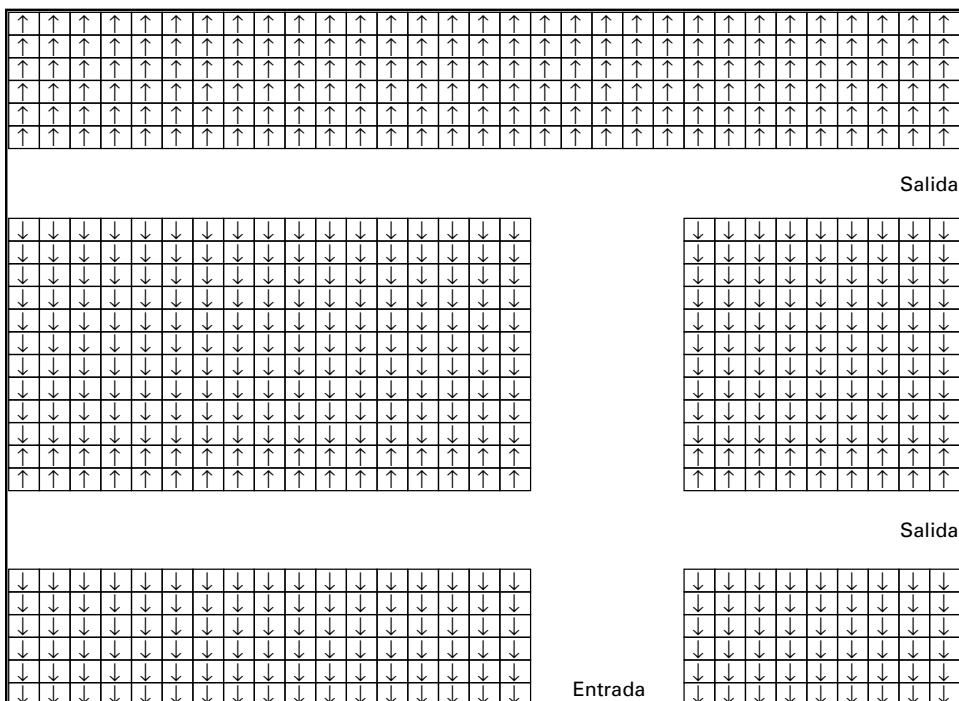


Figura 2.7. Plano almacén (alternativa 1)

mo sitio) sino drive-through (entrada y salida por dos sitios diferentes). Así, la misma calle de 12 de profundidad se divide en dos calles de profundidad respectiva de 10 y 2 palets.

Esta alternativa:

- no reduce la capacidad de almacenamiento de palets,
- aumenta el número de calles,
- empieza a adecuar el tamaño de las calles al nivel de stockaje de las referencias (grupos C y D).

Estanterías	Capacidad/calle	Nº calles	Capacidad total
Zona 1	42	40	1.680
Zona 2	70	35	2.450
» »	14	35	490
Zona 3	42	35	1.470
<b>TOTAL</b>		<b>145</b>	<b>6.090</b>

Tabla 2.7. Cuadro resumen Alternativa 1

Observe el nuevo esquema del almacén en la Figura 2.7.

## 4.2. Conclusiones alternativa 1

La alternativa 1 supone cambiar parcialmente la distribución actual.

El número de calles aumenta a 145. De esta forma, y sin haber perdido capacidad de almacenamiento, disminuye el número de calles que tienen más de una referencia en la misma calle. Por ello aumenta el orden y disminuye el número de manipulaciones.

Sin embargo, subsisten todavía los dos problemas iniciales, aunque de forma más atenuada:

- Sigue habiendo cierta desproporción entre el tamaño de determinadas calles (tamaño mínimo de calle, 14 palets) y el stock de determinadas referencias del grupo D (1, 2, 6 palets).
- Las referencias del grupo A y algunas del grupo B necesitan más de una calle.

Para respetar el FIFO y no tener excesivas manipulaciones, en un almacén de estanterías compactas es necesario asignar dos calles por referencia (en la medida de lo posible).

La alternativa 1 es una solución intermedia que no requiere inversión alguna, pero sí un cambio en la distribución/organización del almacén.

## 5. SEGUNDO PLANTEAMIENTO: ALTERNATIVA 2

### 5.1. En qué consiste

- La siguiente propuesta continúa en la línea de: 1) aumentar el número de calles, 2) diversificar el tamaño de las mismas, 3) aunque suponga sacrificar algo de capacidad de almacenamiento.
- La alternativa 2 considera actuar sobre la zona 2.2 (zona central de la parte derecha en las Figuras 2.2 y 2.7), estableciendo un pasillo intermedio en el bloque de estanterías, lo que dividiría la zona en dos bloques de menos profundidad, pero con mayor número de calles.
- Además se añade una calle adicional en el extremo de ambas zonas (2.1. y 2.2.), orientada al pasillo central. Estas dos calles adicionales son estanterías convencionales. Observe los planos de las páginas siguientes (Figuras 2.8 y 2.9).
- El pasillo central queda reducido en la zona media, pero es todavía suficientemente amplio. Piense que al incorporar dos calles convencionales de palets, la anchura queda reducida desde los 7 m (palets de 1,40 m; 1,20 el europalet, más 20 cms de holgura) a una anchura de 4,20 m (la anchura de 3 europalets con su holgura). La anchura de las carretillas en ningún caso supera los 1,30 m, ya que deben poder introducirse en las calles de las estanterías com-

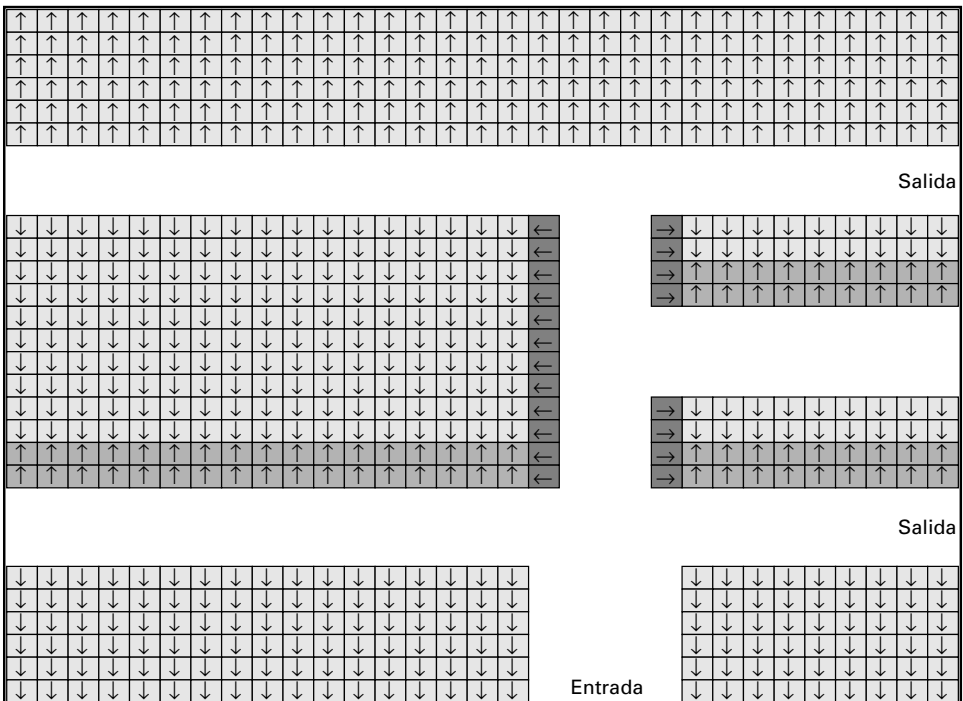


Figura 2.8. Alternativa 2: nuevo lay-out

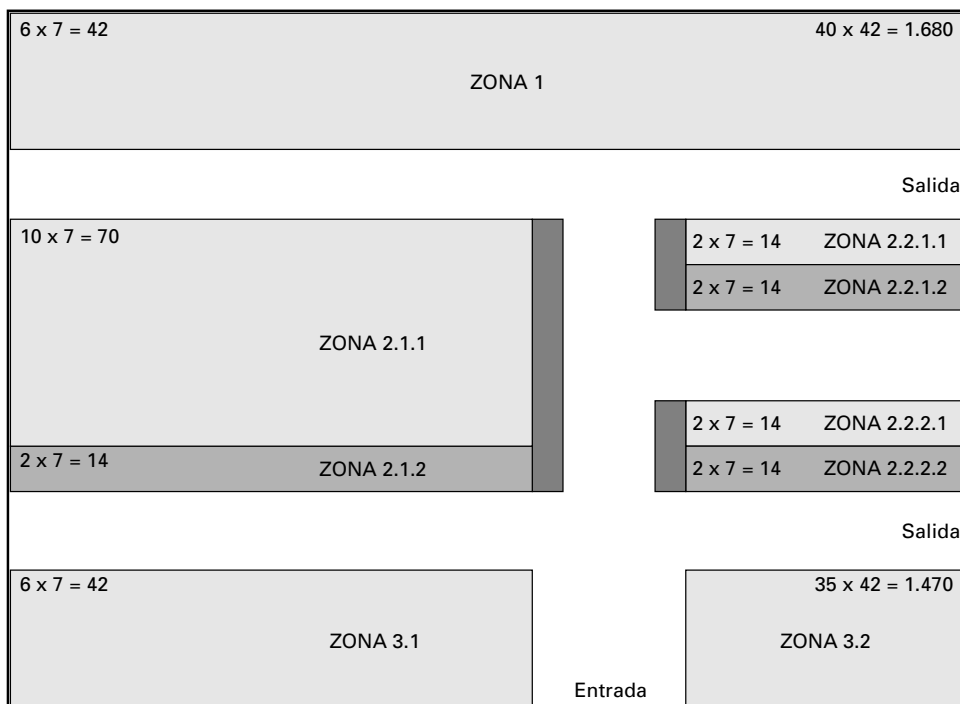


Figura 2.9. **Alternativa 2: zonificación del almacén**

pactas. Por ello, aunque se crucen dos carretillas en esa zona de pasillo aún tienen amplitud suficiente.

- Con esas estanterías adicionales  $(12 + 4 + 4) \times 7$  (palets de altura) = 140 palets en estantería convencional, se logra un doble objetivo:
  - Zona de almacenamiento para aquellas referencias que necesitan pocos palets (1.2).
  - Zona para depositar provisionalmente palets que hubiera que partir para el envío a delegación, o para recepción de devoluciones, etc. Siempre hay pequeñas contingencias en un almacén y viene bien tener esa zona de acomodamiento provisional de palets.

## NOTAS

Utilizando calles de 70 palets en lugar de calles de 84 palets, y no guardando 2 referencias por calle, es más fácil aumentar el nivel de ocupación.

De hecho hay mejor nivel de ocupación si la calle tiene capacidad para 70 palets que si tuviera para 84. Por ejemplo, suponiendo que se dispone de 25 plets de una referencia para colocar en una calle:

- Si capacidad calle 84 → índice de ocupación  $25/84 = 30\%$
- Si capacidad calle 70 → índice de ocupación  $25/70 = 36\%$

Llegados a este punto surgen diversas cuestiones:

- ¿Por qué se ha reorganizado la calle de 12 de profundidad en dos partes de 10 y 2?
- ¿Por qué no se ha dividido en dos partes de 9 y 3; o de 11 y 1? Puesto que la logística no es una ciencia exacta y muchas veces hay que proceder mediante aproximaciones sucesivas hay que efectuar las siguientes consideraciones:
  - Esta acción sobre la zona 2.2. hubiera podido tomarse sobre la zona 2.1. De hecho, en las pruebas que se hicieron, también se contrastó esta hipótesis, pero se desechó porque pareció excesiva la reducción de capacidad de almacenamiento.
  - El uso de una herramienta informática como es el Excel ha permitido generar diversas hipótesis, eligiendo por eliminación la más idónea.

## 5.2. Cálculos numéricos

### *Estantería compacta*

Ubicación	Medidas × hueco	Nº calles	Nº palets/calle	Nº palets/total
Zona 1	1.400 × 900	40	6 × 7 = 42	1.680
Zona 2.1.1	1.400 × 900	20	10 × 7 = 70	1.400
Zona 2.1.2	1.400 × 900	20	2 × 7 = 14	280
Zona 2.2.1.1	1.400 × 900	15	2 × 7 = 14	210
Zona 2.2.1.2	1.400 × 900	15	2 × 7 = 14	210
Zona 2.2.2.1	1.400 × 900	15	2 × 7 = 14	210
Zona 2.2.2.2	1.400 × 900	15	2 × 7 = 14	210
Zona 3.1	1.400 × 900	20	6 × 7 = 14	840
Zona 3.2	1.400 × 900	15	6 × 7 = 14	630
<b>Total compactas</b>		<b>175</b>		<b>5.670</b>

Tabla 2.8. Alternativa 2: estanterías compactas

### *Estantería convencional*

Ubicación	Medidas × hueco	Nº calles	Nº palets/calle	Nº palets/total
Zonas 2.1	1.400 × 900	12 × 7 = 84	1	84
Zonas 2.2	1.400 × 900	(4 + 4) × 7 = 56	1	56
<b>Tot. convencional</b>		<b>140</b>		<b>140</b>
<b>Total general</b>	<b>175 calles y 140 huecos simples</b>			<b>5.810</b>

Tabla 2.9. Alternativa 2: estanterías convencionales

*Número de calles/capacidad*

Capacidad/calle (en palets)	70	42	14	1
Nº calles	20	75	80	140

Tabla 2.10. Alternativa 2: resumen capacidades

Con este planeamiento *se logran los siguientes objetivos:*

- Se reduce la capacidad de almacenamiento pero el índice ocupación sigue siendo aceptable (no sobrepasa el límite razonable de manejo). Calculándolo ( $\% \rightarrow 4.502/5.810 = 77,5\%$ ).
- El número de calles ha aumentado sensiblemente: 175.
- Se ha diversificado su tamaño: 70-42-14, con lo cual se adaptan mejor a las necesidades de stockaje de las referencias.
- Además se han creado 140 nichos para colocación individual de palets (estanterías convencionales).

*Observaciones*

No hay que olvidar que una de las restricciones consiste —en este caso— en invertir lo mínimo. La reorganización del almacén debe hacerse con medidas de tipo organizativo.

De lo contrario, y recordando el tipo de estanterías vistas en la teoría, es el típico caso en que se debe recomendar el sistema DIS y/o el glide-rail, con vistas a poder situar en cada calle no una única referencia (por ejemplo, una sola referencia en las calles de 42) sino 7 referencias —tantas como niveles o alturas tenga la calle—. Sería un sistema más caro, pero no sería necesario aplicarlo en todo el almacén sino únicamente en parte.

**5.3. Asignación de referencias a estanterías**

Este punto es importante y su comprensión suele presentar cierta dificultad.

Para saber cómo queda organizado el almacén es necesario *asignar las referencias a estanterías*; es decir, los productos en qué estanterías van a ir colocados.

Así se puede determinar si es necesario seguir en esta línea de reestructuración o se ha llegado a un nivel suficientemente aceptable.

- El método a seguir en esta asignación de referencias a estanterías consiste *en enfrentar las referencias de mayor necesidad de almacenamiento contra las calles de mayor capacidad*. Al terminar la adjudicación de referencias a estanterías lo ideal sería:

- que ninguna calle tenga más de una referencia,
  - que las referencias ubicadas en estanterías compactas dispongan de al menos 2 calles para poder respetar el FIFO con comodidad,
  - que queden algunos huecos y/o calles libres para maniobras, futuro crecimiento, etc.
- Esta asignación de referencias a estanterías se presenta en la siguiente relación, según el esquema indicado anteriormente:

Familia	Denominación	Palets	Porcentaje acumulado	Capacidad estantería	N.º calles	Call/acum.
55	garbanzos extra	337	7,49	70	5	5
55	garbanzos súper	273	13,55		4	9
55	garbanzos clase 1	258	19,28		4	13
55	garbanzos clase 2	227	24,32		4	17
55	garbanzos clase 3	162	27,92		3	20
	<b>5</b>			<b>Contar 70</b>		
		<b>1.257</b>		<b>Total 70</b>		
40	alcach. hta. nav. menes.	131	30,83	42	4	4
75	guisante superfino	124	33,59		3	7
75	guisante industrial	124	36,34		3	10
75	guisante industrial	116	38,2		3	13
70	alubias extra	116	41,49		3	16
75	guisante fino	111	43,96		3	19
41	jud. v. redond. tr. 26 mm	102	46,22		3	22
70	alubias súper	90	48,22		3	25
70	alubias clase 1	77	49,93		2	27
70	alubias clase 2	76	51,62		2	29
41	jud. v. plana tr. 30 mm	75	53,29		2	31
48	ensaladilla oriental	72	54,89		2	33
70	alubias clase 3	66	56,35		2	35
49	espárrago triguero	63	57,75		2	37
88	lentejas extra	62	59,13		2	39
75	guisante	59	60,44		2	41
41	menestra especial	57	61,71		2	43
88	lentejas súper	56	62,95		2	45
41	habas cosechad. <14,5 mm	52	64,10		2	47

N.º calles = (palets/capacidad estantería), redondeado a la unidad superior.

Tabla 2.11. Asignación de referencias/productos a estanterías (Continúa)

#### NOTA

Los cálculos se efectúan sobre la hoja Excel de stock, clasificando de mayor a menor según necesidades de almacenamiento.

Familia	Denominación	Palets	Porcentaje acumulado	Capacidad estantería	N.º calles	Call/acum.
88	lentejas clase 1	52	65,26		2	49
75	guisante común	50	66,37		2	51
88	lentejas clase 2	50	67,48		2	53
41	jud. ved. redond. tr. 10 mm	47	68,53	/	2	55
88	lentejas clase 3	46	69,55		2	57
41	jud. v. redond. tr. irreg.	45	70,55		2	59
40	alcach. hat. nav. enter.	45	71,55		2	61
49	pimiento d. entre 10/10	45	72,55		2	63
43	coliflor 20/40	44	73,52		2	65
48	menestra sin alcachofa	43	74,48		2	67
70	alubias de Ávila	43	75,43		2	69
25	arroz extra	40	76,32		1	70
43	coliflor 5/20	39	77,19		1	71
43	coliflor 20/40	39	78,05		1	72
25	arroz súper	39	78,92		1	73
48	menestra con alcachofa	38	79,76		1	74
44	maíz dulce gr. fancy	38	80,61		1	75
	<b>36</b>	<b>36</b>		<b>Contar 42</b>		
		<b>2.372</b>		<b>Total 42</b>		
43	coliflor 10/20	35	81,39	14	3	3
43	coles br. 25/35 mm	35	82,16		3	6
40	alcach. murc. troc.	34	82,92		3	9
75	guisante común	3	83,63		3	12
48	ensaladilla común	32	84,34		3	15
48	menestra hta. navarra	31	85,03		3	18
41	judía v. plana y patata	31	85,72		3	21
75	guisante fino	26	86,29		2	23
25	arroz clase 1	26	86,87		2	25
25	arroz clase 2	25	87,43		2	27
41	judía v. plana tr. 30 mm	23	87,94		2	29
25	arroz clase 3	22	88,43		2	31
70	pochas	22	88,92		2	33
48	menestra común	21	89,38		2	35
43	col blanca 1/12	21	89,85		2	37
44	maíz extra	21	90,32		2	39
41	judía v. tr. sobreescal.	20	90,76		2	41
48	ensaladilla maíz y pollo	20	91,20		2	43
44	maíz súper	20	91,65		2	45
49	espárrago tallo 40 mm	20	92,09		2	47
48	ensaladilla de pasta	19	92,51	/	2	49
43	coliflor 30650	16	92,87		2	51
44	maíz clase 1	16	93,23		2	53
48	ensaladilla coliflor	15	93,56		2	55

Tabla 2.11. Asignación de referencias/productos a estanterías. (Continuación)



Familia	Denominación	Palets	Porcentaje acumulado	Capacidad estantería	N.º calles	Call/acum.
20	harina extra	15	93,89		2	57
48	ensaladilla jamón-gamba	13	94,18		1	58
25	arroz	13	94,47		1	59
25	arroz 5 delicias	12	94,74		1	60
41	habas trilladas <14,5 mm	11	94,98		1	61
41	habas trill. 14,5/16,5 mm	11	95,22		1	62
70	alubia blanca	11	95,47		1	63
40	puerro con patata	11	95,71		1	64
41	judía plana trozoz peque 1	10	95,94		1	65
48	menestra g	10	96,16		1	66
49	verdura sopla clásica	10	96,38		1	67
20	harina súper	10	96,60		1	68
41	habas cosechadas 14,5/16,5	9	96,80		1	69
43	coliflor 50/60	9	97,00		1	70
48	ensaladilla conserv.	9	97,20		1	71
49	patata dados 9/9	9	97,40		1	72
49	setas	9	97,60		1	73
20	harina clase 1	9	97,80		1	74
49	acelga troceada 40 mm	9	98,00		1	75
40	espinaca hoja miniporción	8	98,18		1	76
20	harina clase 2	8	98,36		1	77
20	harina clase 3	7	98,51		1	78
41	habas trilladas 16,5/19	6	98,65		1	79
10	azúcar extra	6	98,78		1	80
	<b>48</b>	<b>818</b>		<b>Contar 14</b>		
				<b>Total 14</b>		
75	guisante superfino	5	98,89	1	5	5
75	guisante sup. 7,6-8,2	5	99,00		5	15
49	espárrago yema 40 mm	5	99,11		5	15
10	azúcar súper	5	99,22		5	20
49	broccoli i.q.f. 5/7	4	99,31		4	24
10	azúcar clase 1	4	99,40		4	28
10	azúcar clase 2	4	99,49	/	4	32
41	habas trilladas 14,5/16,5	3	99,56		3	35
43	coliflor 30/50	3	99,62		3	38
10	azúcar clase 3	3	99,69		3	41
49	cebolla dados 10/10	3	99,76		3	44
75	guisante fino	2	99,80		2	46
41	judía v. plana tr. 30 mm	2	99,84		2	48
49	broccoli i.q.f. 30/60 clasif.	2	99,89		2	50
49	aceituna negra	2	99,93		2	52
49	champiñón laminado	2	99,98		2	54
49	cardo troc. 80 mm	2	100,02		2	56

Tabla 2.11. Asignación de referencias/productos a estanterías. (Continuación)

Familia	Denominación	Palets	Porcentaje acumulado	Capacidad estantería	N.º calles	Call/acum.
48	habas trilladas 14,5/16,6	1	100,04		1	57
40	espinaca minopor. picada	1	100,07		1	58
48	menestra compas	1	100,09		1	59
43	coliflor 30/50	1	100,11		1	60
43	coliflor 40/60	1	100,13		1	61
49	zanahorias dados 10/10	1	100,16		1	62
49	zanahorias baby	1	100,18		1	63
49	broccoli i.q.f. 5/7	1	100,20		1	64
49	maíz dulce g. standar	1	100,22		1	65
	<b>26</b>	<b>65</b>		<b>Contar 1</b>		
	<b>115</b>			<b>Total 1</b>		
		<b>4.502</b>		<b>Cuenta general</b>		
				<b>Total general</b>		

Tabla 2.11. Asignación de referencias/productos a estanterías. (Continuación)

#### 5.4. Conclusiones alternativa 2

- No hay 2 referencias en ninguna calle. Es decir, todas las calles tienen una única referencia.
- Quedan huecos libres: en las estanterías convencionales se han ocupado 65 nichos, por lo tanto quedan libres 75.
- El índice de ocupación de los tipos de estantería en particular y del global en general entra dentro de los márgenes de tolerancia:

Zona estantería	Capacidad calle (en palets)	Nº calles o nichos	Capacidad total (en palets)	Palets almacenados	%ocupación
<b>Compactas</b>					
Zonas 2.1.1	70	20	1.400	1.257	89
Zonas 1 y 3	42	75	3.150	2.372	75
Zona 2.2 y 2.1.2	14	80	1.120	818	73
<b>Convencional</b>		140 (nichos)	140	65	46
<b>TOTAL</b>			<b>5.810</b>	<b>4.512</b>	<b>77</b>

Tabla 2.12. Resumen asignación de referencias a estanterías

- La organización del almacén ha mejorado ostensiblemente y la pérdida de capacidad ha sido asumible.
- La única objeción que se puede poner es que existen algunas referencias ubicadas en calles de 42 palets y en calles de 14 palets que sólo tienen asignada una calle (no dos o más), con lo cual respetar el FIFO en dichas referencias es más complejo.
- Sin embargo, hay que distinguir entre ambas:
  - En las calles de 14 palets se puede emplear una carretilla retráctil con horquillas extensibles, con lo cual es posible acceder al 2º nivel de profundidad sin haber retirado todos los palets del primer nivel (se recuerda que las calles de 14 palets se configuran a 2 palets de profundidad y 7 de altura). Las horquillas extensibles permiten acceder únicamente a un 2º nivel (no a un 3º, pues el peso del palet volcaría la carretilla hacia adelante, según la ley física: potencia por su brazo = resistencia por el suyo).

*Nota:*

Puede experimentar dividiendo la zona 2.1 en estanterías drive-through con profundidades de 9 y 3 palets en lugar de 10 y 2, como se efectúa en el caso. Compare el resultado. Utilice como criterios de comparación: 1) que no haya ninguna calle con más de una referencia; 2) que las referencias almacenadas en estanterías drive-in tengan al menos 2 calles.

## 6. CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

En un almacén de palets, qué dato es significativo para medir las necesidades de almacenamiento:

1. El peso de los productos.
2. El número de palets en stock.
3. La longitud de los pasillos.
4. La densidad de los productos.

### Cuestionario 2

Según el tipo de organización del almacén, hueco fijo o hueco variable, qué nivel de stock considera adecuado para efectuar los cálculos de necesidades de almacenamiento:

Organización →	Hueco fijo	Hueco variable
<i>Nivel de stock:</i> Stock mínimo Stock medio Stock máximo		

### Cuestionario 3

El número de referencias en el almacén es de 115. Es el almacén de productos de alimentación del caso que se está estudiando. Si el almacén sólo dispusiera de estanterías compactas de 6 palets de fondo por 7 de altura (42 palets), y sabiendo que unas referencias necesitan 200 palets de stockaje y otras 1, 10 o 20, ¿cuántas calles se necesitarían?

1. Tantas como referencias, es decir 115.
2. Menos de 115, ya que se pueden colocar varias referencias en una misma calle.
3. Más de 115 calles.

### Cuestionario 4

Un almacén tiene únicamente estanterías compactas de 42 palets (6 de fondo por 7 de altura). Sabiendo que es necesario respetar el FIFO, ¿cuántas calles necesita cada una de las siguientes referencias?

N.º palets/referencia	N.º de calles necesarias			
	1	2	3	4
94				
70				
30				

### Cuestionario 5

En el plano del almacén indicado anteriormente (Figura 2.2) calcule la anchura de los pasillos sabiendo que: en las estanterías compactas la ocupación en profundidad de 1 europalet es 0,90 m y en anchura es de 1,40 m (en ambos casos holgura incluida). Haga los cálculos aunque ya se presentan en la figura.

Pasillo	Anchura pasillo (metros)					
	3,80	4,00	4,20	5,00	6,00	7,00
Entre zona 1 y zona 2						
Entre zona 2 y zona 3						
Transversal entre zona 2.1 y zona 2.2.1						

### Cuestionario 6

Si en un caso hipotético se necesita colocar referencias con 6 palets de stock medio y no hay problemas de tipo financiero, ¿qué tipo de estantería sería más recomendable?

1. Compacta de 6 palets de fondo y 7 de altura.
2. Convencionales de 6 palets de altura.
3. DIS de 6 de fondo y 5 de altura.

### Cuestionario 7

Para unas mismas necesidades de almacenamiento se estudian dos tipos de organización: almacén a 7 alturas (cada nicho tiene una altura de 1,50 m) o almacén a 4 alturas.

Marque con una F (a favor) o con una C (en contra) según la situación planteada sea más favorable en un caso o en otro.

Por ejemplo, la longitud de los pasillos es favorable a la situación de 7 alturas, porque son más cortos, y ello implica menor recorrido.

Elemento de manipulación	4 niveles	7 niveles
Longitud de pasillos Tipo de carretilla: contrapesada, o retráctil Superficie edificada Anchura de pasillos Velocidad de desplazamiento Carga de camión	C	F

### Cuestionario 8

Al pasar de una estantería compacta de 6 palets de fondo y 7 de altura ( $6 \times 7 = 42$ ) a otra estantería de 6 palets de fondo y 4 de altura ( $6 \times 4 = 24$ ), ¿qué pasa con el índice de ocupación de las estanterías? (no del almacén).

1. No varía porque las referencias siguen necesitando los mismos palets de almacenamiento.
2. Mejora porque los picos (referencias que exceden la capacidad de la estantería) dejan menos huecos vacíos.

### Cuestionario 9

Supongamos que en un almacén los elementos de manipulación son carretillas contrapesadas y retráctiles. Hay dos formas de cargar los trailers:

1. La carretilla en un solo movimiento extrae el palet de la estantería y lo carga en el camión (tiempo total estimado para la carga del trailer: 45 minutos).
2. La carretilla extrae de la estantería el palet y lo deposita en el muelle de carga (zona de precarga), posteriormente en el tiempo, él mismo u otro carretillero procede a cargar el camión (tiempo total estimado para la carga: 60 minutos).

Indique por cuál —o cuáles— de estas razones se utiliza el método de precarga:

1. Se aprovechan los tiempos muertos sin tener que empezar a cargar cuando venga el trailer.
2. No se hace esperar a los camiones.
3. Las carretillas retráctiles no pueden entrar en los camiones.

### Cuestionario 10

Un almacén dispone de estanterías de 42, 14 y 1 palet de capacidad (obviamente éstas últimas son estanterías convencionales y las otras dos son drive-in). Para una referencia sólo puede elegir un tipo de estantería. Indique el tipo de estantería adecuado y cuántas son necesarias en los siguientes supuestos para ubicar el stock de las referencias que se citan. Tenga en cuenta que si una referencia necesita 4 calles y pico, se le asignan 5 (redondeo a la unidad superior); el resto de la calle se deja vacía (no hay que almacenar dos referencias diferentes en la misma calle).

Referencia	Stock (palets)	Estantería 42	Estantería 14	Estantería 1	% ocupación
Garbanzos extra	337	337/42 =9			337/(42 × 9) =89
Garbanzos clase 3	152				
Alubias clase 1	77				
Alubias de Ávila	43				
Ensaladilla maíz	20				
Zanahoria Murcia	10				
Guisante superfino	1				

### Cuestionario 11

Si en el almacén presentado en el caso las estanterías hubieran sido de 8 alturas en vez de 7, la capacidad total del almacén habría pasado de 6.090 hasta 6.960 ( $6.090 \times 8:7$ ). ¿Cree Ud. que mejoraría el funcionamiento del almacén? Razone su respuesta.

### Cuestionario 12

Con los siguientes precios de referencia se pide calcular el costo/hueco y el costo/palet teniendo en cuenta que el % de ocupación es del 75% (4.502/6.090).

Concepto	Costo total (euros)	Costo hueco (euros)	Costo palet (euros)
Suelo ( $2.700 \text{ m}^2 \times 60 \text{ €/m}^2$ )	162.000		
Local $2.700 \text{ m}^2 \times 300 \text{ €/m}^2$ )	810.000		
Estanterías (30 €/hueco)	182.700		
Carretillas (2 retráctiles a 48.080 € cada una y 2 contrapesadas a 18.030 € cada una)	132.220		
Informática (equipos y programas)	60.000		
<b>TOTAL</b>			

### Cuestionario 13

En un almacén X el trabajo de las carretillas se ciñe a las siguientes características:

- Altura: puede ser > 6 metros.
- Mas del 50% del tiempo de trabajo en el interior de las estanterías.
- Mucha precisión en la estiba en altura.
- Muchos movimientos de entradas y salidas por palet completo.

Teniendo presente los siguientes condicionantes:

- *Carretilla diesel:*

Produce humos y gases y por tanto no es adecuada para trabajar en interiores con productos de alimentación.

En las carretillas contrapesadas a partir de los 5-6 m de altura se bambolea demasiado la carga.

- *Capacidad de carga:*

Disminuye con la altura y, por ello, se elige la carretilla en la peor hipótesis: para el palet más pesado en la altura máxima.

Sabiendo que en el mercado existen diversas posibilidades de carretillas:

- *Mástil duplex:*

Más rígido.

Más barato.

Requiere puertas de entrada de más de 3 m de altura y sólo alcanza 6 m de altura.

- *Mástil triplex:*

Más caro.

Altura total < 3 m de altura en las puertas.

Alcanza 8-9 m de altura en la estantería.

- *Accesorios:*

Ruedas de guiado lateral y encarrilamiento de estanterías.

Posicionador en altura.

Desplazador lateral de carga.

¿Qué tipo de carretilla propondría? ¿Con qué elementos adicionales?  
Trate de razonar su respuesta.



## Cuestionario 14

Trate de rellenar este cuadro resumen con los datos del caso.  
Le será útil para definir su almacén: capacidades, flujos, necesidades...

---

### ZONA DE ALMACÉN:

- Capacidad del almacén expresada en número de palets.
- Número de calles.
- Altura de las estanterías.
- Número de palets en altura.
- Longitud zona almacén.
- Anchura de los pasillos.

### ZONA DE MUELLE:

- Dimensiones.
- Número de atraques de camiones.
- Número de muelles con plataformas hidráulicas.

### MOVIMIENTOS DE ENTRADAS:

- Número de camiones.
- Número de palets.
- Horarios.

### MOVIMIENTOS DE SALIDAS:

- Número de camiones.
  - Número de palets.
  - Número de pedidos.
  - Número de líneas de pedido.
-

## 7. RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

2. El número de palets en stock.

### Cuestionario 2

Organización →	Hueco fijo	Hueco variable
<i>Nivel de stock:</i> Stock mínimo		
Medio		XXXX
Stock máximo	XXXX	XXXX

### Cuestionario 3

3. Más de 115 calles.

### Cuestionario 4

N.º palets/referencia	N.º de calles necesarias			
	1	2	3	4
94			XXXX	
70		XXXX		
30		XXXX		

### Cuestionario 5

Pasillo	Anchura pasillo (metros)					
	3,80	4,00	4,20	5,00	6,00	7,00
Entre zona 1 y zona 2			XXXX			
Entre zona 2 y zona 3			XXXX			
Transversal entre zona 2.1 y zona 2.2.1						XXXX

### Cuestionario 6

- DIS de 6 de fondo y 5 de altura.

### Cuestionario 7

Elemento de manipulación	4 niveles	7 niveles
Longitud de pasillos	C	F
Tipo de carretilla: contrapesada o retráctil	F	C
Superficie edificada	C	F
Anchura de pasillos	C	F
Velocidad de desplazamiento	F	C
Carga de camión	F	C

### Cuestionario 8

- Mejora porque los picos (referencias que exceden la capacidad de la estantería) dejan menos huecos vacíos.

### Cuestionario 9

Por los tres motivos:

- Se aprovechan los tiempos muertos.
- No se hace esperar a los camiones.
- Las carretillas retráctiles no pueden entrar en los camiones.

### Cuestionario 10

Referencia	Stock (palets)	Estantería 42	Estantería 14	Estantería 1	% ocupación
Garbanzos extra	337	$337/42 = 9$			$337/(42 \times 9) = 89$
Garbanzos clase 3	152	4			90
Alubias clase 1	77	2			92
Alubias de Ávila	43		4		77
Ensaladilla maíz	20		2		71
Zanahoria Murcia	10		1		71
Guisante superfino	3			3	100

## Cuestionario 11

La respuesta es no, porque el problema de este almacén no es la capacidad de almacenamiento.

El problema es otro y doble:

1. Escaso número de calles (110) para las referencias en stock (115).
2. Inadecuación del tamaño de las calles (84 y 42 palets) y las necesidades de almacenamiento de las referencias del grupo D (1, 2, 3... hasta 10 palets por referencia).

## Cuestionario 12

Concepto	Costo total (euros)	Costo hueco (euros)	Costo palet (euros)
Suelo ( $2.700 \text{ m}^2 \times 60 \text{ €/m}^2$ )	162.000	26,60	35,98
Local $2.700 \text{ m}^2 \times 300 \text{ €/m}^2$	810.000	133,00	179,92
Estanterías (30 €/hueco)	182.700	30	40,58
Carretillas (2 retráctiles a 48.080 € cada una y 2 contrapesadas a 18.030 € cada una)	132.220	21,71	29,37
Informática (equipos y programas)	60.000	9,85	13,33
<b>TOTAL</b>	<b>1.346.920</b>	<b>221,16</b>	<b>299,18</b>

## Cuestionario 13

- Carretilla retráctil.
- Mástil triplex.
- 1.300-1.600 kg.
- Posicionamiento en altura.
- Desplazador lateral de cargas.

## Cuestionario 14

### ZONA DE ALMACÉN:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| • Capacidad del almacén expresada en número de palets. | 6.090                            |
| • Número de calles.                                    | 110                              |
| • Altura de las estanterías.                           | $7 \times 1,45 = 10,5 \text{ m}$ |
| • Número de palets en altura.                          | 7 m                              |
| • Longitud/zona almacén.                               | 54 m                             |
| • Anchura de los pasillos.                             | 4,2 y 7 m                        |

## ZONA DE MUELLE:

- Dimensiones.
- Número de atraques de camiones.
- Número de muelles con plataformas hidráulicas.

 $30 \times 34 \text{ m} = 1.020 \text{ m}^2$ 

4

4

## MOVIMIENTOS DE ENTRADAS:

- Número de camiones.
- Número de palets.
- Horarios.

200-250

Lunes a sábado

## MOVIMIENTOS DE SALIDAS:

- Número de camiones.
- Número de palets.
- Número de pedidos.
- Número de líneas de pedido.

5-8 trailers/día

200-250

6-12

20-50

---

## Caso práctico: El almacén de delegación

### 1. ENCUADRE DEL CASO DENTRO DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN

Dentro del proceso continuo que supone la actividad logística, el almacén de delegación ocupa un lugar secundario —aunque importante— en el control de los stocks de la compañía. Está orientado fundamentalmente a dar servicio al cliente.

- *Fábrica:*
  - Programa de fabricación: recursos, tiempos, planning.
  - Almacén de materia prima.
- *Almacén producto terminado:*
  - Stock.
  - Almacén regulador.
  - Picking (preparación de pedidos).
- *Transporte de larga distancia:*
  - Delegación:
    - Stock.
    - Almacén.
    - Preparación de pedidos.
- *Transporte de reparto.*

- El almacén regulador es una evolución del almacén de Fábrica y requiere una solución de gran capacidad de almacenamiento sin descuidar la preparación de pedidos.
- El almacén de una delegación requiere un diseño de estanterías, carretillas y organización en el que prima la calidad y rapidez de servicio al cliente sobre la capacidad de almacenamiento.
- En ambos casos se trata de la misma empresa: idénticos productos y mismo número de referencias aunque diferentes cantidades en uno y otro de acuerdo con su función.

Caso	Almacén	Medidas
1	Regulador: <ul style="list-style-type: none"> <li>• visión estática: stock</li> <li>• visión dinámica: flujos de entrada y salida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estanterías compactas</li> <li>• movimientos por palet</li> </ul>
2	Delegaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• visión estática: stock</li> <li>• visión dinámica: flujo de entradas y salidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estanterías convencionales</li> <li>• movimientos por cajas</li> </ul>

Tabla 3.1. Comparación del caso anterior (Capítulo 2) y actual

- La solución en el primer tipo de almacén se enfoca hacia estanterías drive-in (almacenamiento masivo) y manipulaciones por palets.
- En el segundo caso se enfoca, como veremos, hacia estanterías convencionales y manipulación por cajas.

## 2. LA EMPRESA

### 2.1. Descripción

La empresa Ultramarinos, S.A. se dedica a la distribución de alimentación seca, principalmente legumbres y arroz. Dispone de una fábrica de envasado y un almacén regulador en Cataluña. Asimismo dispone de una delegación en Sevilla para atender las ventas en la zona de Andalucía.

Hace 10 años, al finalizar las campañas de recolección de las legumbres, se envasaba la producción y desde fabricación se enviaban a las delegaciones

grandes partidas de cada producto. Esto suponía disponer en la propia delegación de unos almacenes preparados para el almacenamiento de grandes volúmenes.

Hace 10 años se trabajaba con distribuidores especialistas en alimentación seca que luego entregaban el producto en cada tienda de barrio o de pueblo, por lo que los pedidos a la delegación correspondían a grandes cantidades y generalmente palets completos o medios. Actualmente se trabaja con plantillas de grandes cadenas de alimentación que solicitan el reparto directo a sus asociados (compras masivas y picking y distribución a cargo del almacenista).

El stock se ha reducido ya que las funciones del almacén regulador se han concentrado en la fábrica y los envíos a las delegaciones han aumentado en su frecuencia, comprendiendo varias referencias.

Se ha subcontratado el 50% del transporte con autónomos para tener más agilidad en el reparto pero sigue existiendo un problema en la preparación de pedidos. Los autónomos se quejan de los tiempos de espera en la carga de los vehículos.

El jefe de expediciones desea disponer de un amplio espacio para la preparación de pedidos ya que las grandes superficies exigen cada vez más una gama más amplia de productos en menores cantidades y con menor plazo de servicio.

El jefe de expediciones plantea que la carga de trabajo es muy alta en la temporada de verano y desearía contratar personal temporal durante 3 meses.

## 2.2. Flujos de almacén

- *Entradas:*

- Camión Completo (1-2 trailers diarios). Mercancía paletizada (32 palets × trailer).
- Servicio desde el almacén regulador de Cataluña.
- Cada camión muchas referencias.
- Para respetar el FIFO sin mover palets, es preciso disponer de huecos libres cuando llega un nuevo lote de fabricación (stock máximo).

- *Salidas:*

- Distribución con furgonetas de hasta 6 T. Cada camión con varios repartos.
- Cada cliente lleva muchas referencias.
- Cada vez son mayores los pedidos de cajas sueltas y menores los de palets completos. Actualmente en proporción 70/30.
- El pedido mínimo es una caja.



## Flujos: Entradas a delegación

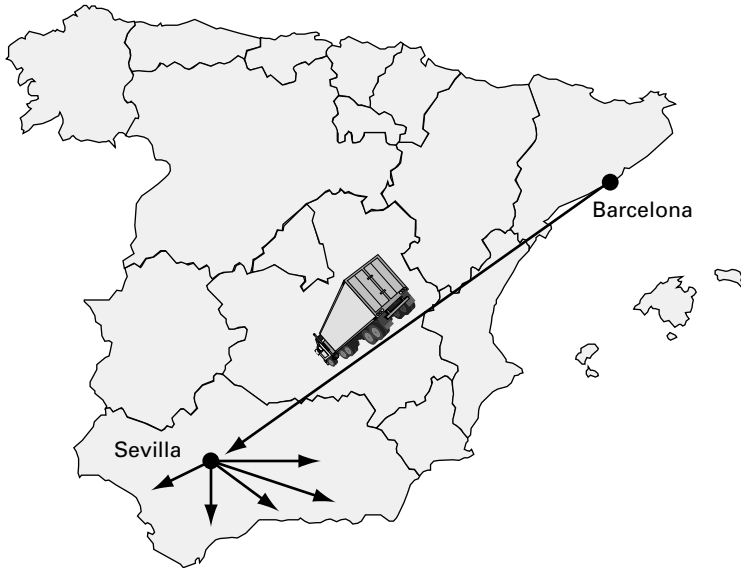


Figura 3.1. Entradas a delegación

## Flujos: Preparación de pedidos de clientes

- Número de Pedidos: — 60/100 pedidos/día.
- Tamaño del Pedido: — 300-500 Kg.
- Número de Referencias: — 10-20 referencias por pedido.
- *Problemática picking:*
  - actualmente es muy lento en las estanterías compactas, ya que requiere doble manipulación: por un lado sacar el palet y extraer el pedido, por otro devolver el palet (con la mercancía no utilizada) a su lugar de origen,
  - se hace por todo el almacén y a diferentes alturas,
  - se producen demoras en fechas de servicio porque se tarda mucho tiempo en preparar los pedidos. Existen quejas de clientes.
- *Consecuencias de una mala gestión en la preparación de pedidos:*
  - económicas:
    - aumentan las necesidades de personal (exceso de manipulaciones y elevados desplazamientos);
  - servicio:
    - la respuesta a los pedidos de clientes es lenta (no se cumplen las 24 horas).

- *Composición de los pedidos:*

	Palet completo	1/2 palet o capas	Cajas sueltas	$\Sigma$
Referencias A	40%	20%	40%	100%
Referencias B	15%	20%	65%	100%
Referencias C	5%	10%	85%	100%

Tabla 3.2. Composición de los pedidos de clientes

- La extracción de palets completos es 5 a 10 veces más productiva que la de cajas sueltas.
- La extracción de cajas para las referencias C ocupa mucho tiempo (más del 70% del personal).
- La extracción de capas completas se sitúa en un tramo intermedio. El múltiplo de capas se ha establecido para no deteriorar la estabilidad de los palets con distintos modelos de cajas. La estiba de esta mercancía no es complicada, porque la compañía tiene normalizados sus embalajes al europalet (6 cajas por base de  $40 \times 40$ ) y las diferencias de embalaje se manifiestan en las alturas de caja (20/30/40/50) según los productos de que se trate (envases de 1/2-4 kg.).

### Flujos: Salidas de delegación

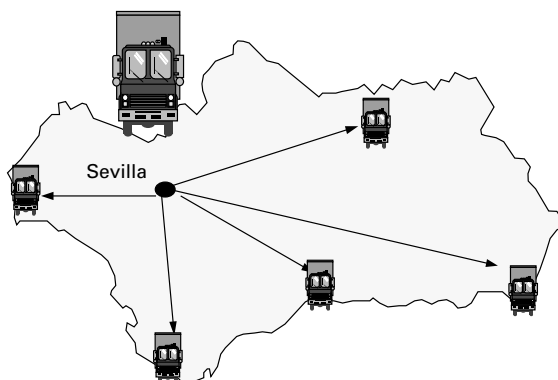


Figura 3.2. Salidas de delegación a destino final

### Flujos: En resumen

- Almacén de productos de alimentación.
- Delegación en Sevilla.
- Mercancía paletizada: europalet. Base:  $800 \text{ mm} \times 1.200 \text{ mm}$ ; altura: 1.450 mm.
- Entradas por camión completo (trailer 32-33 palets).

- Salidas por camiones pequeños de 6 T. para la distribución regional con varios repartos cada vehículo (palets y principalmente cajas sueltas).
- Tendencia creciente por parte de los clientes a efectuar pedidos caracterizados por más líneas de pedido y menos cantidad por línea.

### 2.3. Almacén: planos

Como en el caso del almacén regulador, se presentan varios esquemas para una comprensión gráfica y numérica:

- Plano general del almacén (1) (Figura 3.3).
- Zonificación (2) (Figura 3.4).
- Esquema de estanterías (3).
- Cálculos de capacidad de almacenamiento por zonas de almacén y según tipos de estanterías (4) y (5).

*Plano general del almacén (1):*

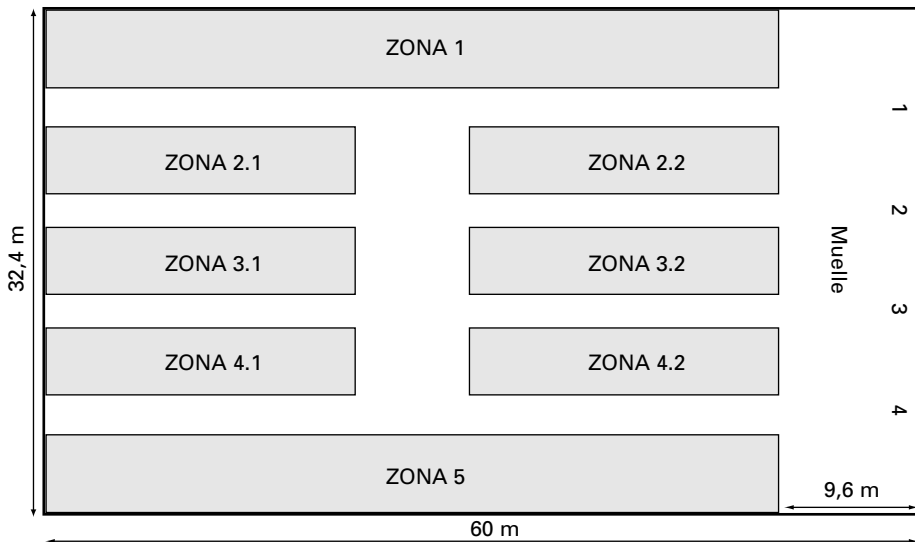


Figura 3.3. Plano general del almacén de delegación

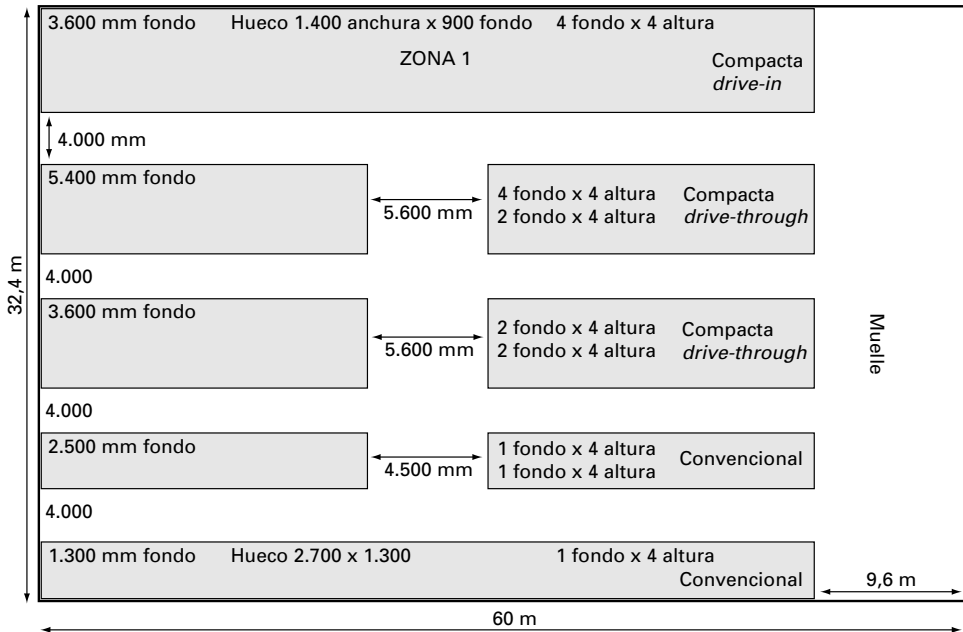
#### NOTA

Analice los planos con detenimiento y trate Ud. mismo de visualizar el problema.

Una vez que los haya analizado y, sabiendo la problemática que tiene planteada la empresa, intente buscar la solución antes de leerla. Esta postura activa tiene numerosas ventajas: es más gratificante y obliga a introducirse a fondo en el caso de estudio. No olvide que éste es un caso real: la fidelización del cliente se obtiene además de por precio por un servicio competitivo.

En la cadena logística, el almacén de delegación tiene una clara orientación de servicio: stocks controlados, rapidez y calidad en la entrega. Para evitar que los costos de manipulación alcancen cifras prohibitivas es fundamental un correcto diseño (combinación de estanterías, medios de manipulación y lay-out) que minimice los costes operativos.

Plano del almacén por zonas, con cálculos de ocupación (2):



(Nota: cantidades en mm.)

Figura 3.4. Zonificación del almacén

- Las zonas 1, 2 y 3 son de estanterías compactas.

En ellas el palet se almacena con el lado de 1.200 mm orientado al pasillo. El hueco —para un palet— se calcula con holgura (1.400 × 900) sobre el tamaño del europalet (1.200 × 800). Caben 36 calles en la zona 1 y 32 en las zonas 2 y 3, como se indica posteriormente en los cálculos.

- Las zonas 4 y 5 son de estanterías convencionales.

En ellas el palet se almacena con el lado de 800 orientado hacia el pasillo. El hueco se calcula con holgura; en este caso el tamaño del hueco es para 3 palets. Por ello, sobre el tamaño estricto (1.200 × 2.400), el tamaño del hueco es de 1.250 × 2.700. Caben 17 nichos en la zona 4 y 18 en la zona 5. En las estanterías convencionales el nicho almacena 3 palets.

- No confundirse con el esquema siguiente, en el que se presenta esquemáticamente la dirección y profundidad de las estanterías. El tamaño de anchura es el que se acaba de indicar. Fijarse en el número de calles.

*Plano del almacén, esquema de estanterías (3):*

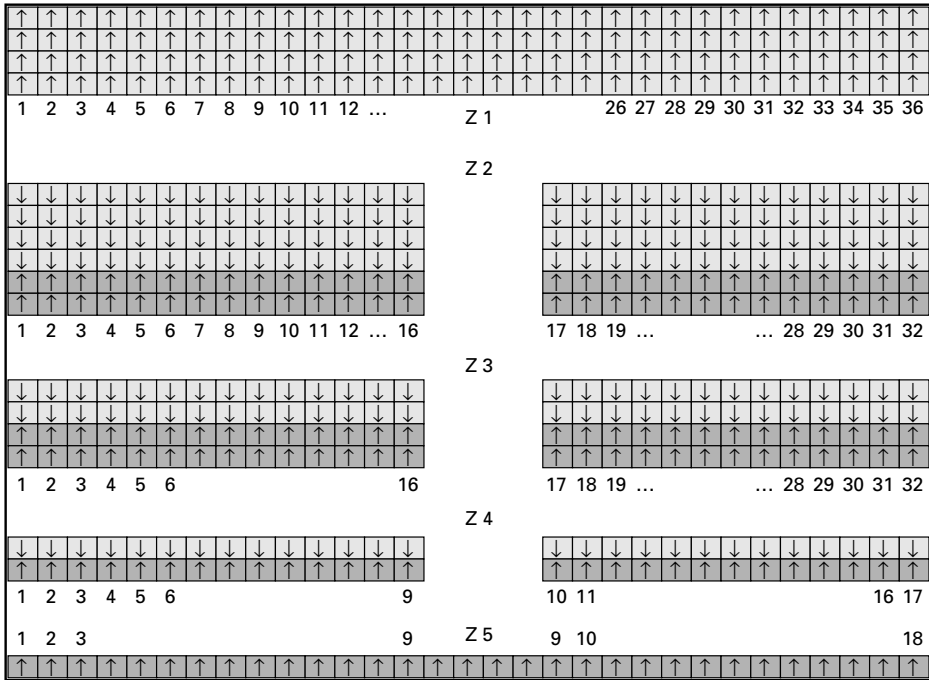


Figura 3.5. Esquema de estanterías

*Plano del almacén, dimensiones (4):*

Destino	Anchura m	Longitud m	Altura m	Superficie m <sup>a</sup>
almacén	32,400 <sup>(2)</sup>	50,500 <sup>(1)</sup>	6,000	1.632
muelle	32,400	9,600 <sup>(3)</sup>	—	311
TOTAL	32,400	60,000	6,000 <sup>(4)</sup>	1.944

Tabla 3.3. Cálculo dimensiones: lineales y superficie

- Superficie: 1.632 m<sup>2</sup>.
- Palets - estanterías: 2.480 (ver cuadro posterior: capacidad).
- Palets - stock: 1.395 (necesidades de almacenamiento).

(1) = 36 calles × 1.400 mm. (largo estantería).  
 (2) = suma de anchuras de pasillo y estanterías de página (Figura 3.4).  
 (3) = 60.000 – 50.400 = 9.600.  
 (4) = 1.500 (altura) × 4.

*Plano del almacén, cálculos numéricos (5):*

Ubicación y Tipo estantería	Medidas hueco	Largo	profundo	Nº palets/calle	Nº estant.	Nº calles	Nº palets total
1 Compacta	1400 × 900	50.400	3.600	16	36	36	576
2.1 y 2.2 Compacta (4)	1400 × 900	44.800	3.600	16	32	32	512
2.1 y 2.2 Compacta (2)	1400 × 900	44.800	1.800	8	32	32	256
3.1 y 3.2 Compacta	1400 × 900	44.800	1.800	8	32	32	256
3.1 y 3.2 Compacta	1400 × 900	44.800	1.800	8	32	32	256
<b>Subtotal compactas</b>					<b>164</b>	<b>164</b>	<b>1.856</b>
4.1 Convencional	(2) 2700 × 1250	45.900	1.250	3 × 4 = 12	17	51	204
4.2 Convencional	2700 × 1250	45.900	1.250	3 × 4 = 12	17	51	204
5 Convencional	2700 × 1300	50.400	1.300	3 × 4 = 12	18	54	216
<b>Subtotal convencional</b>					<b>52</b>	<b>156</b>	<b>624</b>
<b>TOTAL</b>					<b>216</b>	<b>320</b>	<b>2.480</b>

(Nota: medidas en mm.)

Tabla 3.4. Detalle cálculo dimensiones

*Índice ocupación:*  $2.480 \text{ palets} / 1.632 \text{ m}^2 = 1,5 \text{ palets} / \text{m}^2$ .

*En las estanterías convencionales.*

Para pasar de número estanterías a número de calles (mejor nichos), se multiplica  $\times 3$  el número de estanterías, pues, al ser convencional, en este caso la estantería tiene 3 nichos y el ancho de la estantería es de 2.700 (900  $\times$  3; holgura de 100 mm/palet).

El número de estanterías es de 17 (cada una de 3 nichos).

## 2.4. Oportunidad del cambio

- A lo largo de estos últimos años la empresa y el mercado han ido cambiando:
  - ha aumentado el número de referencias que se comercializan (segundas marcas, marcas blancas, nuevas presentaciones),
  - han mejorado el transporte y los sistemas de comunicaciones (informática),
  - el mercado se ha vuelto más dinámico y exige respuestas en 24 horas,
  - se han comercializado nuevos productos para evitar la estacionalidad,
  - a través del análisis de datos, el objetivo del presente caso consiste en determinar una estructura de almacén que se acomode mejor a las actuales necesidades de la empresa.

## 2.5. Objetivos

- Elaborar un diseño de almacén que logre:
  - Mejorar la productividad del personal de picking (minimizar las manipulaciones).

- Mejorar la respuesta en las campañas estacionales de gran incremento de demanda.

Se estima que es posible obtenerlos (mejor servicio a menores costes) rediseñando los procesos actuales de almacenaje y picking sin necesidad de inversión.

### 3. SITUACIÓN DE PARTIDA

#### 3.1. El stock

- La empresa suministra la situación del stock para cada uno de sus artículos.
- La cantidad suministrada es el stock medio en palets. Este stock medio está tomado del promedio de las cantidades, referencia a referencia, de los 12 meses del año.
- Esta información aparece reflejada en un libro Excel, cuyo contenido se adjunta a continuación. El hecho de solicitar la información de esta manera, permite operar con ella de forma libre, puesto que Excel es una herramienta informática conocida.

#### Relación stock (media últimos 12 meses) en palets

Familia	Denominación	Media
49	aceituna negra	6
49	acelta troceada 40 mm	7
40	alcach. hta. nav. enter.	13
40	alcach. hta. nav. menes.	31
40	alcach. murc. troc.	11
70	alubia blanca	8
70	alubias clase 1	20
70	alubias clase 2	19
70	alubias clase 3	19
70	alubias de Ávila	13
70	alubias extra	25
70	alubias súper	21
25	arroz	8

Tabla 3.5. Stock medio (palets). (Continúa)

#### NOTA

Sucede en este almacén de delegación lo mismo que en el caso del almacén regulador. Con mucha frecuencia, para obtener una mejoría significativa de productividad, no son necesarias inversiones cuantiosas (aunque no siempre sucede así); es suficiente un rediseño de almacén y de procesos acomodándolos a las circunstancias cambiantes del mercado.

Familia	Denominación	Media
25	arroz 5 delicias	8
25	arroz clase 1	10
25	arroz clase 2	10
25	arroz clase 3	9
25	arroz extra	12
25	arroz súper	11
10	azúcar clase 1	7
10	azúcar clase 2	6
10	azúcar clase 3	6
10	azúcar extra	7
10	azúcar súper	6
43	broccoli i.q.f. 5/7	7
43	broccoli i.q.f. 5/7	5
43	broccoli i.q.f. 30/60 clasif	6
49	cardo troc. 80 mm	6
49	cebolla dados 10/10	6
43	col blanca 1/12	9
43	coles br. 25/35 mm	11
43	coliflor 10/20	11
43	coliflor 20/40	13
43	coliflor 20/40	11
43	coliflor 30/50	9
43	coliflor 30/50	7
43	coliflor 30/50	5
43	coliflor 40/60	6
43	coliflor 5/20	11
43	coliflor 50/60	8
49	champiñón laminado	6
48	ensaladilla coliflor	9
48	ensaladilla común	11
48	ensaladilla conser.	8
48	ensaladilla de pasta	9
48	ensaladilla jamón-gamba	9
48	ensaladilla maíz y pollo	9
48	ensaladilla oriental	18
49	espárrago tallo 40 mm	9
49	espárrago triguero	18
49	espárrago yema 40 mm	7
40	espinaca hoja miniporción	7
40	espinaca minopor. picada	6
55	garbanzos clase 2	37
55	garbanzos clase 3	34

Tabla 3.5. Stock medio (palets). (Continuación)



Familia	Denominación	Media
55	garbanzos clase 1	41
55	garbanzos extra	43
55	garbanzos súper	41
75	guisante	17
75	guisante común	14
75	guisante común	10
75	guisante fino	24
75	guisante fino	10
75	guisante fino	6
75	guisante industrial	31
75	guisante industrial	26
75	guisante sup. 7,6-8,2	7
75	guisante superfino	31
75	guisante superfino	6
41	habas cosechadas <14,5 mm	15
41	habas cosechadas 14,5/16,5	8
41	habas trill. 14,5/16,5 mm	9
41	habas trilladas <14,5 mm	9
41	habas trilladas 14,5/16,5	6
41	habas trilladas 14,5/16,5	6
41	habas trilladas 16,5/19	7
20	harina clase 1	8
20	harina clase 2	7
20	harina clase 3	7
20	harina extra	9
20	harina súper	7
41	jud. v. plana tr. 30 mm	18
41	jud. v. plana tr. 30 mm	10
41	jud. v. plana tr. 30 mm	7
41	jud. v. redon. tr. 10 mm	14
41	jud. v. redon. tr. irreg.	14
41	jud. v. redond. tr. 26 mm	21
41	jud. v. tr. sobreescal.	9
41	judía plana trozos peque 1	8
41	judía v. plana y patata	10
88	lentejas clase 1	15
88	lentejas clase 2	14
88	lentejas clase 3	14
88	lentejas súper	16
88	lentejas extra	18
48	menestra g	8
44	maíz clase 1	9

Tabla 3.5. Stock medio (palets). (Continuación)

Familia	Denominación	Media
44	maíz dulce g. estándar	5
44	maíz dulce gr. fancy	11
44	maíz extra	9
44	maíz súper	9
48	menestra especial	17
48	menestra compas	6
48	menestra común Avidesas	9
48	menestra con alcachofa	11
48	menestra hta. navarra	10
48	menestra sin alcachofa	12
49	patata dados 9/9	7
49	pimiento d. entre 10/10	13
70	pochas	10
49	puerra con patata	8
49	setas	8
49	verdura sopa clásica	7
49	zanahorias baby	6
49	zanahorias dados 10/10	6

Tabla 3.5. Stock medio (palets). (Continuación)

## 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 4.1. Escenario:

En base a los datos suministrados hay que determinar los problemas relativos al almacenaje y buscar la solución, bajo las siguientes restricciones:

- Mínima inversión.
- A base de mejoras organizativas.

### 4.2. Necesidades *versus* capacidades

Un método operativo de análisis consiste en enfrentar las capacidades actuales de almacenamiento (dadas en el plano del almacén) y las necesidades de stockaje, suministradas en la relación de stock medio de las referencias.

De la confrontación entre ambas surgen las vías de solución.

Expresado de forma gráfica, dicho análisis queda plasmado en el croquis de la página siguiente ([Figura 3.6](#)).

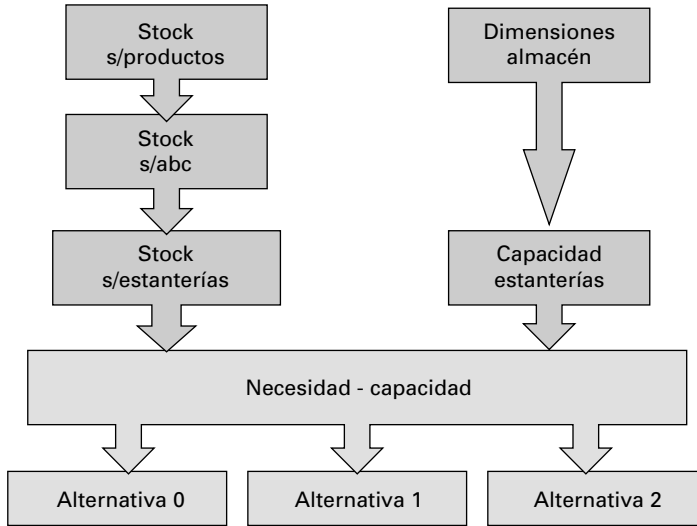


Figura 3.6. Necesidades y capacidades de almacenamiento

*Capacidad y características del almacén:*

- Medición de capacidad en palets.
- (consultar planos de páginas anteriores.)

ESTANTERÍAS (CAPACIDAD)			
Posición (palets × calle)	Capac. calle	Nº calles	Nº palets
Zona 1	16	36	576
Zona 2.1	16	32	512
Zona 2.2	8	32	256
Zona 3	8	64	512
<b>Subtotal compactas</b>		<b>164</b>	<b>1.856</b>
Zona 4.1	12(1)	17	204
Zona 4.2	12	17	204
Zona 5	12	18	216
<b>Subtotal convencional</b>		<b>52</b>	<b>624</b>
<b>TOTAL</b>			<b>2.480</b>

Tabla 3.6. Estanterías y capacidad

*Observaciones:*

Conviene recordar que en las estanterías convencionales se accede directamente a cualquier palet, pues tienen de fondo un único palet. El palet —europalet en este caso— se coloca con el lado estrecho (800 mm) mirando hacia el pasillo. Lo habi-

tual es colocar 3 palets por nicho. De modo que en este almacén, que tiene 4 alturas, en cada vertical hay: 4 alturas o niveles  $\times$  3 palets/nicho = 12 palets por vertical.

*Necesidades de almacenamiento:*

Medición de capacidad en palets. Las referencias tienen diferente densidad y, por lo tanto, la variable de control en un almacén de palets no es el peso, es el propio palet.

Efectuamos un doble análisis:

- Por familias.
- Por ABC (ley de Pareto).

### 4.3. Análisis por familias

Equivale a decir por grupos, por familias,... la clasificación con la que opera la empresa, puesto que si existe será por alguna razón. Este primer tipo de análisis es siempre conveniente efectuarlo, pues a priori no se sabe si suministrará información pertinente o no.

Puesto que la información está en un libro Excel, el análisis por familias lo efectuamos dando los siguientes pasos:

- En la barra de «Menú», elegir la opción «Datos»,
- se clasifica por familia (en ascendente),
- dentro de la familia por número de palets,
- se totalizan (menú  $\rightarrow$  datos; función  $\rightarrow$  subtotal; por cada cambio en familia, operación  $\rightarrow$  suma) palets,
- se cuentan (menú  $\rightarrow$  datos; función  $\rightarrow$  subtotal; por cada cambio en familia, operación  $\rightarrow$  cuenta) el número de referencias.

Familia	Denominación	Nº ref.	Promedio palets
10	azúcar	5	32
20	harina	5	38
25	arroz	7	68
40	harina de maíz	5	68
41	judías	16	171
43	coliflor	14	119
44	maíz	5	43
48	menestra	14	146
49	ensaladilla	15	120
55	garbanzos	5	196
70	menestra	8	135
75	alcachofa	11	182
88	alubia blanca	5	77
<b>Total</b>		<b>115</b>	<b>1.395</b>

Tabla 3.7. Análisis por familias (resumen)

*Comentarios:*

No aporta información básica para el estudio, excepto que indica el tema de la estacionalidad (legumbres, verduras en lata) y estacionalidad compensada, de forma que sirve para reafirmar la postura de efectuar los cálculos para necesidades de stockaje en base al stock medio.

Siempre conviene efectuar este tipo de análisis, porque supone una aproximación al problema y casi nunca se sabe, de antemano, si este dato será imprescindible o no.

**4.4 Análisis ABC**

La problemática del stock de un almacén *no se manifiesta con la misma intensidad en todas las referencias.*

El análisis ABC permite detectar si un pequeño número de referencias (20%) acapara una cantidad elevada del stock (80%) y viceversa.

El procedimiento empleado consiste en:

- En la barra de «Menú», elegir la opción «Datos».
- Ordenación de los artículos de mayor a menor según el nivel de stock.
- Agrupación por lotes que representen aproximadamente el 25% del total (según la variable número de palets).
- Al grupo más representativo se denomina categoría A y al menos representativo categoría D.
- Se totalizan (menú → datos; función → subtotal; por cada cambio en categoría, operación → suma) palets.
- Se cuentan (menú → datos; función → subtotal; por cada cambio en categoría, operación → cuenta) el número de referencias.

Se presenta a continuación la ordenación de productos por este criterio y a continuación una tabla resumen.

**ABC-stock (s/productos y medido en palets)**

Familia	Denominación	Media	%	Acumul.	% acumul.	a b c
55	garbanzos extra	43	3,08	43	3,08	a
55	garbanzos súper	41	2,94	84	6,02	a
55	garbanzos clase 1	41	2,94	125	8,96	a
55	garbanzos clase 2	37	2,65	162	11,61	a
55	garbanzos clase 3	34	2,44	196	14,95	a
40	alcach. hta. nav. menes.	31	2,22	227	16,27	a
75	guisante superfino	31	2,22	258	18,49	a

Tabla 3.8. Análisis ABC (detalle). (Continúa)

Familia	Denominación	Media	%	Acumul.	% acumul.	a b c
75	guisante industrial	31	2,22	289	20,72	a
75	guisante industrial	26	1,86	315	22,58	a
70	alubias extra	25	1,79	340	24,37	a
	<b>10</b>	<b>340</b>				<b>total a cuenta a</b>
75	guisante fino	24	1,72	364	26,09	b
41	jud. v. redond. tr. 26 mm	21	1,51	385	27,60	b
70	alubias súper	21	1,51	406	29,10	b
70	alubias clase 1	20	1,43	426	30,54	b
70	alubias clase 2	19	1,36	445	31,90	b
70	alubias clase 3	19	1,36	464	33,26	b
41	jud. v. plana tr. 30 mm	18	1,29	482	34,55	b
48	ensaladilla oriental	18	1,29	500	35,84	b
49	espárrago triguero	18	1,29	518	37,13	b
88	lentejas extra	18	1,29	536	38,42	b
75	guisante	17	1,22	553	39,64	b
48	menestra especial	17	1,22	570	40,86	b
88	lentejas súper	16	1,15	586	42,01	b
41	habas cosech. <14,5 mm	15	1,08	601	43,08	b
88	lentejas clase 1	15	1,08	616	44,16	b
75	guisante común	14	1,00	630	45,16	b
88	lentejas clase 2	14	1,00	644	46,16	b
41	jud. v. redon. tr. 10 mm	14	1,00	658	47,17	b
88	lentejas clase 3	14	1,00	672	48,17	b
41	jud. v. redon.tr. irreg.	14	1,00	686	49,18	b
	<b>20</b>	<b>346</b>				<b>total b cuenta b</b>
40	alcach. hta. nav. enter.	13	0,93	699	50,11	c
49	pimiento d. entre 10/10	13	0,93	712	51,04	c
43	coliflor 20/40	13	0,93	725	51,97	c
70	alubias de Ávila	13	0,93	738	52,90	c
48	menestra sin alcachofa	12	0,86	750	53,76	c
25	arroz extra	12	0,86	762	54,62	c
43	coliflor 5/20	11	0,79	773	55,41	c
43	coliflor 20/40	11	0,79	784	56,20	c
25	arroz súper	11	0,79	795	56,99	c
48	menestra con alcachofa	11	0,79	806	57,78	c
44	maíz dulce gr. fancy	11	0,79	817	58,57	c
43	coliflor 10/20	11	0,79	828	59,35	c
43	coles br. 25/35 mm	11	0,79	839	60,14	c
40	alcach. murc. troc.	11	0,79	850	60,93	c
48	ensaladilla común	11	0,79	861	61,72	c
75	guisante común	10	0,72	871	62,44	c
48	menestra hta. navarra	10	0,72	881	63,15	c
41	judía v. plana y patata	10	0,72	891	63,87	c
75	guisante fino	10	0,72	901	64,59	c
25	arroz clase 1	10	0,72	911	65,30	c

Tabla 3.8. Análisis ABC (detalle). (Continuación)

Familia	Denominación	Media	%	Acumul.	% acumul.	a b c
25	arroz clase 2	10	0,72	921	66,02	c
41	jud. v. plana tr. 30 mm	10	0,72	931	66,74	c
70	pochas	10	0,72	941	67,46	c
25	arroz clase 3	9	0,65	950	68,10	c
48	menestra común Avidesa	9	0,65	959	68,75	c
43	col blanca 1/12	9	0,65	968	69,39	c
44	maíz extra	9	0,65	977	70,04	c
41	jud. v. tr. sobreescal.	9	0,65	986	70,68	c
48	ensaladilla maíz y pollo	9	0,65	995	71,33	c
44	maíz súper	9	0,65	1.004	71,97	c
49	espárrago tallo 40 cm	9	0,65	1.013	72,62	c
48	ensaladilla de pasta	9	0,65	1.022	73,26	c
43	coliflor 30/50	9	0,65	1.031	73,91	c
44	maíz clase 1	9	0,65	1.040	74,55	c
	<b>34</b>	<b>354</b>				<b>total c cuenta c</b>
48	ensaladilla coliflor	9	0,65	1.049	75,20	d
20	harina extra	9	0,65	1.058	75,84	d
48	ensaladilla jamón-gamba	9	0,65	1.067	76,49	d
41	habas trilladas <14,5 mm	9	0,65	1.076	77,13	d
41	habas trill. 14,5/16,5 mm	9	0,65	1.085	77,78	d
25	arroz	8	0,57	1.093	78,35	d
25	arroz 5 delicias	8	0,57	1.101	78,92	d
70	alubia blanca	8	0,57	1.109	79,50	d
49	puerro con patata	8	0,57	1.117	80,07	d
41	judía plana trozos peque 1	8	0,57	1.125	80,65	d
48	menestra g	8	0,57	1.133	81,22	d
41	habas cosechadas 14,5/16,5	8	0,57	1.141	81,79	d
43	coliflor 50/60	8	0,57	1.149	82,37	d
48	ensaladilla conser.	8	0,57	1.157	82,94	d
49	setas	8	0,57	1.165	83,51	d
20	harina clase 1	8	0,57	1.173	84,09	d
49	verdura sopa clásica	7	0,50	1.180	84,59	d
20	harina súper	7	0,50	1.187	85,09	d
49	patatas dados 9/9	7	0,50	1.194	85,59	d
49	acelga troceada 40 mm	7	0,50	1.201	86,09	d
40	espinaca hoja miniporción	7	0,50	1.208	86,59	d
20	harina clase 2	7	0,50	1.215	87,10	d
20	harina clase 3	7	0,50	1.222	87,60	d
41	habas trilladas 16,5/19	7	0,50	1.229	88,10	d
10	azúcar extra	7	0,50	1.236	88,60	d
75	guisante sup. 7,6-8,2	7	0,50	1.243	89,10	d
49	espárrago yema 40 mm	7	0,50	1.250	89,61	d
43	broccoli i.q.f. 5/7	7	0,50	1.257	90,11	d
10	azúcar clase 1	7	0,50	1.264	90,61	d
43	coliflor 30/50	7	0,50	1.271	91,11	d
41	jud. v.plana tr. 30 mm	7	0,50	1.278	91,61	d

Tabla 3.8. Análisis ABC (detalle). (Continuación)

Familia	Denominación	Media	%	Acumul.	% acumul.	a b c
75	guisante superfino	6	0,43	1.284	92,04	d
10	azúcar súper	6	0,43	1.290	92,47	d
10	azúcar clase 2	6	0,43	1.296	92,90	d
41	habas trilladas 14,5/16,5	6	0,43	1.302	93,33	d
10	azúcar clase 3	6	0,43	1.308	93,76	d
49	cebolla dados 10/10	6	0,43	1.314	94,19	d
75	guisante fino	6	0,43	1.320	94,62	d
43	broccoli i.q.f. 30/60 clasif	6	0,43	1.326	95,05	d
49	aceituna negra	6	0,43	1.332	95,48	d
49	champiñón laminado	6	0,43	1.338	95,91	d
49	cardo troc. 80 mm	6	0,43	1.344	96,34	d
41	habas trilladas 14,5/16,6	6	0,43	1.350	96,77	d
40	espinaca minopor. picada	6	0,43	1.356	97,20	d
48	menestra compas	6	0,43	1.362	97,63	d
43	coliflor 40/60	6	0,43	1.368	98,06	d
49	zanahorias dados 10/10	6	0,43	1.374	98,49	d
49	zanahorias baby	6	0,43	1.380	98,92	d
43	coliflor 30/50	5	0,36	1.385	99,28	d
43	broccoli i.q.f. 5/7	5	0,36	1.390	99,64	d
44	maíz dulce g. standar	5	0,36	1.395	100,00	d
		<b>355</b>				<b>total d</b>
	<b>51</b>	<b>1.395</b>				<b>cuenta d</b>
	<b>115</b>					<b>total</b>
						<b>cuenta</b>
						<b>general</b>

Tabla 3.8. Análisis ABC (detalle). (Continuación)

Grupo	Nº referencias	Nº palets media	Rango palets
A-0-25%	10	340	43-25
B-25-50%	20	346	24-14
C-50-75%	34	354	13-9
D-75-100%	51	355	9-5
TOTAL	115	1.395	

Tabla 3.9. Análisis ABC (resumen)

*Comentario:*

- 30 referencias suponen el 50% del stock: 686 palets.
- Se cumple la ley del ABC, pero menos acusadamente que en el regulador.
- En cuanto a las necesidades de almacenamiento por referencia, la banda no es tan ancha como en el regulador (336 hasta 1); aquí se restringe desde 43 hasta 5.



#### 4.5. Conclusiones

	Necesidades	Capacidades
Estanterías		164 calles y 52 nichos
Referencias	115	
Nº palets	1.395	2.480
Estanterías (drive-in)		68 calles de 16 palets de capacidad
		96 calles de 8 palets de capacidad
Estanterías convencionales		624 palets
Rango necesidades de almacenaje	Grupo A → 43 a 25 palets Grupo D → 9 a 5 palets	

Tabla 3.10. Necesidades y capacidades

#### Notas:

Así como en el caso 1 (almacén regulador) el problema era claro y el enfoque de la solución se desprendía del contraste entre necesidades y capacidades, en el caso de la delegación el planteamiento no es tan claro.

Todavía no se sabe si sobran o faltan estanterías, ni si respetar el FIFO se lleva a cabo de manera cómoda.

Sí se sabe que *la solución debe orientarse a:*

- Facilitar las manipulaciones en la preparación de pedidos.
- Independizar la preparación de pedidos de la presencia física de las camionetas; es decir, tratar de habilitar una zona, junto a los muelles de carga/descarga, donde se puedan ir depositando los pedidos preparados para que en el momento en que vengan las camionetas de reparto se puedan cargar rápidamente. Además, así se aprovechará mejor el horario del personal ya que se podrá trabajar a lo largo de toda la jornada y no únicamente a toda prisa cuando estén las furgonetas.

Por ello *hay que continuar el análisis en una doble línea:*

- Analizar las capacidades del almacén *versus* las necesidades (grado de ocupación).
- Efectuar una asignación inicial de referencias a estanterías para comprobar cómo quedaría, en cuanto a operatividad, el almacén en esta situación inicial de partida.

#### 4.6. Nivel de ocupación y asignación de referencias a estanterías

- Para saber cómo quedaría organizado el almacén es necesario *asignar las referencias a estanterías*; es decir, los productos en qué estanterías podrían ir colocados (situación inicial).

- El método a seguir en esta asignación de referencias a estanterías consiste *en enfrentar las referencias de mayor necesidad de almacenamiento contra las calles de mayor capacidad*. Al terminar la adjudicación de referencias a estanterías lo ideal sería:
  - que ninguna calle tenga más de una referencia,
  - que las referencias ubicadas en estanterías compactas dispongan de al menos 2 calles para poder respetar el FIFO con comodidad,
  - que queden algunos huecos y/o calles libres para: maniobras, futuro crecimiento, etc.
- Operando tal como se indica a continuación (de forma semejante a como se indicó en el Capítulo 2) se obtiene el siguiente listado y el cuadro resumen posterior:
  - ordenados los productos según media ocupación de palets, se les van adjudicando las estanterías,
  - empezando por las de mayor capacidad (16 palets) hasta completar la totalidad de las disponibles,
  - a continuación se adjudican las calles de 8 palets de capacidad,
  - por último las calles de 1 palet de capacidad.

#### 4.7. Asignación de referencias a estanterías

Familia	Denominación	Media	Acumul.	Zona	Est 16	Est 8	Est 1
55	garbanzos extra	43	43	1	3		
55	garbanzos súper	41	84	1	3		
55	garbanzos clase 1	41	125	1	3		
55	garbanzos clase 2	37	162	1	3		
55	garbanzos clase 3	34	196	1	3		
40	alcach. hat. nav. menes.	31	227	1	3		
75	guisante superfino	31	258	1	3		
75	guisante industrial	31	289	1	3		
75	guisante industrial	26	315	1	2		
70	alubias extra	25	340	1	2		
75	guisante fino	24	364	1	2		
41	jud. v. redond. tr. 26 mm	21	385	1	2		
79	alugias súper	21	406	1	2		
70	alubias clase 1	20	426	1	2		
		426		<b>total 1 cuenta 1</b>	<b>36 14</b>		
70	alubias clase 2	19	445	2(16)	2		
70	alubias clase 3	19	464	2(16)	2		
41	jud. v. plana tr. 30 mm	18	482	2(16)	2		

Tabla 3.11. Asignación de referencias a estanterías (detalle). (Continúa)

Familia	Denominación	Media	Acumul.	Zona	Est 16	Est 8	Est 1
48	ensaladilla oriental	18	500	2(16)	2		
49	espárrago triguero	18	518	2(16)	2		
88	lentejas extra	18	536	2(16)	2		
75	guisante	17	553	2(16)	2		
48	menestra especial	17	570	2(16)	2		
88	lentejas súper	16	586	2(16)	2		
41	habas cosech. <14,5 mm	15	601	2(16)	2		
88	lentejas clase 1	15	616	2(16)	2		
75	guisante común	14	630	2(16)	2		
88	lentejas clase 2	14	644	2(16)	2		
41	jud. v. redon. tr. 10 mm	14	658	2(16)	2		
88	lentejas clase 3	14	672	2(16)	2		
41	jud. v. redon. tr. irreg.	14	686	2(16)	2		
		260		<b>total 2(16)</b>	<b>32</b>		
				<b>cuenta 2(16)</b>	<b>16</b>		
40	alcach. hat. nav.enter.	13	699	2(8)		2	
49	pimiento d. entre 10/10	13	712	2(8)		2	
43	coliflor 20/40	13	725	2(8)		2	
70	alubias de Ávila	13	738	2(8)		2	
48	menestra sin alcachofa	12	750	2(8)		2	
25	arroz extra	12	762	2(8)		2	
43	coliflor 5/20	11	773	2(8)		2	
43	coliflor 20/40	11	784	2(8)		2	
25	arroz súper	11	795	2(8)		2	
48	menestra con alcachofa	11	806	2(8)		2	
44	maíz dulce gr. fancy	11	817	2(8)		2	
43	coliflor 10/20	11	828	2(8)		2	
43	coles br. 25/35 mm	11	839	2(8)		2	
40	alcach. murc. troc.	11	850	2(8)		2	
48	ensaladilla común	11	861	2(8)		2	
75	guisante común	10	871	2(8)		2	
		185		<b>total 2(8)</b>		<b>32</b>	
				<b>cuenta2(8)</b>		<b>16</b>	
48	menestra hta. navarra	10	881	3		2	
41	jud. v. plana y patata	10	891	3		2	
75	guisante fino	10	901	3		2	
25	arroz clase 1	10	911	3		2	
25	arroz clase 2	10	921	3		2	
41	jud. v. plana tr. 30 mm	10	931	3		2	
70	pochas	10	941	3		2	
25	arroz clase 3	9	950	3		2	
48	menestra común Avidesá	9	959	3		2	
43	col blanca 1/12	9	968	3		2	
44	maíz extra	9	977	3		2	
41	jud. v. tr. sobreescal.	9	986	3		2	
48	ensaladilla maíz y pollo	9	995	3		2	
44	maíz súper	9	1004	3		2	

Tabla 3.11. Asignación de referencias a estanterías (detalle). (Continuación)

Familia	Denominación	Media	Acumul.	Zona	Est 16	Est 8	Est 1
49	espárrago tallo 40 mm	9	1013	3		2	
48	ensaladilla de pasta	9	1022	3		2	
43	coliflor 30/50	9	1031	3		2	
44	maíz clase 1	9	1040	3		2	
48	ensaladilla coliflor	9	1049	3		2	
20	harina extra	9	1058	3		2	
48	ensaladilla jamón-gamba	9	1067	3		2	
41	habas trilladas <14,5 mm	9	1076	3		2	
41	habas trill. 14,5/16,5 mm	9	1085	3		2	
25	arroz	8	1093	3		1	
25	arroz 5 delicias	8	1101	3		1	
70	alubia blanca	8	1109	3		1	
49	puerro con patata	8	1117	3		1	
41	judía plana trozos peque 1	8	1125	3		1	
48	menestra g	8	1133	3		1	
41	habas cosechadas 14,5/16,5	8	1141	3		1	
43	coliflor 50/60	8	1149	3		1	
48	ensaladilla conser.	8	1157	3		1	
49	setas	8	1165	3		1	
20	harina clase 1	8	1173	3		1	
49	verdura soplá clásica	7	1180	3		1	
20	harina súper	7	1187	3		1	
49	patata dados 9/9	7	1194	3		1	
49	acelga troceada 40 mm	7	1201	3		1	
40	espinaca hoja miniporción	7	1208	3		1	
20	harina clase 2	7	1215	3		1	
20	harina clase 3	7	1222	3		1	
		351		<b>total 3 cuenta 3</b>		<b>64 41</b>	
41	habas trilladas 16,5/19	7	1229	4			7
10	azúcar extra	7	1236	4			7
75	guisante sup. 7,6-8,2	7	1243	4			7
49	espárrago yema 40 mm	7	1250	4			7
43	broccoli i.q.f. 5/7	7	1257	4			7
10	azúcar clase 1	7	1264	4			7
43	coliflor 30/50	7	1271	4			7
41	jud. v. plana tr. 30 mm	7	1278	4			7
75	guisante superfino	6	1284	4			7
10	azúcar súper	6	1290	4			6
10	azúcar clase 2	6	1296	4			6
41	habas trilladas 14,5/16,5	6	1302	4			6
10	azúcar clase 3	6	1308	4			6
49	cebolla dados 10/10	6	1314	4			6
75	guisante fino	6	1320	4			6
43	broccoli i.q.f. 30/60 clasif	6	1326	4			6
49	aceituna negra	6	1332	4			6
49	champiñón laminado	6	1338	4			6

Tabla 3.11. Asignación de referencias a estanterías (detalle). (Continuación)

Familia	Denominación	Media	Acumul.	Zona	Est 16	Est 8	Est 1
49	cardo troc. 80 mm	6	1344	4			6
41	habas trilladas 14,5/16,6	6	1350	4			6
40	espinaca minopor. picada	6	1356	4			6
48	menestra compas	6	1362	4			6
43	coliflor 40/60	6	1368	4			6
49	zanahorias dados 10/10	6	1374	4			6
49	zanahorias baby	6	1380	4			6
43	coliflor 30/50	5	1385	4			5
43	broccoli i.q.f. 5/7	5	1390	4			5
44	maíz dulce g. standar	5	1395	4			5
		173		<b>total 4 cuenta 4</b>			<b>174 28</b>

Tabla 3.11. Asignación de referencias a estanterías (detalle). (Continuación)

Como resumen de este análisis se obtiene la siguiente tabla:

Estantería	Nº calles	Capac. (palets)	Ocup. (palets)	% ocupación
1 compacta	36	576	426	74
2.1 compacta 16	32	512	260	50
2.2 compacta 8	32	256	185	72
3 compacta 8	64	512	351	68
subtotal	164	1.856	1.222	66
4 y 5 convencional		624	173	32
		624	173	32
<b>total</b>		<b>2.480</b>	<b>1.395</b>	<b>56</b>

Tabla 3.12. Asignación de referencias a estanterías (resumen)

*Notas:*

- El almacén se diseña sobre un almacenamiento medio y no máximo (si es que la estacionalidad de los productos lo permite). En el presente caso las fluctuaciones mensuales en la necesidad de almacenamiento se deben a una variación estacional de la demanda (los productos de alimentación no se consumen por igual en todas las estaciones del año).
- El nivel de ocupación es bajo.
- Diseñar la capacidad del almacén en base al mes de máximo stock sería tener el almacén sobredimensionado, con el coste que ello supone. Diseñándolo sobre el stock medio se reducen sensiblemente las necesidades de almacenamiento y, en consecuencia, los costos (superficie de almacén, stock inmovilizado, etc).

## 5. HACIA DÓNDE DEBE ORIENTARSE EL NUEVO LAY-OUT

### 5.1. Introducción

Para ayudar en esta política de minimización de necesidades de almacenaje pueden emplearse medidas complementarias:

- Aumentar la frecuencia de servicio desde el almacén regulador de Cataluña. Aumentar la frecuencia de servicio no implica aumentar el número de viajes. Se trata de que en cada viaje el trailer traiga más referencias aunque venga con menor cantidad de cada referencia. De esta forma el stock medio de cada referencia disminuye (semisuma de máximo y mínimo; por ejemplo, 10 y 2 palets para una referencia  $\rightarrow$  6 palets; puede reducirse a  $(6 + 2)/2 \rightarrow$  4 palets).
- Utilizar la gestión de ubicaciones a hueco libre para incrementar el nivel de utilización de estanterías.
- El bajo índice de ocupación va a permitir reducir la zona de almacenamiento y crear una zona específica como muelle de carga y descarga.
- Posiblemente quedará espacio suficiente para crear dos zonas en el almacén: una específica para almacenaje y otra para efectuar el picking.

### 5.2. Propuesta 1.<sup>a</sup>

El bajo índice de ocupación va a permitir reducir la zona de almacenamiento. La preparación de pedidos es la actividad crítica.

Una vez analizado el tema de capacidad y visto que hay espacio suficiente en el almacén, la propuesta consiste en incrementar la zona de muelles en 7,50 m., obteniendo así una anchura de 17,10 m (en lugar de los 9,6 m actuales).

Para ello se suprimen 6 calles de las zonas de almacenamiento compacto y 3 calles de las zonas de almacenamiento convencional.

De esta forma se logran las siguientes ventajas:

- Se reserva una zona específica para la playa de expediciones o zona de pre-carga, y así se independizan las actividades de extracción y preparación de pedidos de la carga de vehículos de reparto.
- Aumenta la rapidez en la carga, ya que los pedidos se pueden preparar con anticipación a la llegada de los vehículos.
- Disminuye el tiempo de espera de las furgonetas, porque los pedidos ya están preparados.
- El personal de almacén aprovecha mejor su tiempo a lo largo de toda la jornada.

Con la nueva estructura de almacén (lay-out) la capacidad de almacenamiento disminuye, pero se sigue manteniendo un buen ratio de ocupación de las estanterías (no están colapsadas).

El nuevo esquema del almacén, ratios de ocupación, etc., se ofrecen a continuación.

**Plano del almacén (1)**

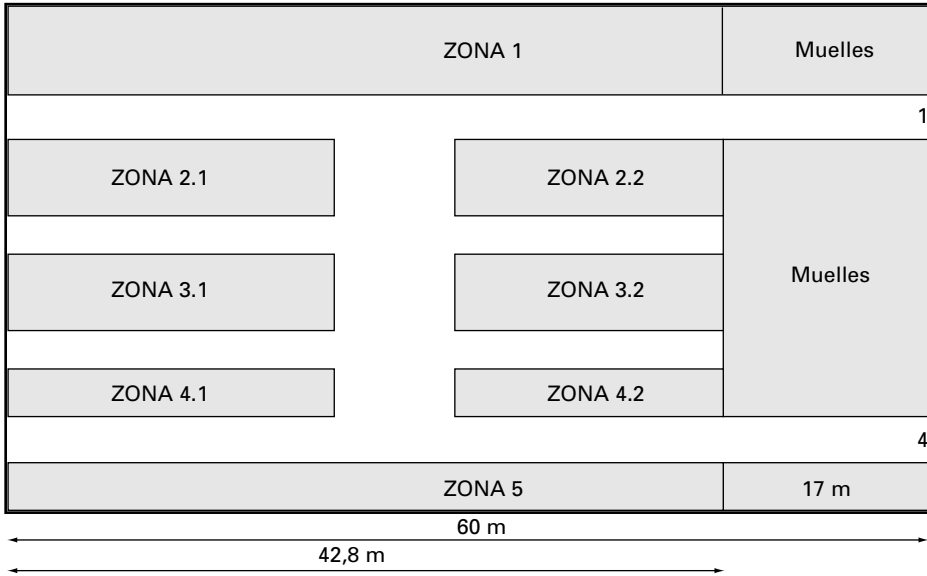


Figura 3.7. Lay-out almacén, propuesta 1.<sup>a</sup> (esquema)

**Plano del almacén (2)**

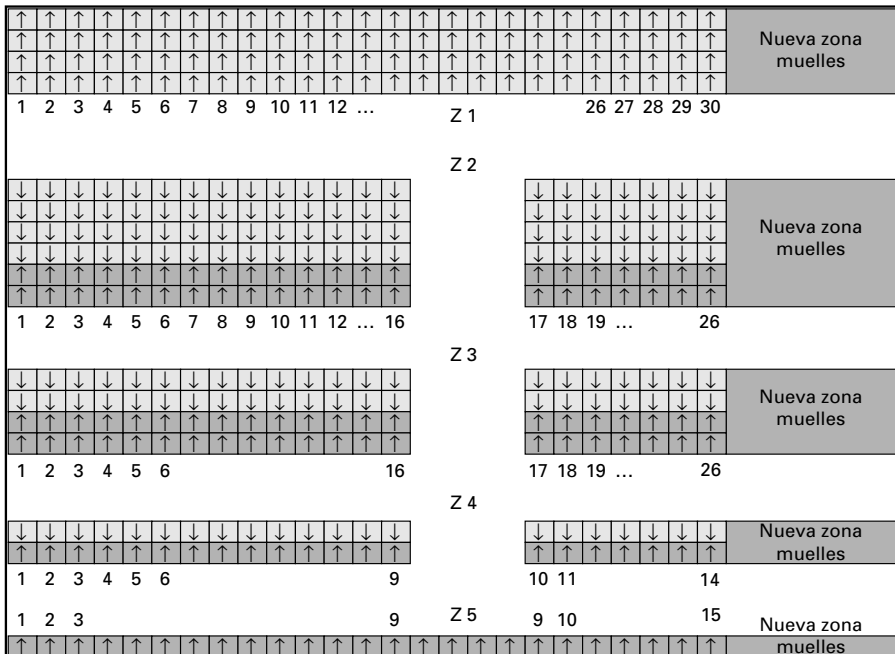


Figura 3.8. Lay-out almacén, propuesta 1.<sup>a</sup> (detalle)

La idea ha consistido en destinar 17 m de estanterías a zona de muelle de carga y descarga y zona de preparación de pedidos.

Con esta nueva distribución, el esquema necesidades *versus* capacidades queda de la siguiente forma:

Ubicación	Dimen- siones	Longitud	Fondo	Capacidad (palets)	Nº estant.	Nº calles	Nº palets
1. compacta	1400 × 900	40.000	3.600	4 × 4 = 16	30	30	480
2.1. compacta	1400 × 900	34.000	3.600	4 × 4 = 16	26	26	416
2.2. compacta	1400 × 900	34.000	1.800	4 × 2 = 8	26	26	208
3. compacta	1400 × 900	34.000	3.600	4 × 2 = 8	52	52	416
subtotal					134	134	1.520
4.1. convencional	2700 × 1300	35.900	1.300	4 × 3 = 12	14	42	168
4.2. convencional	2700 × 1300	35.900	1.300	4 × 3 = 12	14	42	168
5. convencional	2700 × 1300	40.000	1.300	4 × 3 = 12	15	45	180
subtotal					43	129	516
total						263	2.036

Tabla 3.13. Detalle del cálculo de dimensiones, propuesta 1.<sup>a</sup>

*Nota:*

En las estanterías convencionales cada calle es un hueco o palet, por lo cual se dispone de 129 calles en las zonas 4 y 5.

Obsérvese que el número de calles (129) en las estanterías convencionales supera el número de referencias (115).

La pérdida de capacidad de almacenamiento es importante: se ha pasado de una capacidad de 2.480 palets a otra de 2.036 (pérdida de 444 palets de capacidad, es decir, el 18%) Sin embargo, la nueva capacidad (2.036) supera las necesidades (1.395) y se obtiene una importante ganancia de terreno para efectuar la preparación de pedidos en condiciones óptimas.

Para determinar con más exactitud los niveles de ocupación por tipo de estantería procedemos con un tipo de análisis similar al estudiar la situación actual: enfrentar las estanterías de más capacidad a las referencias de mayor necesidad de almacenamiento. De dicha confrontación se obtienen las conclusiones.

El detalle es similar al ya presentado anteriormente en la [Tabla 3.11](#). Se ofrece únicamente el resultado final.



*Necesidades versus capacidades:*

Estanterías (capacidad)				Stock (necesidades) (informe abc s/estanterías)			
Zona almacén	Capac. calle	Nº calles	Nº palets	Nº refer.	Nº calles	Nº palets	% ocupación
Zona 1	16	30	480	13	30	406	85
Zona 2.1	16	26	416	15	25	252	60
Zona 2.2	8	26	208	13	26	159	76
Zona 3	8	52	416	26	52	250	60
<b>Compactas</b>		<b>134</b>	<b>1.520</b>	<b>67</b>	<b>134</b>	<b>1.067</b>	<b>72</b>
Zona 4.1	12(1)	14	168		—		
Zona 4.2	12	14	168				
Zona 5	12	15	180				
<b>Convencional</b>		<b>43</b>	<b>516</b>	<b>48</b>	<b>516</b>	<b>328</b>	<b>64</b>
<b>Total</b>			<b>2.036</b>	<b>115</b>		<b>1.395</b>	<b>69</b>

Tabla 3.14. Necesidades y capacidades, propuesta 1.<sup>a</sup>*Conclusiones:*

- El nivel de ocupación, después de haber habilitado un mayor espacio para la zona de carga/descarga no es alto.
- Recuerde, además, que pueden disminuirse las necesidades de almacenamiento incrementando la frecuencia de servicio desde el almacén regulador (como se ha indicado anteriormente). Con este mejor funcionamiento del almacén regulador las necesidades de almacenamiento de la delegación disminuyen.
- Por ello, el crear una zona especial de precarga (incremento de los muelles en 7,50 m) de acuerdo a la propuesta 1.<sup>a</sup> resulta una medida óptima para mejorar la productividad en la actividad de carga de las furgonetas de reparto.
- Al disponer de doble de espacio en el muelle de expediciones, se puede comenzar a preparar los pedidos por la mañana y se deposita la carga en el muelle aunque no hayan llegado las furgonetas de reparto. El ritmo de preparación de pedidos es independiente del ritmo de carga de las furgonetas de reparto. Una vez que se ponga en marcha la alternativa 1 y se disponga en el muelle de un lineal para cada furgoneta podemos plantear a los autónomos que colaboren en la carga de su propia furgoneta para mutuo beneficio.

*¿Puede avanzarse en la reestructuración del almacén?*

Una vez resuelto el tema de capacidad, optimizada la preparación de pedidos y lograda su independencia de la carga de furgonetas, ¿cabe mejorar la operatividad del almacén?

La respuesta en este caso es afirmativa, y se pueden barajar opciones, ya que el índice de ocupación es más bien bajo.

### 5.3. Propuesta 2.<sup>a</sup>

- La realización del picking de cajas en *todo el almacén* y por el método de *pedido a pedido* requiere recorrer todo el almacén cada vez que se realiza un pedido. Pongamos por ejemplo:
  - preparar un pedido de 10 referencias ubicadas a lo largo de los 4 pasillos obliga a desplazarse  $4 \times 42 = 168$  m,
  - preparar 60 pedidos en un día supone:  $60 \times 168 = 10.080$  m,
  - los días en que hay que preparar 100 pedidos el desplazamiento aumenta  $100 \times 168 = 16.800$  m,

Puede plantearse la *concentración de referencias en una zona reducida del almacén para disminuir la distancia recorrida*.

El procedimiento se arbitra de la siguiente forma:

- En el pasillo entre zona 4 y zona 5 (estanterías convencionales) a las cotas 0 y 1 (es decir, a la altura del operario) se sitúa un palet con cada referencia.
- Número de nichos: 2 alturas  $\times$  3 palets/nicho  $\times$  29 calles (14 de zona 4 y 15 de zona 5) = 174 palets.
- Puesto que solamente hay 115 referencias, se puede colocar 1 o 2 palets de cada referencia.
- Por otra parte, si se consulta la tabla de ocupación, puede observarse que la zona de estanterías convencionales tiene una capacidad total de 516 palets y una ocupación real de 328 palets; es decir, quedaban libres 198 calles. Por lo tanto no hay problema para esta propuesta.
- En esta zona —pasillo entre zonas 4 y 5— se efectuará el picking de cajas, de modo que el operario con la transpaleta o el recogepedidos no deba recorrer todo el almacén, sino únicamente un pasillo. Así se reduce la distancia recorrida en el picking.
- Estos palets destinados al picking de cajas hay que reponerlos conforme se vayan agotando o bien dos veces al día (primera hora de la mañana y de la tarde).
- Recuerde que es un almacén de delegación y su cliente es cliente final, con un % muy elevado de pedidos por cajas.
- Para el picking de palets —mucho más escaso en almacenes de delegación— puede arbitrarse todo el almacén, y para las referencias A la zona de estanterías compactas más próxima a los muelles de carga/descarga. Sin embargo, además de ser más escasos los pedidos de palet completo, su picking se efectúa con carretilla convencional, sensiblemente más rápida que la transpaleta.

*Conclusiones propuesta 2.<sup>a</sup>:*

- Con el actual planteamiento los pedidos se sirven con demoras, como indica el jefe de almacén.

- Puesto que la preparación de pedidos es la actividad crítica, se profundiza en la reorganización del almacén y se avanza en la línea de *especializar el almacén en dos zonas* para realizar distintas actividades (una para almacenar y la otra para preparar los pedidos).
- La concentración en las calles 1, 2 y 3 de los movimientos por palet completo con carretilla elevadora y la realización del *picking de cajas en las estanterías 4 y 5 facilita el control del personal*, y permite un picking más rápido.
- La empresa dispone de dos equipos de 2 personas para realizar el picking de cajas; en la punta de campaña se completará con otro equipo.
- También cuenta con 2 equipos de 1 carretillero para descargar los trailers, para cargar las furgonetas, para realizar el picking de palets completos y recargar las estanterías de picking.
- Se plantea el trabajo a turnos de 6 a 14 horas y de 14 a 22 horas para aprovechar las carretillas, los muelles, evitar interferencias entre los equipos y para atender en 24 horas las urgencias (pedidos de la mañana para la tarde y pedidos de la tarde para el día siguiente).

#### 5.4. Resultado final

- Se ha sacrificado parcialmente zona de almacenamiento. Ello ha sido posible porque el índice de ocupación era bajo. El almacén se mueve todavía en unos índices cómodos (entre el 70 y el 75%).
- Se ha *ampliado la zona de carga/descarga creando una zona especial de pre-carga (incremento de los muelles en 7,50 m)* Esta medida ha permitido:
  - Independizar el ritmo de preparación de pedidos de la carga de las furgonetas de reparto. Lo cual redundará en:
    - un mejor aprovechamiento del tiempo de trabajo a lo largo de toda la jornada,
    - disminución del tiempo de carga de las furgonetas,
    - flexibilidad en el funcionamiento del almacén.
  - Al disponer del doble de espacio en el muelle de expediciones, se puede comenzar a preparar los pedidos por la mañana y se deposita la carga en el muelle aunque no hayan llegado las furgonetas de reparto.
- *Se ha especializado el almacén en dos zonas* para realizar distintas actividades (una para almacenar y la *otra para preparar los pedidos*). Esta medida ha permitido:
  - Minimizar el tiempo de preparación de pedidos al reducir la distancia recorrida.
  - Evitar interferencias entre personal de a pie y carretillas.

## 5.5. Respuestas a los planteamientos iniciales de los directivos

*Jefe de Expediciones:*

- Se amplía el espacio para los muelles de carga de la furgonetas de reparto,
- no se contrata personal sino que se mejora la productividad del picking mediante la especialización del almacén en 2 zonas.

*Dirección General:*

- Se reduce el stock de las referencias A con una mejor coordinación con el almacén regulador (aumento frecuencia de servicio, pero no aumento de viajes desde Barcelona a delegación),
- se propone optimizar el sistema informático de preparación de pedidos para reducir un 25% los costes de personal mediante la técnica de extracción agrupada; listas de picking con indicación de cantidades y ubicaciones, etc... (este punto se trata con detalle en los capítulos de Picking).

## 5.6. Propuestas adicionales

- *Carretillas:*
  - 1 carretilla contrapesada (eléctrica, para evitar humos, ya que es almacén de productos de alimentación) de 1.300-1.600 kg de mástil tríplex, para trabajar con comodidad en la cuarta altura.
  - 1 recoge pedidos de bajo nivel.
  - 1 traspaleta manual y una eléctrica.
- *Ubicaciones:*
  - Picking: a hueco fijo —en la zona picking de cajas— para facilitar la memorización de los operarios.
  - Almacenamiento: a hueco libre en las zonas de estanterías compactas, ya que hay muchas variaciones según campañas.
- *Turnos de trabajo:*
  - Se plantea el trabajo a turnos de 6 a 14 horas y de 14 a 22 horas para aprovechar las carretillas, los muelles, evitar interferencias entre los equipos y para atender en 24 horas las urgencias.

## 6. CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

1. ¿Por qué en las estanterías compactas el palet se almacena con el lado de 1.200 mm orientado hacia el pasillo?
2. Razones por las que en las estanterías convencionales el palet se orienta hacia el pasillo por el lado de 800 mm.
3. En las estanterías convencionales qué razones avalan que el nicho o hueco contenga 3 o 4 palets y no uno sólo.

### Cuestionario 2

Cuál, de entre estas variables, es la que más influye en el diseño del almacén. ? Indique las razones.

1. Las entradas.
2. Las salidas.
3. El stock.

### Cuestionario 3

¿La ubicación de las referencias en el almacén se hace en función de...? Explique las razones.

- a. Las entradas.
- b. Las salidas.
- c. El stock.

### Cuestionario 4

En las referencias A con 43-25 palets por referencia, ¿qué tipo de estantería utilizaría? Pueden ser uno o varios tipos.

1. Compactas de 6 palets de fondo  $\times$  7 de altura (42 palets por calle).
2. Compactas de 3 palets de fondo  $\times$  7 palets de altura (21 palets por calle).
3. Compactas de 2 palets de fondo  $\times$  7 palets de altura (14 palets por calle).
4. Convencionales.

### Cuestionario 5

En las referencias C con 13-5 palets por referencia, ¿qué tipo de estantería utilizaría?

1. Compactas de 2 palets de fondo  $\times$  4 de altura (8 palets por calle).
2. Convencionales.

### Cuestionario 6

En un almacén con estanterías convencionales, en los meses de máximo stock se alcanza un índice de ocupación del 98 %. ¿Cuál es su opinión?

1. Es una situación óptima, ya que deja muy pocos espacios vacíos.
2. Es una situación desaconsejable, ya que impide mantener el almacén ordenado según el ABC de ventas.

### Cuestionario 7

Cuáles son los índices de ocupación idóneos en los siguientes tipos de estantería:

Tipo de estantería	% ocupación		
	60-70%	70-80%	80-90%
Compacta			
Convencional (hueco fijo)			
Convencional (hueco variable)			

### Cuestionario 8

¿En qué tipo de empresas utilizaría como criterio para el nivel de stock las «rotaciones» y en qué otro tipo «los días de stock»?

Razone su respuesta.

### Cuestionario 9

En este caso se está tratando con conceptos relacionados con la preparación de pedidos. De hecho, una de las propuestas de lay-out se refiere al mismo. Como introducción al tema, que se trata en profundidad en capítulos posteriores, se plantea la siguiente cuestión.

Para medir la productividad del personal en la preparación de pedidos (picking), ¿qué ratio utilizaría? Razone su respuesta.

- Número de pedidos preparados medidos en euros.
- Número de líneas de pedido preparadas.
- Número de pedidos preparados.

### Cuestionario 10

Los envíos de mercancía del almacén regulador (Barcelona) a la delegación de Sevilla son por trailer de 32 palets. Pueden enviarse pocas referencias con muchos

palets de cada o bastantes referencias con 1 o 2 palets por referencia. ¿Cómo afecta una u otra alternativa a los niveles de stock y a las manipulaciones en la delegación?

Alternativa	Nº de referencias	Nº palet/refer.	Efectos sobre el stock	Efectos sobre las manipulaciones
A	• 5	muchos: 5-8		
B	• 16-24	pocos: 1 o 2		

### Cuestionario 11

El nivel de stock de la delegación es decisivo en los costos de la organización, máxime si existen varias delegaciones: inmovilización en stock, necesidades de almacenamiento, etc. Constituye, por lo tanto, una variable a controlar.

A su juicio, de qué variables depende el nivel de stock de la delegación y en qué medida.

Variable	No afecta	Afecta poco	Afecta mucho
Las ventas en delegación	•	•	•
La capacidad de respuesta del almacén regulador (tiempo que tarda en enviar un pedido a delegación)	•	•	•
El número de envíos/semana y la composición de los mismos	•	•	•
La dispersión de clientes en delegación	•	•	•

### Cuestionario 12

Los muelles de carga/descarga constituyen un punto crucial en la actividad de los almacenes. Es importante que funcionen ágilmente, sin aglomeraciones ni cuellos de botella. ¿Qué medidas propondría Ud. para evitar las situaciones anteriores?

### Cuestionario 13

Para el almacén del presente caso, con la misma superficie y el mismo tipo de estanterías, calcular la capacidad del almacén utilizando estanterías de 6 niveles de almacenamiento, en lugar de los 4 niveles actuales (es decir, si el pabellón alcanza 10 m de altura y permite almacenar 6 palets en altura).

Ubicación	Medidas hueco	Largo	profundo	Palets/calle	Nº estant.	Nº calles	Total palets
1. Compacta	1400 × 900	50.400	3.600				
2.1 y 2.2. Compacta(4)	1400 × 900	44.800	3.600				
2.1 y 2.2. Compacta(2)	1400 × 900	44.800	1.800				
3.1 y 3.2. Compacta	1400 × 900	44.800	1.800				
3.1 y 3.2. Compacta	1400 × 900	44.800	1.800				
Subtotal compactas							
4.1. Convencional	2700 × 1250	45.900	1.250				
4.2. Convencional	2700 × 1250	45.900	1.250				
5. Convencional	2700 × 1300	50.400	1.300				
Subtotal convencional							
<b>TOTAL</b>							

### Cuestionario 14

Con los siguientes precios de referencia se pide calcular el costo/hueco y el costo/palet teniendo en cuenta que el % de ocupación es del 56% (1.395/2.480). La superficie del almacén es de 60 m/largo × 32,4 m de ancho.

Concepto	Costo total (euros)	Costo hueco (euros)	Costo palet (euros)
Suelo (1.944 m <sup>2</sup> × 60 €/m <sup>2</sup> )	116.640		
Local (1.944 m <sup>2</sup> × 300 €/m <sup>2</sup> )	583.200		
Estanterías (30 €/hueco)	74.400		
Carretillas (1 contrapesada a 21.035 € y un recogepedidos 12.020 €)	33.055		
Informática (equipos y programas)	18.030		
<b>TOTAL</b>			

### Cuestionario 15

El operador logístico trabaja con costes de oportunidad y trata de obtener un rendimiento del 10% de cada euro invertido.

Tomando los costes del cuestionario 14 y asignando ese coste del 10% de la inversión (excepto en el caso de carretillas y equipos informáticos que hay que amortizarlos en 5 años), calcule:

- Costo anual.
- Costo mensual.
- Costo hueco.
- Costo palet.



Elemento	Años	€/año	€/mes	€/hueco/mes	€/palet/mes
Suelo	10				
Edificio estanterías	10				
Edificio muelles	10				
Estanterías	10				
Carretillas	5				
Informática	5				
<b>Total</b>					

Recuerde que hay 2.480 huecos disponibles y 1.395 palets.

Observe la diferencia entre la contabilidad tradicional y la contabilidad de costes (que incluye los costes de oportunidad).

Los costes internos son inferiores a los costes de mercado porque no consideran los costes de oportunidad.

## Cuestionario 16

Con los datos del cuestionario anterior y sabiendo que:

- las referencias según el tipo A B C tienen diferente grado de rotación de acuerdo al cuadro adjunto y tienen también un peso diferente, como se muestra en la tabla,
- se pide calcular el costo de almacenamiento por palet (por palet, —1.395— no por hueco) y kg según tipo de referencia (teniendo en cuenta las dos variables: días de estancia y peso del palet).

			€/kg		
Tipo de producto	Días estancia	€/palet/s/tipo	700 kg	500 kg	350 kg
A	10				
B	20				
C	60				

Una vez que obtenga el resultado comprobará que es fundamental para reducir costos:

- Incrementar el nivel de ocupación de las estanterías (pasar de un 74% a un 85%), respetando la operatividad,
- reducir el tiempo de estancia de los productos (que debe ser menor que en el almacén regulador).

## 7. RESPUESTAS A CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

1. La carretilla debe entrar dentro de la estantería y mide 1.000, 1.100 o 1.200 mm de ancho.
2.
  - Los patines de 1.200 mm de longitud del palet que se apoyan en el travesaño deben ser transversales y obligan a esta posición.
  - Al colocar el palet por el lado de 800 mm orientado hacia el pasillo caben más palets con el mismo pasillo y se aprovecha mejor la superficie del almacén.
3.
  - El coste de la estantería es menor con bastidores cada 2.700 mm que con bastidores cada 0,90 m.
  - Un hueco de 2.700 mm es un múltiplo de 3 palets de  $800 \times 1.200$  o de 2 palet de  $1.200 \times 1.200$  (palet industrial).

### Cuestionario 2

- *La 3. En primer lugar el nivel de stock*, para el cálculo de capacidades. Como nivel de stock se puede tomar la fotografía final de cada una de las referencias en cada uno de los 12 meses del año, es decir, el stock medio.
- Habrá que tener en cuenta también la tendencia en el consumo y la variabilidad de la demanda, así como la capacidad de respuesta de fabricación o del almacén regulador (cara al almacén de delegación) ante necesidades puntuales.
- Hay que considerar la estacionalidad de los productos, y si de alguna manera existe compensación.
  - En caso de no existir estacionalidad se calcula sobre los momentos de máximo inventario (que al no existir estacionalidad serán muy próximos a la media).
  - Si existe y es compensada entre las diversas referencias se calcularía sobre promedios con cierto margen de holgura (10-15%).
  - Si existe y no es compensada —coincidencia de máximos en el mismo mes— habrá que calcular sobre el momento de máximo inventario.
- *La 2. Lo segundo es facilitar la extracción* de la mercancía y si la unidad de almacenamiento no es la misma que la unidad de preparación de pedidos debe diseñarse el almacén para facilitar el picking en función de los datos de las salidas.

### Cuestionario 3

*La b.* Se realiza en función de las salidas para reducir los tiempos de picking (las salidas, aunque en volumen equivalgan a las entradas a lo largo de un período, sin embargo se hacen más veces y en menores cantidades).

**Cuestionario 4**

→ 2 y 3.

**Cuestionario 5**

→ 2.

**Cuestionario 6**

→ 2.

**Cuestionario 7**

Tipo de estantería	% ocupación		
	60-70%	70-80%	80-90%
Compacta	XXX		
Convencional (hueco fijo)		XXX	
Convenc. (hueco variable)			XXX

**Cuestionario 8**

*Rotaciones:* adecuado para empresas con un nivel de stock para 1 a 4 meses; es decir, con 3 a 12 rotaciones al año; interesa incrementar el número de rotaciones, ya que se halla bajo.

*Cobertura:* adecuado para empresas con un nivel de stock para menos de 30 días; es decir, más de 12 rotaciones al año. Estando bien el índice de rotaciones, interesa vigilar los días de cobertura para no incurrir en faltas de stock que redundarían en pérdida de la calidad de servicio.

**Cuestionario 9**

Número de líneas de pedido preparadas por operario. Ejemplo:

- un operario extrae y embala un taladro eléctrico que vale 150 €,
- un operario extrae y embala 5 líneas de un único pedido por valor de 60 €,
- un operario extrae y embala 2 pedidos con 3 y 4 líneas de pedido respectivamente por un valor de 102 €,
- es evidente que en el tercer caso el operario ha ‘producido’ más que en los dos primeros. El valor de la mercancía no influye. Asimismo, es más productivo un operario que prepara 1 pedido de 50 líneas que uno que prepara 3 pedidos de 10 líneas en el mismo tiempo.

**Cuestionario 10**

Alternativa	Nº de referencias	Nº palet/refer.	Efectos sobre el stock	Efectos sobre las manipulaciones
A	• 5	Muchos: 5-8	Stock elevado	Pocas manipulaciones
B	• 16-24	Pocos: 1 o 2	Stock bajo	Más manipulaciones

**Cuestionario 11**

Variable	No afecta	Afecta poco	Afecta mucho
Las ventas en delegación.			XXX
La capacidad de respuesta del almacén regulador (tiempo que tarda en enviar un pedido a delegación).			XXX
El número de envíos/semana y la composición de los mismos.			XXX
La dispersión de clientes en delegación.	XXX		

**Cuestionario 12**

Sin ánimo de exclusividad se citan las siguientes:

- estableciendo horarios de carga para las furgonetas de reparto,
- reduciendo el tiempo de carga: teniendo la mercancía preparada en rolls, palets y, a ser posible, en zona cercana a muelles,
- disponiendo cada repartidor de una transpaleta para ayudar en la carga y efectuando él mismo la carga de su furgoneta.

**Cuestionario 13**

Ubicación	Medidas hueco	Largo	Profundo	Palets/calle	Nº estant.	nº calles	Total palets
1. Compacta	1400 × 900	50.400	3.600	6 × 4 = 24	36	36	864
2.1 y 2.2. Compacta(4)	1400 × 900	44.800	3.600	6 × 4 = 24	32	32	768
2.1 y 2.2. Compacta(2)	1400 × 900	44.800	1.800	6 × 4 = 24	32	32	384
3.1 y 3.2. Compacta	1400 × 900	44.800	1.800	6 × 4 = 24	32	32	384
3.1 y 3.2. Compacta	1400 × 900	44.800	1.800	6 × 4 = 24	32	32	384
Subtotal compactas					164	164	2.784
4.1. Convencional	2700 × 1250	45.900	1.250	3 × 6 = 18	17	51	306
4.2. Convencional	2700 × 1250	45.900	1.250	3 × 6 = 18	17	51	306
5. Convencional	2700 × 1300	50.400	1.300	3 × 6 = 18	18	54	324
Subtotal convencional					52	156	936
TOTAL					216	320	3.720

Aumentamos la capacidad de almacenamiento en 1.280. Sin embargo la accesibilidad del producto no mejora.

### Cuestionario 14

Concepto	Costo total (euros)	Costo hueco (euros)	Costo palet (euros)
Suelo (1.944 m <sup>2</sup> × 60 €/m <sup>2</sup> )	116.640	47,03 (1)	83,61 (2)
Local (1.944 m <sup>2</sup> × 300 €/m <sup>2</sup> )	583.200	235,16	418,06
Estanterías (30 €/hueco)	74.400	30,00	53,33
Carretillas (1 contrapesada a 21.035 € y un recogepedidos 12.020 €)	33.055	13,33	23,70
Informática (equipos y programas)	18.030	7,27	12,92
<b>Total</b>	<b>825.325</b>	<b>332,79</b>	<b>591,62</b>

(1) 116.640 €/2.480.

(2) 116.640 €/1.395.

### Cuestionario 15

Elemento	Años	€/año	€/mes	€/hueco/mes	€/palet/mes
Suelo	10	11.664	974	0,39	0,70
Local	10	58.320	4.868	1,96	3,49
Estanterías	10	7.440	621	0,25	0,45
Carretillas	5	6.611	551	0,22	0,39
Informática	5	3.606	300	0,12	0,22
<b>Total</b>		<b>87.641</b>	<b>7.314</b>	<b>2,94</b>	<b>5,24</b>

### Comentarios

Según la contabilidad tradicional → 825.325 € (total).

Según el sistema de medir los costos de oportunidad → 87.641 €/año.

Piense que el suelo tiene una duración ilimitada y que el local durará, como mínimo, 30 años y las estanterías alrededor de 15. Por ello, si este costo anual de oportunidad lo eleva al plazo correspondiente es sensiblemente superior al del ejercicio 14.

**Cuestionario 16**

Tipo de producto	Días estancia	€/palet/s/tipo	€/kg		
			700 kg	500 kg	350 kg
A	10	1,75 (1)	0,0025 (4)	0,0035 (5)	0,0050 (6)
B	20	3,50 (2)	0,0050	0,0070	0,0100
C	60	10,50 (3)	0,0150	0,0210	0,0300

(1)  $5,24/3$  (5,24 se toma del cuestionario 15: €/palet/mes)

(2)  $5,24 \times (2/3)$

(3)  $5,18 \times 3$

(4)  $1,73/700$

(5)  $1,73/500$

(6)  $1,73/350$



---

## Caso práctico: Almacén de perfiles y cargas largas

### 1. ENCUADRE DEL CASO DENTRO DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN

- *Fábrica:*
  - Programa de fabricación.
  
- *Almacén regulador:*
  - Stock.
  - Almacén.
  - Preparación de pedidos.
  
- *Transporte de larga distancia:*
  - Delegación:
    - Stock.
    - Almacén.
    - Preparación de pedidos.
  
- *Transporte de reparto.*



## Casos analizados y caso que se presenta en el tema actual

Caso	Unidad de almacenam.	Función del almacén	Tipo de estantería	Tipo de carretilla	Picking
1 Alimentación	Palets	Regulador	Compactas	Retráctil y Contrapesada	Carretilla
2 Alimentación	Palets	Delegación	Compactas y convencionales	Contrapesada eléctrica	Carretilla
3 Industrial	Tubos 6 m	Regulador	Cantilever	Cuatro caminos Lateral	Manual y carretilla

## 2. TEORÍA SOBRE CARGAS LARGAS

### 2-1. Tipos de cargas largas

Tipo de carga	Tipo de industria
tubos varillas y perfiles tablones y planchas	metal, plástico metal madera (anchos y planos), aglomerado

- El manejo de cargas largas requiere unos medios de almacenamiento y unos medios de manipulación especiales.
- Cada uno de los medios de almacenamiento y de manipulación proporciona un nivel distinto de ocupación del suelo y de accesibilidad a cada referencia y requiere unos niveles de inversión.
- La combinación de estos elementos debe resolver el problema de cada empresa con el mínimo de inversión y con los mínimos costes operativos.

#### • *Medios materiales:*

#### 1. Almacenamiento

- a suelo
- puntales
- trípodes
- vertical
- en colmena
- caballete
- cunas o jaulas
- estanterías cantilever
- equipos especiales (paternoster)

#### 2. Manipulación

- grúas puente  
manual
- carretillas cuatrocaminos  
carretillas laterales  
carretillas frontales  
apiladores especiales
- equipos especiales

*Recuerde:*

Los tipos de almacenes se caracterizan:

Por su organización física:

- Unidad de carga o unidad de almacenamiento.
- Medios de almacenamiento.
- Medios de manipulación.

Por su función:

- Almacén regulador-almacén de delegación.
- Por el número de referencias y el nivel de stock.
- Por el sistema de preparación de pedidos.

## 2.2. Sistemas de almacenamiento

### Puntales

*Características:*

- Los puntales son como horquillas en forma de U: se colocan dos separados por un espacio algo inferior a la longitud del perfil a almacenar; por ejemplo, si los perfiles son de 6 m, pueden colocarse 2 puntales a una distancia de 4 m, Los perfiles (o cargas largas) descansan sobre ambos puntales.
- Almacenamiento horizontal.
- Las medidas suelen ser entre: 1.500 y 2.000 mm de altura y una anchura entre 600 y 1.200 mm (medidas internas).
- Por cada par de puntales caben varios atados de una o varias referencias.

*Capacidad:*

- Permite una gran densidad de almacenamiento con un nivel aceptable de clasificación.

*Operatividad:*

- Funciona con una grúa puente y el sistema LIFO.
- Si de cada referencia hay varios atados, es decir, un puntal por cada referencia, la accesibilidad es buena.
- Si de cada referencia hay un atado y se colocan varias referencias en un puntal hacen falta varias manipulaciones para acceder a cada referencia.

*Problemática:*

- Si aumenta el número de referencias y es necesario almacenar varias en el mismo par de puntales, las manipulaciones se incrementan fuertemente. En esa tendencia, si el número de manipulaciones deviene excesivo obliga a migrar a otro sistema de almacenamiento (estanterías cantilever, por ejemplo) o a un tipo de almacenamiento mixto (parte en cantilever y parte en puntales).

## Trípodes

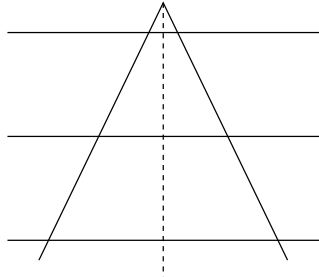
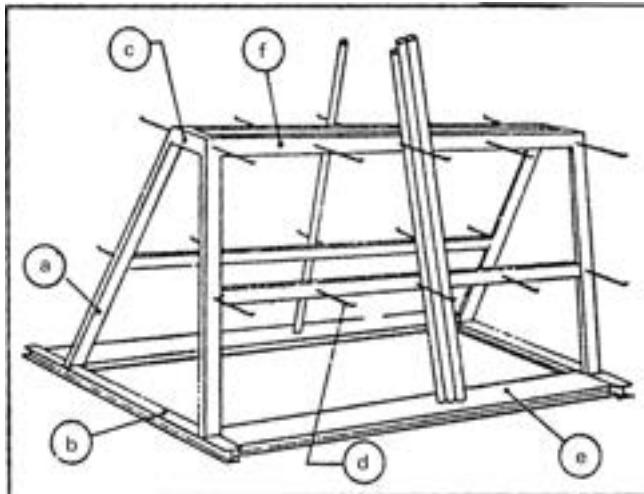


Figura 4.1. Trípode

- Es un trípode que en las dos patas delanteras tiene unos travesaños situados a la misma altura y sobre los que se depositan las cargas largas.
- Permiten la utilización de grúa y también de carretilla (cuatrocaminos, lateral).
- El nivel de ocupación del suelo no es muy alto.
- La accesibilidad es buena si la entrada es por atados y la salida es por unidades tipo barra o tubos.
- Se suele utilizar en talleres mecánicos dedicados a labores de mantenimiento. Almacenamiento horizontal.

## Caballote: almacenamiento vertical

- Poca superficie y mucha altura.
- Objetos de poco peso pero rígidos.



Caballote para barras, perfiles y tubos

a = Pata

b = Base

c = Travesaó

d = Brazo

e = Brazo de apoyo

f = Larguero

Figura 4.2. Caballote

## Almacenamiento en vertical contra pared

### Se utiliza para:

- Pequeñas cantidades por referencia.

### Características del sistema:

- Exige poca superficie, pero mucha altura.
- Sólo es posible para acceso manual de los objetos.
- Los objetos deben estar sujetos.

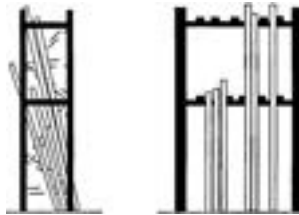
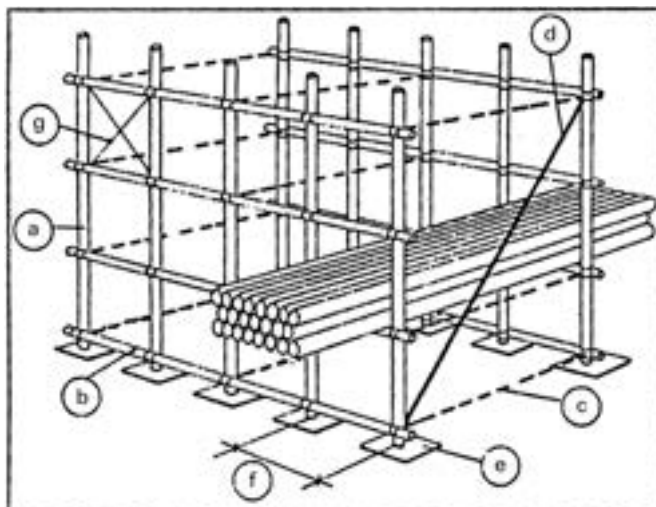


Figura 4.3. Almacenamiento contra pared

- Manipulación manual.
- Utilizado habitualmente como almacén de una delegación con muchas referencias y poca cantidad en stock de cada referencia.
- Ejemplos: sargentos, perfiles de aluminio, etc.

## Almacenamiento en colmena

- Sirve para pequeñas cantidades de un gran número de referencias.



Casillero de barras

a = Montante

b = Larguero

c = Travesaño

d = Diagonal

e = Pie

f = Cuerpo

g = Casilla

Figura 4.4. Colmena (diagrama)



Figura 4.5. Colmena

- Buena utilización del espacio y stock visual.
- Manipulación cuidadosa y manual en parte.
- Se suele utilizar en talleres mecánicos dedicados a labores de mantenimiento.

### Estanterías cantilever

- Elementos:
  - Base.
  - Puntales.
  - Brazos (ménsulas).
- El número de puntales depende de las características del producto (longitud, rigidez).
- La longitud de los brazos depende del ancho de los atados.
- Permiten almacenar la carga sin necesidad de un palet.
- La mercancía se une con un alambre, un fleje, un cerco de madera, para formar un atado.
- El atado permite manejar un conjunto de piezas como una unidad de carga.
- La mercancía queda apoyada directamente sobre los brazos de la estantería y la carretilla accede a la mercancía por el espacio entre brazos.
- El nivel de ocupación del espacio es elevado porque se aprovecha la altura (4-6 m).
- El nivel de accesibilidad a cada referencia es muy rápido.
- La inversión es importante.

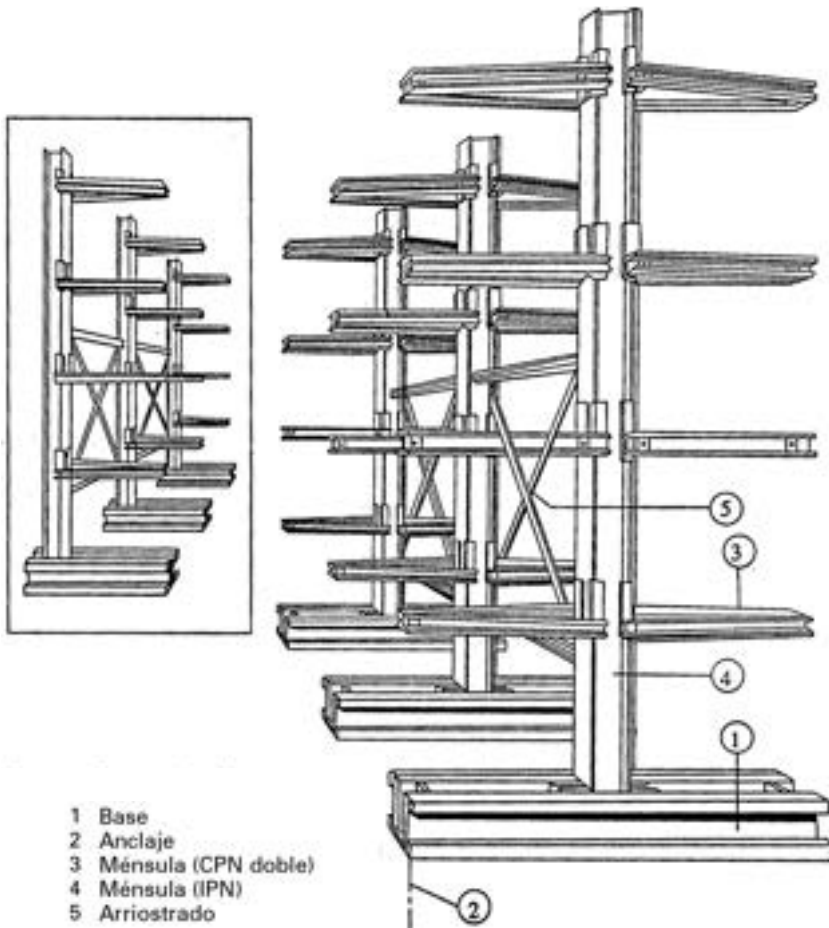


Figura 4.6. Cantilever

## Cunas

Hay casetes y jaulas de diseño especial para simplificar el almacenamiento y manejo de cargas largas. Suelen ser apilables.

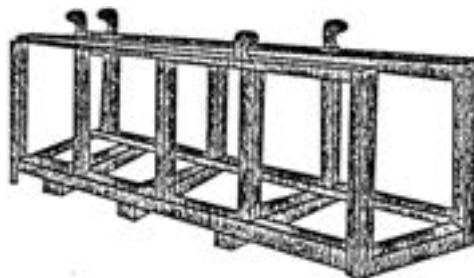


Figura 4.7. Cunas/jaulas

## 2.3. Elementos de manipulación

### Grúas puente

- No requieren pasillos para la circulación de la mercancía, todo el espacio del suelo está ocupado por la mercancía.
- La mercancía se almacena horizontalmente.
- Si la mercancía permite el apilamiento, se almacena:
  - en pilas (o a suelo) si hay mucha cantidad de mercancía por cada referencia,
  - con puntales si hay muchas referencias.
- La unidad de carga en las entradas y en las salidas debe efectuarse por atados.
- Los equipos de manipulación son:
  - manuales: → eslingas, cadenas,
  - automáticos: → imanes, ventosas.
- El apilamiento a suelo se utiliza si existen pocas referencias y mucha cantidad de cada una de ellas. Se emplea no únicamente en cargas largas, también con big-bags (bolsones), bobinas, bidones, fardos, etc.



Figura 4.8. Grúa puente. Manejo de atados



Figura 4.9. Grúas puente en una instalación

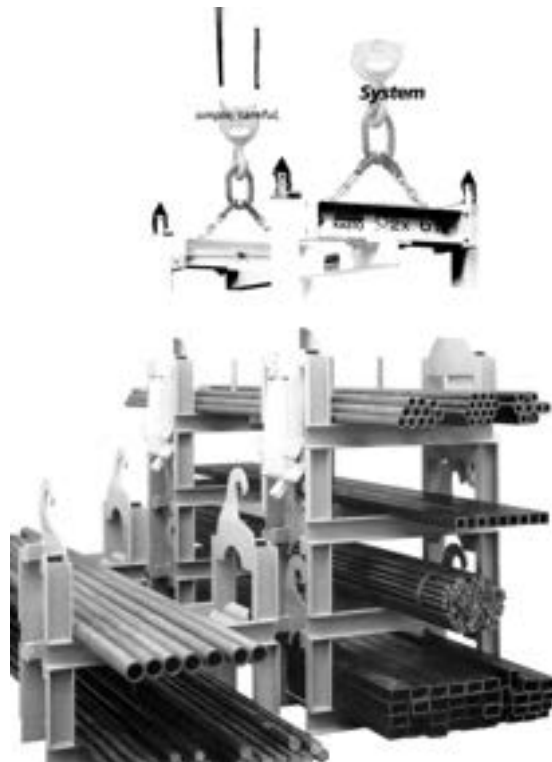


Figura 4.10. Cunetas/jaulas especialmente diseñadas para manejo por grúa puente



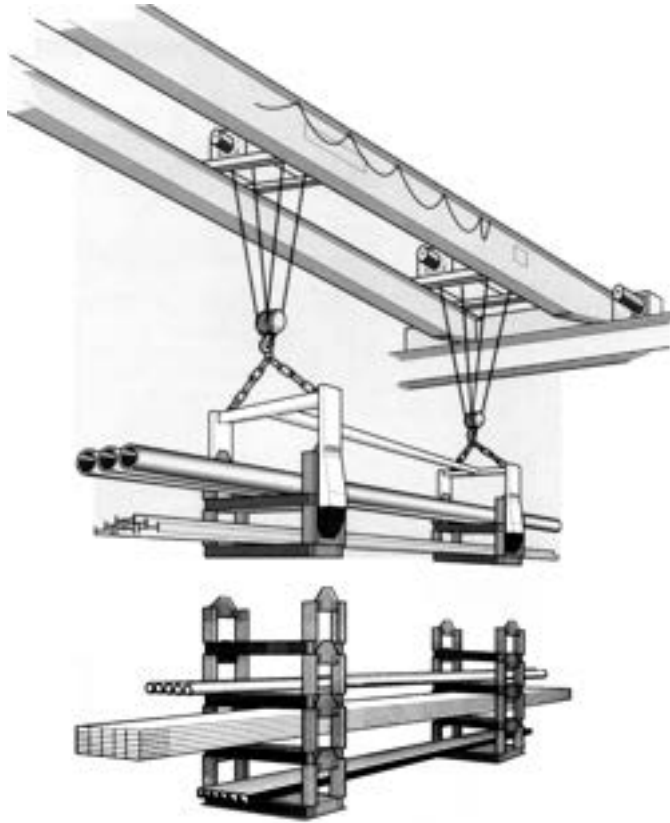


Figura 4.11. Manejo de cargas largas mediante grúa-puente

- Conforme aumenta el número de referencias es necesario ir poniendo orden en el almacén, y —en este sentido— el siguiente paso suele consistir en la utilización de puntales. En este caso y en el anterior, el sistema de manipulación es la grúa puente.
- Si la tendencia continúa (aumento de referencias y disminución de cantidad por referencia) y el manejo de las mismas es en salidas por atados y también por cajas, la evolución en el almacenamiento consiste en ir hacia estanterías cantilever y utilización de carretillas (cuatrocaminos, o lateral) como medio de manipulación.
- Conviene indicar que es un paso gradual, no existe una solución única para todas las situaciones.

### Carretilla frontal

- La mercancía viaja en sentido transversal, lo cual requiere unos pasillos de desplazamiento de la misma anchura que la longitud de la carga.

- El pasillo de maniobra para el cambio de dirección debe ser amplio para permitir el radio de giro de la carretilla cargada.
- La carretilla debe estar sobredimensionada por la falta de estabilidad de la carga.
- Conviene que la carretilla disponga de ruedas gemelas y cuatro horquillas para apoyar una carga tan larga y mejorar la estabilidad lateral de la carga.
- Suele emplearse, por ejemplo, en los puertos.

### Carretilla cuatrocaminos

- La mercancía viaja en sentido longitudinal apoyada sobre las uñas de la carretilla.
- Requieren un pasillo de desplazamiento del tamaño del ancho de la carretilla y una zona de giro del tamaño del largo de la carga.
- El aprovechamiento en altura permite la accesibilidad a cada referencia.
- Si la unidad de carga en las entradas y en las salidas es el atado el sistema es eficiente.
- Si la unidad de carga en las salidas es la barra, la caja,... la manipulación de piezas sueltas en altura es complicada y lenta.
- La inversión es importante (carretilla 48.000 euros).
- Se denomina cuatrocaminos porque puede desplazarse en las 4 direcciones: adelante, atrás, izquierda, derecha.

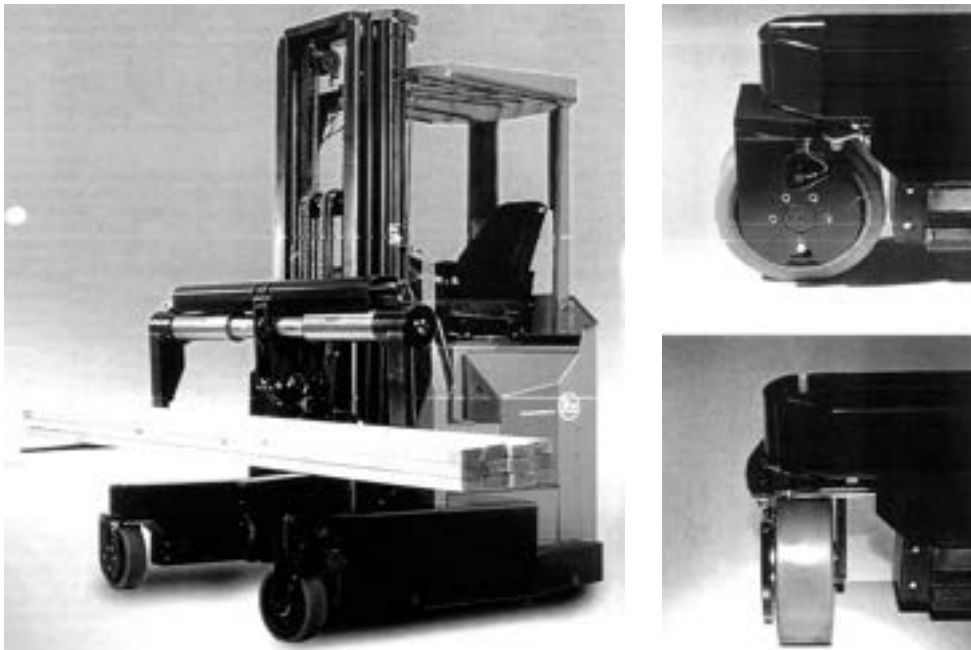


Figura 4.12. Carretilla cuatrocaminos

## Carretilla lateral

*La mercancía viaja apoyada sobre el chasis de la carretilla:*

- Estabilidad transversal y longitudinal de la carga.
- Elevada velocidad de desplazamiento de la carretilla.
- Ubicación lateral del puesto de conducción con visión frontal y lateral.

*Para exteriores:*

- Carretilla térmica con ruedas neumáticas; híbrido entre carretilla y camión.
- Peso de 3.000 kg a 20.000 kg.
- Uso habitual en los parques de maderas y hierros de 6 m.

*Para interiores:*

- Peso menor de 5.000 kg.
- Carretillas eléctricas con ruedas de bandajes que giran a 90°.
- La anchura de la plataforma puede ser 800, 1.000 y 1.200 mm según la anchura de la carga.
- Las horquillas pueden ser interiores o exteriores respecto a las ruedas según la longitud de la carga.
- Uso habitual: hierros ligeros, aluminio, tableros de aglomerado.
- La inversión es muy elevada (72.000 euros).



Figura 4.13. Carretilla lateral



Figura 4.14. Carretilla lateral para manejo de tableros



Figura 4.15. Carretilla lateral para manejo de perfiles

## Paternoster

- Existen Paternoster especialmente adaptados para el almacenamiento de cargas largas; las bandejas se diseñan sin compartimentos y la mercancía se aloja en jaulas para perfiles (Figura 4.16).
- La mercancía se manipula con carretillas.
- En cuanto al funcionamiento del paternoster es similar al analizado en el tema de teoría.

### Almacenamiento de perfilería

En una moderna fábrica de armamento, se ubicó material de perfilería con distinta forma y longitud. La superficie que se consiguió ahorrar fue de más del 60%.

Para la manipulación del material se utiliza una grúa.

#### Data Técnica

Medida General: Alto 3.5 m x Ancho 7.6 m x Largo 6.7 m  
 Capacidad: 48 gondolas  
 Carga: 90 ton.  
 Pilaje: Selección electrónica  
 Tiempo acceso: 1.5 min.



Figura 4.16. Paternoster para cargas largas

## Sistema Kasto

- También existen sistemas de almacenamiento (Kasto) especialmente diseñados para el manejo de cargas largas (Figuras 4.17 y 4.18).
- Las cargas, en suelto o en atados se alojan en cunas.
- Estas cunas se almacenan en estanterías especialmente diseñadas para almacenamiento en sentido transversal al pasillo.



Figura 4.17. Almacenamiento masivo cargas largas

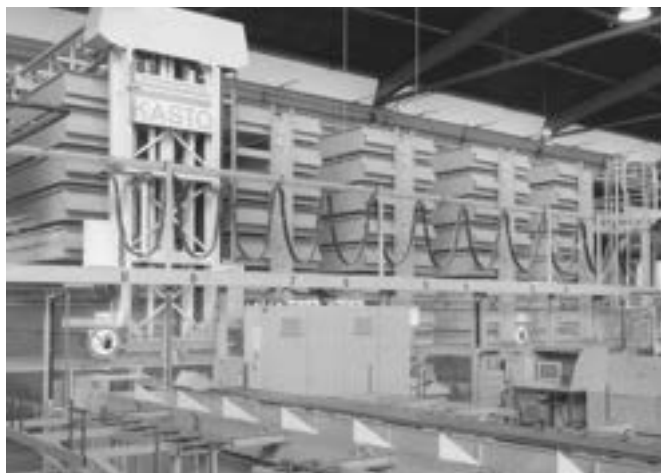


Figura 4.18. Sistema Kasto. Almacenamiento automático cargas largas

## 2.4. Criterios de selección

Medios de almacenamiento	Ocupación del suelo	Accesibilidad	Inversión
Apilamiento	5	1	1
Puntales	4	2	1
Cantilever	3	5	3

(Puntuación de 1 a 5.)

- La inversión total es la suma del:
  - espacio ocupado,
  - los medios de almacenamiento,
  - los medios de manipulación.

Medios de manipulación	Ocupación del suelo	Accesibilidad	Inversión
Grúa puente manual	5	2	3
Grúa puente con imán	5	2	5
Carretilla frontal	2	5	3
Carretilla cuatro caminos	3	5	4
Carretilla lateral	4	5	5

- Los costes de explotación son la suma de:
  - los costes de personal,
  - la tasa de amortización y mantenimiento de los medios de manipulación,
  - las amortización de los medios de almacenamiento,
  - la tasa de amortización del local.

## 3. LA EMPRESA

### 3.1. Descripción

La empresa Perfiles de Aluminio, S.A. se dedica a la fabricación de perfiles de aluminio de 6 m de largo a partir de fleje para usos industriales y para decoración del hogar.

Dos tipos de producto: perfiles y ángulos.

La gama de piezas es amplia: alrededor de 65 referencias vivas y con movimientos por la variedad de aplicaciones y por la diversidad de tonalidades.

Las piezas tienen un lote de fabricación para el control de los colores.

La empresa dispone de una fábrica en la zona norte y realiza su distribución de dos maneras:

- a través de 12 delegaciones propias (incluida la delegación de la zona norte),
- servicios directos a grandes clientes.

En la fábrica se dispone de un almacén regulador.

**Stock y movimientos**

Nº referencias	Unidad de carga de entradas	Frecuencia de las entradas
• 65 referencias	• Atados de perfiles y ángulos de aluminio	• 20 movimientos/día por atados

Nivel de stock	Unidad de carga de salidas	Frecuencia de las salidas
• 50.000 kg para 15 días	• Cajas de alrededor de 40 kg	• 100 movimientos/día por cajas

Los perfiles de aluminio de 6 m de largo se colocan en cajas de cartón de 40 kg de peso.

Existen varios tipos de cajas con diferentes anchuras (200-250 mm) y alturas (150-200 mm) según los tipos de perfiles y ángulos.

Se agrupan 6-12-24 cajas de cartón formando un atado para manejarlo con las grúas o con las carretillas como una unidad de carga.

Se ofrecen los datos del stock, agrupado por familias.

(Las ventas corresponden al primer semestre. Para elevarlas al año (rotaciones) × 1,833.)

Familia	Denominación	ud/ caja	kg/ caja	uds. stock	N cajas	Kilos stock	Ventas (unid.)	Rota- ciones
10	perfil 20 marrón	360	39	60.000	167	6.500	800.802	24,64
10	perfil 20 verde	360	39	18.000	50	1.950	257.562	26,42
10	perfil 50 marfil	360	39	18.000	50	1.950	153.276	15,72
10	perfil 50 naranja	300	39	15.000	50	1.950	117.868	14,51
10	perfil 30 rojo	300	43	12.000	40	1.712	135.348	20,82
10	perfil 40 blanco	300	41	12.000	40	1.620	123.576	19,01
10	perfil 40 rojo	300	34	12.000	40	1.340	114.642	17,64
10	perfil 40 verde	300	41	12.000	40	1.620	110.204	16,95
10	perfil 15 verde	300	41	9.000	30	1.215	176.588	36,22
10	perfil 30 verde	300	39	9.000	30	1.170	99.751	20,46
10	perfil 15 marfil	360	39	7.200	20	780	186.315	47,77
10	perfil 30 marrón	360	36	7.200	20	720	77.322	19,83
10	perfil 50 blanco	300	41	7.200	24	972	61.828	15,85
10	perfil 15 blanco	300	41	5.700	19	770	190.770	61,79
10	perfil 40 amarillo	300	39	5.400	18	702	54.606	18,67
10	perfil 20 naranja	300	41	4.500	15	608	70.659	28,99
10	perfil 40 marfil	360	36	4.200	12	420	42.877	18,85
10	perfil 20 marfil	300	43	3.000	10	428	55.246	34,01
10	perfil 30 naranja	300	43	3.000	10	428	34.068	20,96
10	perfil 40 naranja	300	41	3.000	10	405	29.522	18,17
10	perfil 30 marfil	300	41	2.400	8	324	31.080	23,91
10	perfil 15 marrón	300	43	1.500	5	214	29.088	35,8
10	perfil 30 amarillo	300	41	1.200	4	162	14.940	22,98
10	perfil 15 amarillo	300	39	900	3	117	20.560	42,17
10	perfil 30 blanca	300	41	900	3	122	12.000	24,62
10	perfil 50 marrón	300	41	900	3	122	6.600	13,54

Tabla 4.1. Ventas primer semestre. (Continúa)



Familia	Denominación	Ud/ caja	Kg/ caja	Uds. stock	N cajas	Kilos stock	Ventas (unid.)	Rotaciones
10	perfil 15 rojo	144	45	864	6	269	17.544	37,49
10	perfil 15 naranja	360	39	720	2	78	14.925	38,27
10	perfil 40 marrón	300	41	600	2	81	5.211	16,03
10	perfil 50 amarillo	300	41	600	2	81	4.800	14,77
10	perfil 50 rojo	300	39	600	2	78	4.500	13,85
10	perfil 20 blanca	360	39	360	1	39	6.840	35,08
10	perfil 20 amarillo	360	39	360	1	39	5.760	29,54
10	perfil 20 rojo	300	43	300	1	43	4.620	28,43
<b>Total 10</b>	<b>34</b>			<b>239.604</b>	<b>737</b>	<b>29.027</b>	<b>3.071.298</b>	
20	ángulo 10 naranja	300	41	50.000	167	6.750	333.298	12,31
20	ángulo 40 amarillo	360	39	25.000	69	2.708	54.900	4,05
20	ángulo 10 rojo	300	41	15.000	50	2.025	97.530	12
20	ángulo 50 amarillo	300	41	15.000	50	2.025	25.770	3,17
20	ángulo 10 naranja	360	39	12.000	33	1.300	80.885	12,44
20	ángulo 20 naranja	300	39	9.000	30	1.170	49.303	10,11
20	ángulo 10 marfil	360	39	8.640	24	936	60.690	12,97
20	ángulo 40 blanco	300	34	6.000	20	670	17.580	5,41
20	ángulo 20 marfil	300	43	5.100	17	728	29.202	10,57
20	ángulo 20 marrón	300	39	5.100	17	663	23.057	8,35
20	ángulo 10 verde	300	34	4.200	14	469	26.910	11,83
20	ángulo 20 verde	300	34	4.200	14	469	19.760	8,69
20	ángulo 30 marfil	300	41	4.200	14	567	17.738	7,8
20	ángulo 20 rojo	300	34	3.000	10	335	14.622	9
20	ángulo 40 marfil	300	34	3.000	10	335	7.327	4,51
20	ángulo 30 blanco	360	39	2.160	6	234	9.360	8
20	ángulo 50 rojo	300	34	2.100	7	235	3.210	2,82
20	ángulo 50 naranja	300	39	1.500	5	195	2.547	3,13
20	ángulo 10 blanco	300	34	900	3	101	6.437	13,2
20	ángulo 30 naranja	300	34	900	3	101	3.600	7,38
20	ángulo 10 marrón	300	39	600	2	78	3.765	11,58
20	ángulo 20 blanco	300	39	600	2	78	3.489	10,74
20	ángulo 30 rojo	360	39	360	1	39	1.080	5,54
20	ángulo 50 blanco	360	39	360	1	39	720	3,69
20	ángulo 50 marfil	360	39	360	1	39	720	3,69
20	ángulo 10 amarillo	300	43	300	1	43	2.100	12,92
20	ángulo 30 amarillo	300	34	300	1	34	1.200	7,38
20	ángulo 40 naranja	300	41	300	1	41	600	3,69
20	ángulo 40 rojo	300	39	300	1	39	600	3,69
20	ángulo 40 verde	300	39	300	1	39	600	3,69
20	ángulo 40 marrón	300	34	300	1	34	600	3,69
<b>Total 20</b>	<b>31</b>			<b>181.080</b>	<b>576</b>	<b>22.516</b>	<b>899.200</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>			<b>420.684</b>	<b>1.314</b>	<b>51.542</b>	<b>3.970.498</b>	

Tabla 4.1. Ventas primer semestre. (Continuación)

### 3.2. El almacén: datos y plano

Almacén de perfiles de aluminio.

Producto embalado en cajas de cartón y atados.

Características de la caja: longitud 6 m; anchura 0,2 a 0,25 m; altura 0,15 a 0,25 m; peso 40 kg (aproximadamente).

Almacenamiento a suelo con puntales y grúa puente como elemento de manipulación.

Un puntal tiene 600 mm de ancho y 1.500 mm de alto, lo cual, dadas las características del producto, permite almacenar:

A lo ancho → 2 cajas de 200-250 mm ( $2 \times 250 < 600$  mm-anchura interna del puntal).

A lo alto → 10 cajas de 150 mm o 6 cajas de 250 mm. Para los cálculos de peso y capacidad en altura tomamos siempre las situaciones más extremas.

Lo cual arroja un peso de →  $2 \times 10 \times 40 = 800$  kg por puntal.

Los volúmenes de stock son los siguientes:

- Perfiles de aluminio      29.027 kg
- Ángulos de aluminio      22.516 kg

Uniendo los datos de stock con las características del producto se obtiene el nivel de ocupación tanto en número de puntales como en superficie total:

Producto	Kgs. stock	Kgs./ puntal	Puntales necesarios	Anch. puntal	Long. perfil	Superficie ocupada (metros cuadrados)
Perfil aluminio	29.027	800	40 = (29.027/800)	0,6 m	6 m	40 punt $\times$ 0,6 m $\times$ 6 m = 144
Ángulo aluminio	22.516	800	30 = (22.516/800)	0,6 m	6 m	30 punt $\times$ 0,5 m $\times$ 6 m = 108

Tabla 4.2. Necesidades de almacenamiento

Esta es la superficie ocupada. Hay que tener en cuenta la anchura externa de los puntales (800 mm) y la anchura de los pasillos, como se observa en el plano del almacén (Figura 4.19).

Zona	En metros cuadrados
Almacenamiento	Anchura = 15; suma de (0,5 +6 + 2 +6 + 0,5) Longitud = 31; resultado de (1 + 36 $\times$ 0,8 +1) Superficie = 31 $\times$ 15 = 465
Expediciones	15 (anchura) $\times$ 9 (longitud) = 135
Muelles	15 (anchura) $\times$ 10 (longitud) = 150
TOTAL	750

(Ver plano para entender esta tabla, Figura 4.19.)

Tabla 4.3. Zonas de almacén

- Desde el punto B hasta el punto E se extiende una grúa puente para el manejo de la mercancía.
- Al efectuar la extracción de un pedido se toma el atado (o la caja) de la zona de almacén y se deposita en la zona de expedición.

- En esta zona se efectúan los atados de cajas. Una vez que se conforma un atado, con la misma grúa puente se lleva dicho atado a la zona de muelles (ambos extremos), agrupándolos por pedidos, en espera de que llegue el camión.
- Los atados en esta zona de muelle se dejan ya girados a 90° en el sentido longitudinal del almacén, para que la carga del camión sea más rápida, y no efectuar el giro al cargar el camión (las cargas largas viajan en el sentido longitudinal de la cama del camión).
- La carga del camión se efectúa también con la grúa puente.

*Notas:*

Referencias A: Hay varios puntales para cada referencia → ejemplo: perfil marrón 6.500 kg 8 puntales (6.500 kg / 800 kg por puntal).

Referencias C: Un puntal agrupa 10 referencias → ejemplo: ángulos con menos de 360 kg de stock.

Extraer las referencias C requiere muchas manipulaciones, es difícil revisar el stock y se producen averías al aplastar la mercancía.

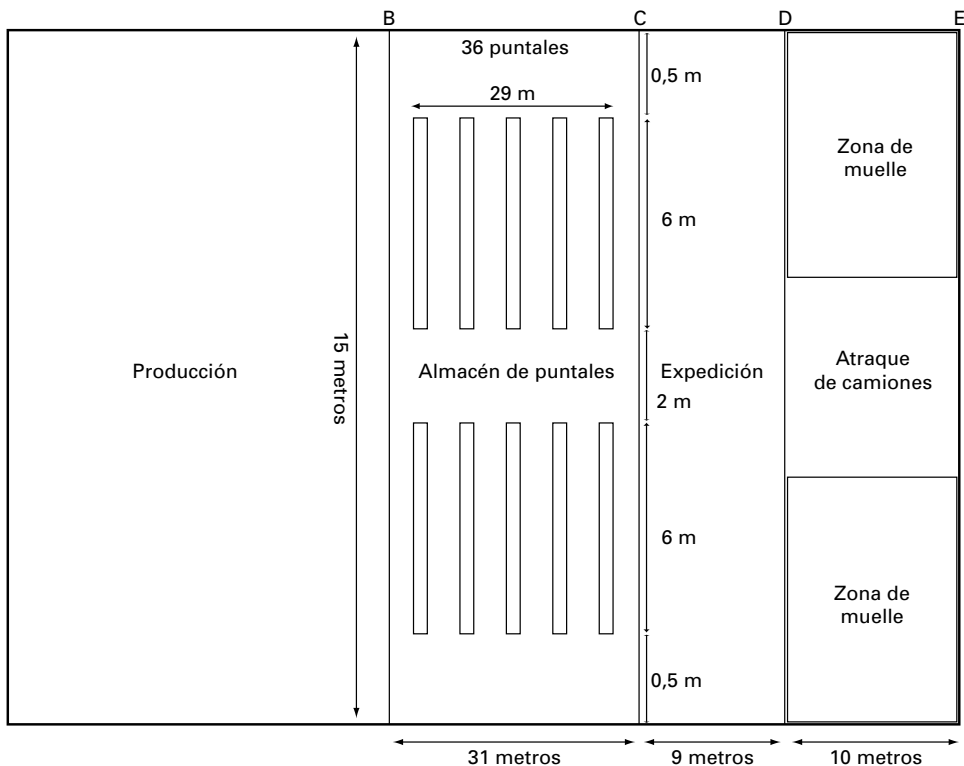


Figura 4.19. **Plano del almacén**

### 3.3. Oportunidad del cambio

Tradicionalmente la mercancía se ha colocado al final de las líneas de producción y el almacén de PT se ha estructurado en base a *grúas puente y puntales*.

En los últimos años el crecimiento del número de referencias está ocasionando que en el mismo puntal se coloquen varias referencias, lo que origina muchos movimientos de grúa en el momento de preparar los pedidos (referencias B y C). Si se desea extraer una referencia que está en la zona baja del puntal, hay que retirar previamente todas las que están encima, extraer la solicitada y volver a depositar en su sitio las extraídas inicialmente. Estos movimientos con grúa puente son lentos y, por lo tanto, costosos.

Antiguamente se enviaba a las delegaciones *un atado completo* de cada referencia para el consumo de un mes en las referencias A y de 3 meses en las referencias C, pero en los últimos años se les envía cajas sueltas para el consumo de una semana en las referencias A y para un mes en las referencias C.

Este cambio en la estructura de distribución y de gestión de stock en delegaciones obliga a un incremento en el número de manipulaciones en el almacén regulador. Esta tendencia va en aumento.

Las ventas están subiendo, lo cual está obligando a un incremento en la producción.

Este incremento de producción está obligando a instalar nuevas máquinas y a trasladar el almacén a unos pabellones nuevos cuando se sobrepasen ciertos niveles críticos.

La empresa dispone de terrenos (comprados por previsión hace años) y desea diseñar un modelo de almacén de PT que se adecúe a la situación actual y a las tendencias del mercado.

### 3.4. Objetivos

*Diseñar el nuevo almacén que permita:*

- Un control visual del stock:
  - Actualmente las referencias C se quedan al fondo de los puntales y resultan difíciles de localizar y a veces sufren aplastamiento.
  - En la práctica no se respeta el FIFO. Y aunque no se trata de productos de alimentación, sin embargo tampoco es conveniente seguir el sistema LIFO.
- Reducir los movimientos de preparación de pedidos:
  - Actualmente, cada vez que hay que extraer una caja de una referencia C que se encuentra en un puntal con otras cuatro referencias, es preciso mover todas las cajas: primeramente para extraer la referencia deseada y posteriormente hay que volver a colocar las referencias extraídas.

*Alternativas que se manejan:*

- *Situación actual:* Puntales y grúa puente.
- *Posible escenario futuro:* Estanterías cantilever y carretilla lateral o cuatro-caminos.

## 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ALTERNATIVAS

### 4.1. Planteamientos

Elección de variable para diseño del almacén sabiendo que:

- La unidad de ventas son las cajas.
- La unidad de almacenamiento son los atados (conjunto de varias cajas).

Cálculo de la capacidad de un local según el tipo de almacenamiento:

- A bloque o con puntales.
- Con estanterías cantilever.

Detección de los problemas de manipulación según:

- Diseño del almacén.
- Tipo de estanterías.

*Etapas en el análisis:*

Flujos: entradas, salidas, manipulaciones.

Stock.

- según familias,
- según ABC,
- según estanterías.

Almacén: plano, dimensiones, capacidad.

Capacidades *versus* necesidades.

Criterios de selección:

- facilidad de extracción,
- minimización de distancias.

### 4.2. Flujos → entradas

Fabricación por lotes:

- En las familias de perfiles se realizan más de 2 fabricaciones al mes.
- En las familias de ángulos se realizan 2 fabricaciones al mes, aunque varía en función de la demanda.

Embalado en cajas o atados:

- Las cajas forman atados de 6-12-18 cajas que se manipulan desde producción hasta los puntales con una grúa puente.

- Siendo el peso aproximado de las cajas de 40 kg, los pesos de los atados son: 240, 480 y 720 kg aproximadamente,

### Flujos → salidas

Envío a delegaciones: 2 pedidos cada día.

Envío a grandes clientes: 2 pedidos semanales.

Muchas referencias en cada pedido, lo cual implica que para preparar un pedido es necesario acceder a muchas estanterías

Pedidos por cajas completas, nunca unidades sueltas:

- casi nunca se envía un atado completo,
- es necesario seleccionar una caja de la pila de un puntal o del brazo de la estantería.

Los datos de ventas corresponden a un período de 6 meses.

Para elevar la cifra de ventas de 6 meses a nivel anual no hay que multiplicar por 2; hay que multiplicar por 11/6 (en agosto no hay ventas). (Consultar tabla páginas precedentes.)

### 4.3. Manipulaciones

#### *Situación actual*

- Extracción pedido a pedido (no hay extracción agrupada). Se hace así porque son únicamente 2 o 3 pedidos al día y resulta más sencillo trabajar de esta forma en la zona de expediciones (confección de los atados), para no tener que separar la misma referencia en función del pedido a que esté asignada. Se pierde más tiempo en la extracción, pero se gana en la confección de los atados.
- En los puntales para seleccionar las cajas de las referencias C es preciso remover con la grúa las cajas que se encuentran apiladas encima, extraer las cajas solicitadas y volver a apilar las cajas removidas.
- Medios de manipulación y distribución:
  - grúa puente,
  - pasillos transversales.
- Se presentan a continuación unos esquemas de cómo está distribuida actualmente la mercancía en los puntales y cómo quedaría distribuida en estanterías cantilever, con doble zona de almacenamiento: picking manual a menos de 2 m de altura, picking con carretilla por encima de los metros de altura ([Figuras 4.20 y 4.21](#)).

— *Ubicación de la mercancía en los puntales (cargas largas) + grúa puente:*

- Visión frontal de 1 puntal de 6 m de longitud.
- No permite mayor apilamiento por aplastamiento de los niveles inferiores.
- Hasta 6 referencias diferentes por puntal (referencias C).
- Pudieran ser los 6 niveles de la misma referencia (referencias super A).

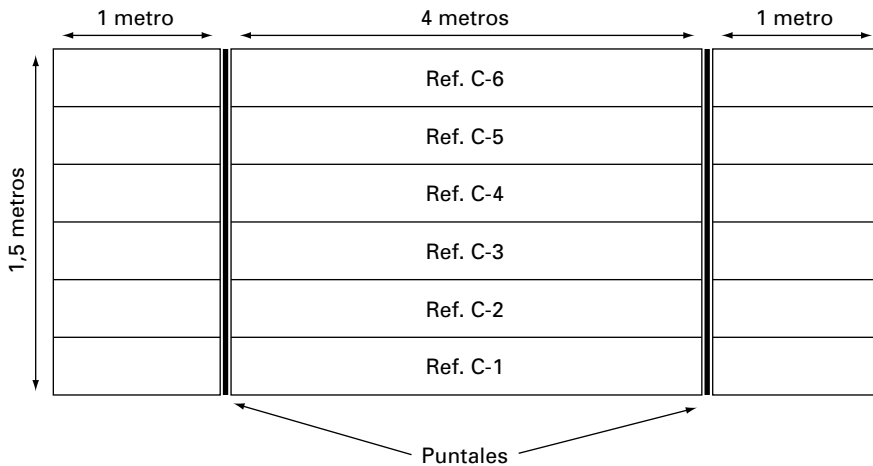


Figura 4.20. **Visión frontal**

- Visión lateral de varios puntales de 0,6 m anchura interna (0,8 m anchura externa, puntal incluido).

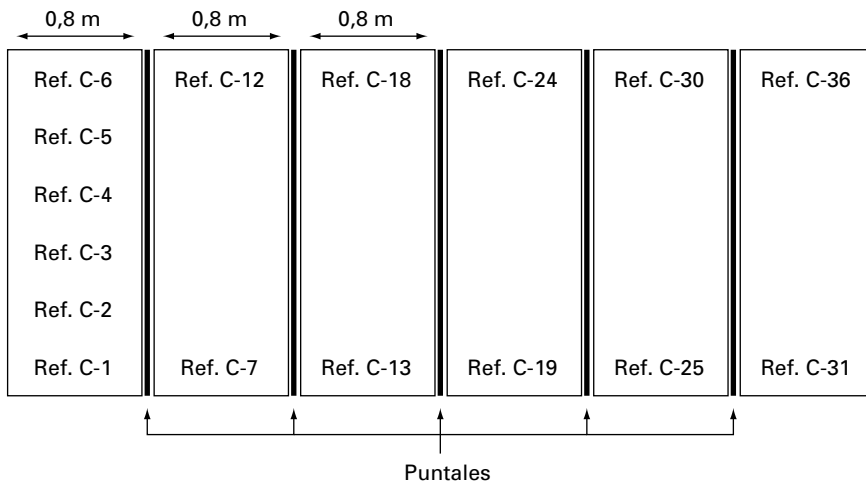


Figura 4.21. **Visión lateral**

*Alternativa → situación futura*

Estanterías cantilever y carretilla lateral (o cuatro caminos).

En las estanterías para seleccionar caja por caja caben tres alternativas:

- Con la carretilla bajar todo el atado, seleccionar a mano una caja, depositarla sobre un carrito y subir nuevamente el atado (procedimiento desechado).
- Con la carretilla subir dos operarios que extraen la caja sin mover el conjunto; no es recomendable por normativa de seguridad (procedimiento desechado).
- Si colocamos en las estanterías en el nivel del suelo un atado para picking de cajas completas no es necesario realizar movimientos con carretilla elevadora; este sistema requiere disponer de muchos brazos y una zona de doble almacenamiento.

Zonificación del almacén en dos alturas:

- zona de almacén para atados (pulmón) por encima de los 2 m,
- zona de picking manual (por debajo de los 2 m),
- (*es la misma zona dividida en dos alturas*),
- esta doble zonificación es para todas las referencias y en la misma vertical (entre dos bastidores) se sitúan dos referencias (propuesta inicial): a cota 0 una referencia y a cota 1 otra referencia (cotas de picking manual),
- por encima de los 2 metros se sitúan las mismas referencias (picking de atados y zona pulmón),
- posteriormente se detallan estos aspectos,

Medios de manipulación y distribución de estanterías y pasillos:

- Carretilla cuatrocaminos o carretilla lateral.
- Pasillos longitudinales.

Se presentan a continuación unos esquemas de cómo quedaría distribuida la mercancía en los puntales ([Figuras 4.22](#) y [4.23](#)).

- *Ubicación de la mercancía, estanterías cantilever y carretilla lateral:*
  - Visión frontal de dos bastidores (una estantería cantilever).
  - Aunque se pierde densidad superficial de almacenamiento (se necesitan pasillos para la carretilla) permite ganar en altura, ya que no hay problemas de aplastamiento de la mercancía. En este caso, hasta 6 metros de altura (nivel superior del último atado).
  - Dependiendo de la separación entre brazos, si la estantería tiene 6 metros de altura caben diferentes combinaciones:
    - 5 brazos separados por 1 m, lo cual arroja 6 niveles (ejemplo propuesto). Mercancías A y super A. 2 niveles de picking manual (cotas 0 y 1) y 4 niveles de picking con carretilla (cotas 2 a 5).



- 10 brazos, separados por 0,5 m, lo cual arroja 11 niveles. 4 niveles para picking manual (cotas 0, 1, 2 y 3) y 7 cotas para picking con carretilla (cotas 4 a 10).

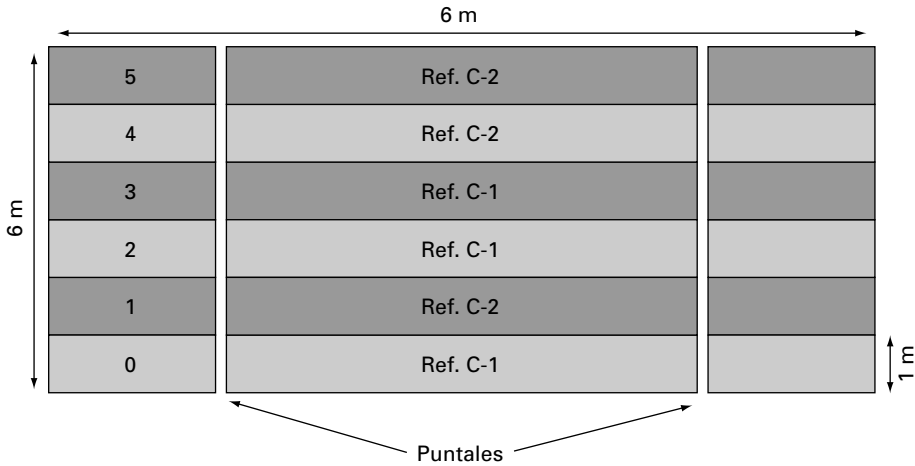


Figura 4.22. Nueva distribución de referencias. Visión frontal

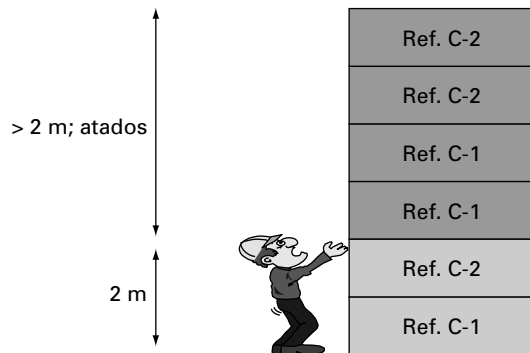


Figura 4.23. Puntales, nuevo esquema. Visión lateral

#### 4.4. El stock

##### *Stock según familias*

El detalle del stock según familias se ha presentado anteriormente al comentar los datos de la empresa (Tabla 4.1).

Aquí se presenta un resumen analizado.

			STOCK		VENTAS	
Familia	Nº ref.	Denominación	Unidades	Cajas	Kgs.	Unidades
10	34	Perfiles	239.604	737	29.027	3.071.298
20	31	Ángulos	181.080	576	22.516	899.200
	65	TOTAL	420.684	1.314	51,542	3.970.498

Tabla 4.4. Stock por familias (Resumen)

Rotación media:

- perfiles  $(3.071.298 / 239.0604) \times (11/6) = 23.7$  (las ventas se multiplican por 11/6 para elevarlas al año),
- ángulos  $(899.200 / 181.080) \times (11/6) = 9,1$ .

Días de cobertura:

- perfiles  $365 / 23,7 = 15$ ,
- ángulos  $365 / 9,1 = 40$ .

### Stock según ABC

Las necesidades de espacio en el almacén son diferentes según el número de cajas en stock, por ello presentamos el stock ordenado de mayor a menor. Para interpretación de casillas, columnas, etc., puede consultarse el análisis anterior por familias.

En primer lugar, referencia a referencia (Tabla 4.5).

Después en cuadro separado: agrupadamente (Tabla 4.6).

Familia	Denominación	Ud/ caja	Kg/ caja	Stock (unid.)	Ventas (unid.)	Rotación	N cajas stock	Kilos stock	Kilos acum.	%	Categ. ABC
10	perfil 20 marrón	360	39	60000	800802	24,64	166,7	6500	6500	12,61	A0
20	ángulo 10 naranja	300	40,5	50000	333298	12,31	166,7	6750	13250	25,71	A0
	<b>2</b>			<b>110000</b>	<b>1134100</b>		<b>333,3</b>	<b>13250</b>			<b>Total A0</b>
20	ángulo 40 amarillo	360	39	25000	54900	4,05	69,4	2708	15958	30,96	A1
10	perfil 20 verde	360	39	18000	257562	26,42	50,0	1950	17908	34,75	A1
10	perfil 50 marfil	360	39	18000	153276	15,72	50,0	1950	19858	38,53	A1
10	perfil 50 naranja	300	39	150000	117868	14,51	50,0	1950	21808	42,31	A1
20	ángulo 10 rojo	300	40,5	15000	97530	12	50,0	2025	23833	46,24	A1
20	ángulo 50 amarillo	300	40,5	15000	25770	3,17	50,0	2025	25858	50,17	A1
	<b>6</b>			<b>106000</b>	<b>706906</b>		<b>319,4</b>	<b>12608</b>			<b>Total A1</b>
10	perfil 30 rojo	300	42,8	12000	135348	20,82	40,0	1712	27570	53,49	A2
10	perfil 40 blanco	300	40,5	12000	123576	19,01	40,0	1620	29190	56,63	A2
10	perfil 40 rojo	300	33,5	12000	114642	17,64	40,0	1340	30530	59,23	A2
10	perfil 40 verde	300	40,5	12000	110204	16,95	40,0	1620	32150	62,38	A2
20	ángulo 10 naranja	360	39	12000	80885	12,44	33,3	1300	33450	64,90	A2
10	perfil 15 verde	300	40,5	9000	176588	36,22	30,0	1215	34665	67,26	A2
10	perfil 30 verde	300	39	9000	88751	20,46	30,0	1170	35835	69,53	A2
20	ángulo 20 naranja	300	39	9000	49303	10,11	30,0	1170	37005	71,80	A2
20	ángulo 12 marfil	260	39	8640	60690	12,97	24,0	936	37941	73,61	A2
	<b>9</b>			<b>95640</b>	<b>950987</b>		<b>307,3</b>	<b>12083</b>			<b>Total A2</b>

Tabla 4.5. Análisis ABC de stock y ventas (detalle). (Continúa)

Fami- lia	Denominación	Ud/ caja	Kg/ caja	Stock (unid.)	Ventas (unid.)	Rota- ción	N cajas stock	Kilos stock	Kilos acum.	%	Categ. ABC
10	perfil 15 marfil	360	39	7200	186315	47,77	20,0	780	38721	75,13	C
10	perfil 30 marrón	360	36	7200	77322	19,83	20,0	720	39441	76,52	C
10	perfil 50 blanco	300	40,5	7200	61828	15,85	24,0	972	40413	78,41	C
20	ángulo 40 blanco	300	33,5	6000	17580	5,41	20,0	670	41083	79,71	C
10	perfil 15 blanco	300	40,5	5700	190770	61,79	19,0	769,5	41853	81,20	C
10	perfil 40 amarillo	300	39	5400	54606	18,67	18,0	702	42555	82,56	C
20	ángulo 20 marfil	300	42,8	5100	29202	10,57	17,0	727,6	43282	83,98	C
20	ángulo 20 marrón	300	39	5100	23057	8,35	17,0	663	43945	85,26	C
10	perfil 20 naranja	300	40,5	4500	70659	28,99	15,0	607,5	44553	86,44	C
10	perfil 40 marfil	360	36	4200	42877	18,85	11,7	420	44973	87,25	C
20	ángulo 10 verde	300	33,5	4200	26910	11,83	14,0	469	45442	88,16	C
20	ángulo 20 verde	300	33,5	4200	19760	8,59	14,0	469	45911	89,07	C
20	ángulo 30 marfil	300	40,5	4200	17,738	7,8	14,0	567	46478	90,17	C
10	perfil 20 marfil	300	42,8	3000	55246	34,01	10,0	428	46906	91,01	C
10	perfil 30 naranja	300	42,8	3000	34068	20,96	10,0	428	47334	91,84	C
10	perfil 40 naranja	300	40,5	3000	29522	18,17	10,0	405	47739	92,62	C
20	ángulo 20 rojo	300	33,5	3000	14622	9	10,0	335	48074	93,27	C
20	ángulo 40 marfil	300	33,5	3000	7327	4,51	10,0	335	48409	93,92	C
10	perfil 30 marfil	300	40,5	2400	31080	23,91	8,0	324	48733	94,55	C
20	ángulo 30 blanco	360	39	2160	9360	8	6,0	234	48967	95,00	C
20	ángulo 50 rojo	300	33,5	2100	3210	2,82	7,0	234,5	49201	95,46	C
10	perfil 15 marrón	300	42,8	1500	29088	35,8	5,0	214	49415	95,87	C
20	ángulo 50 naranja	300	39	1500	2547	3,13	5,0	195	49,610	96,25	C
10	perfil 30 amarillo	300	40,5	1200	14940	22,98	4,0	162	49772	96,57	C
10	perfil 15 amarillo	300	39	900	20560	42,17	3,0	117	49889	96,79	C
10	perfil 30 blanca	300	40,5	900	12000	24,62	3,0	121,5	50011	97,03	C
10	perfil 50 marrón	300	40,5	900	6600	13,54	3,0	121,5	50132	97,27	C
20	ángulo 10 blanco	300	33,5	900	6437	13,2	3,0	100,5	50233	97,46	C
20	ángulo 30 naranja	300	33,5	900	3600	7,38	3,0	100,5	50333	97,66	C
10	perfil 15 rojo	144	44,8	864	17544	37,49	6,0	268,8	60602	98,18	C
10	perfil 15 naranja	360	39	720	14925	38,27	2,0	78	60,680	98,33	C
10	perfil 40 marrón	300	40,5	600	5211	16,03	2,0	81	50761	98,49	C
10	perfil 50 amarillo	300	40,5	600	4800	14,77	2,0	81	50842	98,64	C
10	perfil 50 rojo	300	39	600	4500	13,85	2,0	78	50920	98,79	C
20	ángulo 10 marrón	300	39	600	3765	11,58	2,0	78	50998	98,95	C
20	ángulo 20 blanco	300	39	600	3489	10,74	2,0	78	51076	99,10	C
10	perfil 20 blanca	360	39	360	6840	35,08	1,0	39	51115	99,17	C
10	perfil 20 amarillo	360	39	360	5760	29,54	1,0	39	61154	99,25	C
20	ángulo 30 rojo	360	39	360	1080	5,54	1,0	39	51193	99,32	C
20	ángulo 50 blanco	360	39	360	720	3,69	1,0	39	51232	99,40	C
20	ángulo 50 marfil	360	39	360	720	3,69	1,0	39	51271	99,47	C
10	perfil 20 rojo	300	42,8	300	4620	28,43	1,0	42,8	51314	99,56	C
20	ángulo 10 amarillo	300	42,8	300	2100	12,92	1,0	42,8	51357	99,64	C
20	ángulo 30 amarillo	300	33,5	300	1200	7,38	1,0	33,5	51390	99,71	C
20	ángulo 40 naranja	300	40,5	300	600	3,69	1,0	40,5	51431	99,78	C
20	ángulo 40 rojo	300	39	300	600	3,69	1,0	39	51470	99,86	C
20	ángulo 40 verde	300	39	300	600	3,69	1,0	39	51509	99,94	C
20	ángulo 40 marrón	300	33,5	300	600	3,69	1,0	33,5	51542	100,00	C
	<b>48</b>			<b>109044</b>	<b>1178505</b>		<b>353,7</b>	<b>13061</b>			<b>Total C</b>
	<b>65</b>			<b>420684</b>	<b>3970498</b>		<b>1313,8</b>	<b>51542</b>			<b>TOTAL</b>

Tabla 4.5. Análisis ABC de stock y ventas (detalle). (Continuación)

Trabajando con los datos del informe anterior se obtiene este cuadro que indica las necesidades de almacenamiento y el rango de cada grupo de referencias:

Grupo	Nº ref.	Nº cajas	Kgs.	Promedio cajas/ref.	Rango cajas
A0 0-25%	2	333	13.250	167	166-167
A1 25-50%	6	319	12.608	53	70-50
A2 50-75%	9	307	12.083	34	40-24
C 75-100%	48	354	13.061	7	20-1
TOTAL	65	1.314	51.542		

Tabla 4.6. Análisis ABC de stock (resumen)

- Las referencias A requieren varios brazos en las estanterías para colocar todas las cajas, este es un problema de capacidad.
- Las referencias C permiten colocar varias referencias en un brazo pero entonces el almacén no quedaría ordenado, este es un problema de operatividad.
- El tratamiento de las referencias A y C debe ser diferente pues plantean un problema distinto.
- Las referencias A —pocas y en abundante cantidad— exigen una solución que contemple una buena capacidad de almacenamiento (a la par que una buena accesibilidad).
- En cambio, las referencias C plantean el problema de la accesibilidad exclusivamente. No se puede dar el mismo tratamiento a referencias que tienen un stock de 50, 100 o más cajas en stock que a productos que cuentan con 10 o menos cajas.

## 4.5. Estanterías

### Tipos

En el manejo de cargas largas, como norma general, no interesa mover la mercancía a grandes alturas, por problemas de estabilidad y pandeo de la carga. Por ello limitamos la altura de la estantería a 5 m para no sobredimensionar el mástil de la carretilla.

Preparamos en el almacén *dos tipos de estanterías cantilever*:

- *De 5 brazos* para los productos con mucho stock (cota cero más 5 brazos), para las referencias A (como luego se indica).

Son estanterías de 6 niveles (5 brazos). Los niveles 0 (suelo) y 1 para picking manual, el resto (niveles 2-5) para picking con carretilla. Distancia entre brazos: 1 m.

- *De 10 brazos* para los productos con poco stock (cota cero más 10 brazos), para las referencias B y C.

Son estanterías de 10 niveles. Los niveles 0, 1, 2, 3, para picking manual. Los niveles 4 al 10 para picking con carretilla. Distancia entre brazos: 0,5 m.

Los niveles hasta 1,60 m de altura los reservamos para picking manual.

### Variable de control

- Existen varios tipos de cajas con diferentes anchuras (200 a 250 mm) y alturas (150 a 250 mm) según los tipos de perfiles.
- El número de unidades por caja es variable: perfiles, ángulos, etc. Por ello, tomamos los kilos como unidad de control y en base a ello hemos efectuado las clasificaciones ABC.
- Si las cajas hubieran sido de las mismas dimensiones y peso habríamos tomado la caja como variable de control (similar al almacén de palets), pero no ha sido éste el caso.

### Capacidad

En el manejo de cargas largas, como norma general, no interesa mover la mercancía a grandes alturas, por problemas de estabilidad y pandeo de la carga.

Peso y dimensiones de las cajas: como se indicó anteriormente, existen varios tipos de cajas con diferentes anchuras (200-250 mm) y alturas (150-250 mm) según los tipos de perfiles y ángulos.

- *Características de las estanterías cantilever para este almacén:*

Nº brazos	Capac. (peso)	Fondo (mm)	Altura (mm)	Capacidad teórica (cajas)	Peso soportado (kg)
5	550 kg	1.000	1.000	5 o 4 (fondo) × 4 a 3 (altura) = entre 20 y 12. Pero existe limitación de peso (550) → 12	480 (40 × 12)
10	230	800	500	4 o 3 fondo × 1 o 2 altura = entre 8 y 3. Pero existe una limitación en el peso → 5 cajas	200 (40 × 5)

Tabla 4.7. Características de las estanterías cantilever propuestas

Conviene dejar 150-200 mm entre la última caja y el siguiente brazo para facilitar los movimientos de la carretilla elevadora.

Caben varias combinaciones de dimensiones, pesos y número de brazos.

#### 4.6. Distribución del stock en las estanterías

Vamos asignando a cada referencia un brazo de la estantería cantilever para picking manual y el número de brazos necesarios para picking en altura (en función de sus necesidades de almacenamiento). Previamente se han clasificado las referencias en la tabla según el número de cajas que haya en stock.

Así calculamos el número de estanterías cantilever necesarias.

Se presenta a continuación la asignación detallada referencia por referencia.

								Est. 5 brazos		Est. 10 brazos	
Fami- lia	Denominación	Unid./ caja	Kg/ caja	Stock (unids.)	Stock (cajas)	Stock (kilos)	Stock (kg acum.)	Cota manual	>2 metr.	Cota manual	>2 metr.
10	perfil 20 marrón	360	39	60.000	167	6.500	6500	1	12		
20	ángulo 10 naranja	300	40,5	50.000	167	6.750	13250	1	12		
20	ángulo 40 amarillo	360	39	25.000	69	2.708	15958	1	5		
10	perfil 20 verde	360	39	18.000	50	1.950	17908	1	3		
10	perfil 50 marfil	360	39	18.000	50	1.950	19858	1	3		
10	perfil 50 naranja	300	39	15.000	50	1.950	21808	1	3		
20	ángulo 10 rojo	300	40,5	15.000	50	2.025	23833	1	3		
20	ángulo 50 amarillo	300	40,5	15.000	50	2.025	25858	1	3		
10	perfil 30 rojo	300	42,8	12.000	40	1.712	27570	1	3		
10	perfil 40 blanco	300	40,5	12.000	40	1.620	29190	1	3		
10	perfil 40 rojo	300	33,5	12.000	40	1.340	30530	1	2		
10	perfil 40 verde	300	40,5	12.000	40	1.620	32150	1	3		
20	ángulo 10 naranja	360	39	12.000	33	1.300	33450	1	2		
10	perfil 15 verde	300	40,5	9.000	30	1.215	34665	1	2		
10	perfil 30 verde	300	39	9.000	30	1.170	35835	1	2		
20	ángulo 20 naranja	300	39	9.000	30	1.170	37005	1	2		
20	ángulo 10 marfil	360	39	8.640	24	936	37941	1	1		
	<b>referencias → 17</b>			<b>311.640</b>	<b>960</b>	<b>37.941</b>		<b>17</b>	<b>64</b>		
10	perfil 15 marfil	360	39	7.200	20	780	38721			1	3
10	perfil 30 marrón	360	36	7.200	20	720	39441			1	3
10	perfil 50 blanco	300	40,5	7.200	24	972	40413			1	4
20	ángulo 40 blanco	300	33,5	6.000	20	670	41083			1	3
10	perfil 15 blanco	300	40,5	5.700	19	770	41853			1	3
10	perfil 40 amarillo	300	39	5.400	18	702	42555			1	3
20	ángulo 20 marfil	300	42,8	5.100	17	728	43282			1	3
20	ángulo 20 marrón	300	39	5.100	17	663	43945			1	3
10	perfil 20 naranja	300	40,5	4.500	15	608	44553			1	2
10	perfil 40 marfil	360	36	4.200	12	420	44973			1	1
20	ángulo 10 verde	300	33,5	4.200	14	469	45442			1	2
20	ángulo 20 verde	300	33,5	4.200	14	469	45911			1	2
20	ángulo 30 marfil	300	40,5	4.200	14	567	46478			1	2
10	perfil 20 marfil	300	42,8	3.000	10	428	46906			1	1
10	perfil 30 naranja	300	42,8	3.000	10	428	47334			1	1
10	perfil 40 naranja	300	40,5	3.000	10	405	47739			1	1
20	ángulo 20 rojo	300	33,5	3.000	10	335	48074			1	1
20	ángulo 40 marfil	300	33,5	3.000	10	335	48409			1	1
10	perfil 30 marfil	300	40,5	2.400	8	324	48733			1	1
20	ángulo 30 blanco	360	39	2.160	6	234	48967			1	1
20	ángulo 50 rojo	300	33,5	2.100	7	235	49201			1	1
10	perfil 15 marrón	300	42,8	1.500	5	214	49415			1	1
20	ángulo 50 naranja	300	39	1.500	5	195	49610			1	
10	perfil 30 amarillo	300	40,5	1.200	4	162	49772			1	
10	perfil 15 amarillo	300	39	900	3	117	49889			1	
10	perfil 30 blanca	300	40,5	900	3	122	50011			1	
10	perfil 50 marrón	300	40,5	900	3	122	50132			1	
20	ángulo 10 blanco	300	33,5	900	3	101	50233			1	
20	ángulo 30 naranja	300	33,5	900	3	101	50333			1	
10	perfil 15 rojo	144	44,8	864	6	269	50602			1	
10	perfil 15 naranja	360	39	720	2	78	50680			1	
10	perfil 40 marrón	300	40,5	600	2	81	50761			1	
10	perfil 50 amarillo	300	40,5	600	2	81	50842			1	
10	perfil 50 rojo	300	39	600	2	78	50920			1	
20	ángulo 10 marrón	300	39	600	2	78	50998			1	
20	ángulo 20 blanco	300	39	600	2	78	51076			1	

Tabla 4.8. Asignación de referencias a estanterías (detalle). (Continúa)

								Est. 5 brazos		Est. 10 brazos	
Fami- lia	Denominación	Unid./ caja	Kg/ caja	Stock (unids.)	Stock (cajas)	Stock (kilos)	Stock (kg acum.)	Cota manual	>2 metr.	Cota manual	>2 metr.
10	perfil 20 blanca	360	39	360	1	39	51115			1	
10	perfil 20 amarillo	360	39	360	1	39	51154			1	
20	ángulo 30 rojo	360	39	360	1	39	51193			1	
20	ángulo 50 blanco	360	39	360	1	39	51232			1	
20	ángulo 50 marfil	360	39	360	1	39	51271			1	
10	perfil 20 rojo	300	42,8	3000	1	43	51314			1	
20	ángulo 10 amarillo	300	42,8	300	1	43	51357			1	
20	ángulo 30 amarillo	300	33,5	300	1	34	51390			1	
20	ángulo 40 naranja	300	40,5	300	1	41	51431			1	
20	ángulo 40 rojo	300	39	300	1	39	51470			1	
20	ángulo 40 verde	300	39	300	1	39	51509			1	
20	ángulo 40 marrón	300	33,5	300	1	34	51542			1	
	<b>referencias → 48</b>			<b>109.044</b>	<b>354</b>	<b>13.601</b>				<b>48</b>	<b>43</b>
	<b>Total ref. → 65</b>			<b>420.684</b>	<b>1.314</b>	<b>51.542</b>		<b>17</b>	<b>64</b>	<b>48</b>	<b>43</b>

Tabla 4.8. Asignación de referencias a estanterías (detalle). (Continuación)

### Observaciones

Se ha efectuado el corte en 17 referencias (las 17 más importantes) después de efectuar diversos ensayos. Hubiera podido hacerse entre 15 y 20. Siempre en función del volumen de stock y movimientos.

No olvidar que la logística no es una ciencia exacta como las matemáticas.

Si dispone de tiempo suficiente puede efectuar esta asignación seleccionando las 20 primeras referencias y asignándoles estanterías cantilever de 5 brazos.

El resumen del informe anterior es el siguiente:

En kg				Est. 5 brazos		Est. 10 brazos		
	Tamaño estantería	Nº referencias	Kg stock	Nº cajas	0-1	2-5	0-3	4-10
550	17	37.941	960		17	64		
230	48	13.601	354				48	43
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>51.592</b>	<b>1.314</b>		<b>17</b>	<b>64</b>	<b>48</b>	<b>43</b>
Estanterías					9	16	12	7

Tabla 4.9. Asignación de referencias a estanterías (resumen)

Para calcular el número de estanterías necesarias, sabiendo el número de brazos según la doble zona de almacenamiento, tomaremos siempre el mayor de los dos.

*Ejemplo*

Estanterías = Brazos (Niveles) necesarios/Número de Brazos según tipo de estantería.

- Estanterías necesarias de 5 brazos:

Cotas 0 y 1 →  $17/2 = 9$  estanterías (redondeando a la unidad superior);

Cotas 2, 3, 4, 5 →  $64/4 = 16$  estanterías.

*Se necesita el número de estanterías mayor → 16 estanterías de 5 brazos.*

- Estanterías necesarias de 10 brazos:

Cotas 0, 1, 2 y 3 →  $48/4 = 12$  estanterías;

Cotas 4 hasta 10 →  $43/7 = 7$  estanterías.

*Se necesita el número de estanterías mayor → 12 estanterías de 10 brazos.*

**4.7. Nuevo lay-out del almacén**

*Distribución de las estanterías y asignación de referencias a estanterías:*

1	2	3	4	5	6	7	8	Muelle
Pasillo 1								
1	2	3	4	5	6	Zona de expediciones		Atraque
7	8	9	10	11	12			
Pasillo 2								Muelle
9	10	11	12	13	14	15	16	

Figura 4.24. **Nuevo lay-out del almacén**

- Las 16 estanterías de los extremos, de 5 brazos (numeradas 1-16) con capacidad para 550 kg se destinan a las 17 referencias A.
- Las estanterías del centro, de 10 brazos (numeradas 1-12) con capacidad para 230 kg se destinan a las referencias C (resto de referencias).
- En un pasillo (pasillo 1) colocamos la familia de ángulos y en otro (pasillo 2) la de perfiles que pueden disponer de estanterías pesadas y ligeras para cada tipo de referencia.
- La carretilla lateral en los desplazamientos por el pasillo es rápida pero es lenta en el cambio de pasillo, por lo que interesa pocos pasillos pero largos. De ahí que se efectúe una distribución longitudinal.



- En la zona de expediciones se agrupan en una cuna varias referencias para formar un nuevo atado que permita la carga de un camión como un conjunto y no como cajas individualmente.

### Dimensiones

#### Anchura del almacén:

- Estanterías de 5 brazos:  
1.300 mm de profundidad (1.000 mm el brazo y 300 mm el bastidor)  $\times 2 = 2.600$  mm.
- Estanterías de 10 brazos:  
1.000 mm de profundidad (800 mm el brazo y 200 mm el bastidor)  $\times 2 = 2.000$  mm.
- Pasillos de 4.200 mm  $\times 2 = 8.400$  mm:  
 $\rightarrow 2.600 + 2.000 + 8.400 = 13.000$  mm.

#### Longitud del almacén:

- Estanterías de 6.000 mm + holgura 250 mm  $\rightarrow 6.250$  mm.
- $6.250 \times 8 = 50.000$  mm.

Zona	Longitud	Anchura	Altura	Superficie
Almacén	50	13	6	650
Muelle	10	13		130
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>13</b>		<b>780</b>

(Dimensiones en metros. Superficie en m<sup>2</sup>.)

### Criterios de ordenación:

El objetivo es maximizar la operatividad cara a una disminución de costes operativos y mejora de la calidad de servicio.

Por ello, nos fijamos en el *ciclo de trabajo*: funciones a desarrollar para servir un pedido.

El *ciclo de trabajo* consta de dos fases: extracción + recorrido.

- *Extracción*  $\rightarrow$  facilitarla al máximo. Para ello las medidas propuestas son:
  - Una referencia de cada clase a la altura del operario:
    - cotas 0-1 en las estanterías de 5 brazos,
    - cotas 0-1-2-3 en las estanterías de 10 brazos.
  - Resto de mercancía en las baldas superiores, a partir de los 2 metros.
- *Recorrido*  $\rightarrow$  minimización de distancias a recorrer. Para ello las medidas propuestas son:

- Ubicación de los perfiles en las estanterías orientadas al pasillo 1 (tanto en las de 5 brazos como en las de 10 brazos) y según la asignación de referencias a estanterías indicada en un punto anterior.
- Ubicación de los ángulos en las estanterías orientadas al pasillo 2.
- Ordenar según ABC de ventas, dentro de cada pasillo, de modo que las referencias más vendidas (según sea perfil o ángulo) se sitúen en las estanterías más próximas a la zona de expediciones.

#### *Preparación de pedidos:*

- 2 ó 3 pedidos por día (2 pedidos diarios para servir a delegación y 2 pedidos semanales para grandes clientes).
- Ruta de recogida según medio de manipulación:
  - Carretilla:
    - Referencias A: los atados de hasta 480 kgs.
    - Referencias C: los atados de hasta 200 kgs.
  - Manual:
    - Referencias A: las cajas sueltas las manipulan dos operarios que en cada pasillo extraen las cajas y las depositan en un carro; cuando el carro llega a la playa de expediciones, se depositan y se efectúan atados que se trasladan a la zona de muelles para la carga del camión de ruta.
    - Referencias C: las cajas sueltas las manipulan dos operarios. Operativa idéntica a la anterior.

#### *Carga del camión:*

- Los pedidos (2 ó 3) que ya están preparados y agrupados en la zona de muelles se cargan por el lateral para facilitar la maniobra.
- Basta con un solo muelle, pues esta operación, estando los pedidos preparados previamente, no lleva más de 20 min.

## 5. PROPUESTAS

Llegados a este punto es necesario efectuar balance. Se ha analizado la situación de partida, también se han considerado diversas alternativas tanto en cuanto a estanterías como en cuanto a medios de manipulación.

Una cuestión sí es preciso tenerla muy clara: todas las ventajas nunca están del mismo lado. En almacenaje, si queremos primar por encima de toda otra consideración la capacidad de almacenamiento, los costes operativos se incrementarán. Por el contrario, si se desea un diseño operativo del almacén con máxima efectividad en la preparación de pedidos será necesario controlar que el índice de ocupación, y por lo tanto los costes de inversión, no se disparen.

En el presente caso, establecemos una evaluación comparativa de alternativas y se termina la exposición presentando propuestas adicionales.

## 5.1. Evaluación de alternativas

Item a analizar	Situación	
	Actual	Alternativa propuesta
<b>Almacenamiento (muelle incluido)</b>		
Superficie (m <sup>2</sup> ) Método o sistema Inversión Inversión comparativa	650 m <sup>2</sup> Puntales Alta	780 m <sup>2</sup> Estanterías cantilever Alta 130 m <sup>2</sup> más de almacén Las estanterías cantilever son más caras que los puntales
<b>Manipulación</b>		
Elemento de manipulación Inversión Inversión comparativa	Grúa puente Elevada	Carretilla lateral Elevada Similar
<b>Accesibilidad</b>		
Referencias A  Referencias C	Buena en los atados Regular en las cajas Mala	Buena  Buena
<b>Plantilla</b>		
Personas y medios  Costes operativos	Gruísta y 2 operarios 8 horas Altos (3 operarios)	Carretillero y 1 operario 4 horas Bajos (1 operario)
<b>Calidad</b>		
	Roturas Difícil gestión de stock	Sin averías Stock visual

En síntesis, la alternativa propuesta:

- Mejora la capacidad global de preparación de pedidos.
- Mejora la calidad de servicio al cliente.
- Con menos costes operativos.
- Con mayor inversión.

## 5.2. Propuestas adicionales

- La *propuesta principal* incluye: estanterías cantilever, carretilla lateral y nuevo lay-out del almacén.
- Como *propuestas adicionales* se incluyen:
  1. *Producción* debe efectuar atados de 4, 6 o 12 cajas, pues las estanterías cantilever seleccionadas tienen una capacidad para 550 ó 230 kg (según lo analizado previamente):
    - Las referencias A en atados de 6 y 12 cajas (se piden en mayor cantidad).
    - Las referencias C en atados de 4 cajas (se piden en menor cantidad y además existe el tope de capacidad en peso de las estanterías de 10 brazos).
  2. *Ajustar los envíos a las delegaciones* a unos múltiplos:
    - Al efectuar un envío semanal a las delegaciones de Barcelona y Madrid y al resto de delegaciones con mayor movimiento (son 12 delegaciones y se sirven 2 pedidos por día; es decir, cada delegación tiene un servicio a la semana), podemos ajustar el tamaño del envío en las referencias al tamaño del atado (6-12 cajas). No incrementa el stock de las delegaciones y reduce las manipulaciones.
    - Idéntico procedimiento y para las mismas delegaciones en lo que se refiere a referencias C: intentar ajustar el tamaño del envío a un múltiplo de la unidad de carga, esto es, atados de 4 cajas.

## 6. CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

A partir de qué longitud de bulto utilizaría estanterías cantilever.

1. 50 centímetros.
2. 3 metros.
3. 5 metros.

### Cuestionario 2

Qué método de almacenamiento aprovecha mejor la superficie del almacén

1. Puntales.
2. Estanterías cantilever.

### Cuestionario 3

Qué método de almacenamiento aprovecha mejor la altura del almacén

1. Puntales.
2. Caballetes.
3. Colmenas.
4. Estanterías cantilever.

### Cuestionario 4

El almacén de la empresa Beta tiene 3 m de altura. Maneja cargas consistentes en perfiles rígidos de hasta 2 m de altura y de poco peso.

El número de referencias es elevado pero de muy poco stock por referencia. No se dispone de carretilla.

¿Qué medio de almacenamiento sugiere? (la respuesta puede ser más de una)

1. Estanterías cantilever.
2. Puntales.
3. Colmena.
4. Almacenamiento vertical.

### Cuestionario 5

El almacén de la empresa Alfa tiene 3 m de altura. Maneja cargas consistentes en perfiles flexibles, no rígidos, de hasta 2 m de altura y de poco peso.

El número de referencias es elevado pero muy poco stock por referencia. No se dispone de carretilla.

¿Qué medio de almacenamiento sugiere?

1. Estanterías cantilever.
2. Puntales.
3. Colmena.
4. Almacenamiento vertical.

### Cuestionario 6

La empresa Gamma maneja tubos cuyas longitudes oscilan entre 6 y 15 m y un peso entre 2.000 y 5.000 kg.

¿Qué sistema de almacenamiento le recomendaría?

1. Estanterías cantilever.
2. Caballetes.
3. Trípodes.
4. Colmena.
5. Puntales.

### Cuestionario 7

En el caso de la empresa Gamma, ¿qué combinación de método de almacenamiento y elemento de manipulación recomendaría?

Tipo de estantería	Elemento de manipulación		
	Grúa puente	Carretilla lateral	Carretilla frontal
Estantería cantilever			
Caballetes			
Trípodes			
Colmenas			
Puntales			

### Cuestionario 8

La empresa Zeta fabrica tablonces de viruta prensada y chapeada. El número de referencias es pequeño (alrededor de 15), pero debe disponer de abundante stock. El peso y medidas de dichos tablonces es el siguiente:

- peso: 10 a 30 kg; anchura: 20 a 60 cm; longitud: 2,5 a 6 m.

Los tabloneros se almacenan individualmente, no están paletizados ni van en atados.

¿Qué combinación de método de almacenamiento y elemento de manipulación recomendaría?

Elemento de manipulación	Método de almacenamiento		
	Colmena	Estantería cantilever	A suelo
Carretilla frontal y cadenas Carretilla lateral y eslingas Grúa puente y ventosas Cuatrocaminos e imanes			

### Cuestionario 9

La empresa NI trabaja con perfiles y tubos. Atiende 50 pedidos al día. Cada pedido consta de 2 a 10 referencias. El almacén se le ha quedado pequeño y los pedidos los sirve con retraso (las quejas de clientes van en aumento por este concepto). Los costes operativos se están disparando. Tiene 200 referencias en catálogo. El peso medio del tubo/perfil oscila entre los 10 y los 200 kgs.

- ¿Cuál de estos sistemas le recomendaría?

Elemento de manipulación	Método de almacenamiento		
	Colmena	Estantería cantilever	Trípode
Carretilla frontal Carretilla lateral Grúa puente Cuatrocaminos			

### Cuestionario 10

En el caso de estudio propuesto, ¿por qué motivos no es recomendable la carretilla frontal con 4 horquillas?

1. Inversión elevada.
2. Pandeo de carga.
3. Anchura de pasillo necesaria.

### Cuestionario 11

En el caso propuesto, suponiendo una asignación caótica de referencias a estanterías en contraposición a una asignación ordenada a hueco fijo, complete el cuadro siguiente:

Variable	¿Supone mejoría?
Ocupación del almacén	•
Picking: distancia recorrida	•
Picking: memoria visual de ubicaciones	•

### Cuestionario 12

Si en el caso de estudio presentado la carga de camiones se efectúa por la parte trasera, ¿pueden cargarse con una carretilla lateral para interiores?

1. Sí.
2. No.

### Cuestionario 13

Si en el caso de estudio presentado la carga de camiones se efectúa por la parte lateral, ¿pueden cargarse con una carretilla lateral para interiores?

1. Sí.
2. No.

### Cuestionario 14

En el presente caso de estudio la dirección comercial sugiere —y la propuesta es aceptada— un servicio a delegaciones de 2 veces por semana, lo cual implica que se van a servir 4 pedidos diarios.

¿Qué repercusiones se derivan a nivel de almacén?

Variable	Sí/No/No afecta
Aumenta el volumen de picking	•
Conviene disminuir el tamaño de los atados	•
Disminuye el costo de transporte al bajar el volumen del pedido	•
Conviene disminuir el número de brazos por estantería	•



### Cuestionario 15

La solución alternativa propuesta en el presente caso no es la única y tiene sus pros y contras si la comparamos con la situación inicial.

En la siguiente tabla se ofrecen una serie de variables y se pide su opinión respecto al efecto que la solución propuesta produce en dichas variables.

Variable	Supone mejoría	Supone empeoramiento
Volumen de inversión	•	•
Costos operativos	•	•
Control del stock	•	•
Picking	•	•

### Cuestionario 16

La solución alternativa propuesta en el presente caso no es la única y tiene sus pros y contras si la comparamos con la situación inicial.

*Presente otra alternativa indicando los siguientes puntos:*

- Tipo de almacenamiento: puntales, estanterías, almacenamiento vertical y cantidad necesaria de puntales y/o estanterías.
- Elementos de manipulación.
- Necesidades de almacén: metros cuadrados.
- Distribución de las estanterías o de las pilas en el almacén.
- Asignación de los productos (ángulos y perfiles) a las estanterías. Cómo y criterio de asignación.
- Volumen de personal necesario para el picking.

Variable	Solución elegida
Tipo de almacenamiento	•
Elemento de manipulación	•
M <sup>2</sup> de almacén	•
Distribución de estanterías en el almacén	• Adjuntar croquis
Asignación de productos a estanterías	•
Personal necesario para picking y carga de camiones	•

## 7. RESPUESTA A LOS CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

2. 3 m.

### Cuestionario 2

2. Estanterías cantilever.

### Cuestionario 3

4. Estanterías cantilever.

### Cuestionario 4

- 3 ó 4. (Colmena y/o almacenamiento vertical).

### Cuestionario 5

3. Colmena.

### Cuestionario 6

5. Puntales.

### Cuestionario 7

Tipo de estantería	Elemento de manipulación		
	Grúa puente	Carretilla lateral	Carretilla frontal
Estantería cantilever Caballetes Trípodes Colmenas Puntales	XXXXX		

**Cuestionario 8**

Elemento de manipulación	Método de almacenamiento		
	Colmena	Estantería cantilever	A suelo
Carretilla frontal y cadenas Carretilla lateral y eslingas Grúa puente y ventosas Cuatrocaminos e imanes			XXXXXX

**Cuestionario 9**

Elemento de manipulación	Método de almacenamiento		
	Colmena	Estantería cantilever	Trípode
Carretilla frontal Carretilla lateral Grúa puente Cuatrocaminos		XXXXXX	

**Cuestionario 10**

3. Anchura de pasillo necesaria (excesiva).

**Cuestionario 11**

Variable	¿Supone mejoría?
Ocupación del almacén Picking: distancia recorrida Picking: memoria visual de ubicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> <li>• No</li> </ul>

**Cuestionario 12**

No.

**Cuestionario 13**

Sí.

**Cuestionario 14**

Variable	Sí/No/No afecta
Aumenta el volumen de picking	• Sí
Conviene disminuir el tamaño de los atados	• Sí
Disminuye el costo de transporte al bajar el volumen del pedido	• No
Conviene disminuir el número de brazos por estantería	• No

**Cuestionario 15**

Variable	Supone mejoría	Supone empeoramiento
Volumen de inversión	•	• Sí
Costos operativos	• Sí	•
Control del stock	• Sí	•
Picking	• Sí	•

**Cuestionario 16**

Puesto que no hay una respuesta única, no se ofrece aquí. Es preciso analizarla. Sin embargo, toda respuesta debe contener, al menos dos partes:

- Cuadro (tabla) relleno.
- Croquis del almacén.



---

# Preparación de pedidos (Picking). Teoría

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Diseño del almacén

El *diseño del almacén* trata de lograr:

- El máximo aprovechamiento del espacio para ubicar la máxima cantidad de mercancía que medimos con la variable de control: palets/m<sup>2</sup>, caja/m<sup>2</sup>, etc.
- Reducir el volumen de inversiones en suelo, edificios, estanterías, carretillas, informática, que medimos con la variable de control: €/palet, €/caja, etc.

Los *principios del almacenaje* para el diseño del lay-out son:

- Máximo aprovechamiento del espacio en superficie y en volumen.
- Facilidad de acceso al stock según el tipo de estanterías.
- Flexibilidad en la colocación con una gestión de ubicaciones a hueco libre y dejando huecos libres disponibles para las campañas estacionales.
- Cálculo de necesidades de estanterías con el ABC de stock y ubicación de las referencias en función del ABC de ventas.

### El picking o preparación de pedidos

Es la actividad que desarrolla dentro del almacén un equipo de personal para preparar los pedidos de los clientes.

Preparación de pedidos = Picking (to pick = seleccionar).

Incluye el conjunto de operaciones destinadas a extraer y acondicionar los productos demandados por los clientes y que se manifiestan a través de los pedidos.

*El picking es la recogida y combinación de cargas no unitarias que conforman el pedido de un cliente.*

*Línea de Pedido (LP)* es el número de diferentes artículos o referencias que componen un pedido.

La preparación de pedidos trata de lograr:

- la coordinación de las estanterías, carretillas, los métodos organizativos, la informática y las nuevas tecnologías para mejorar la productividad,
- realizar la tarea sin errores, con la calidad requerida por el cliente.

OBJETIVO Y RATIO DE CONTROL		
Almacén Picking	Capacidad → palets/m <sup>2</sup> Productividad → LP/hora	Inversiones → €/palet Costes → €/LP

Tabla 5.1. Almacén y picking; ratios de control

*CALIDAD EXTERNA: Plazo de servicio + Nivel de servicio + Sin errores.*

### *Costo del picking*

- Es la actividad más costosa del almacén. Incluye operaciones tales como: desplazamientos de personal para buscar los productos y retornar a la zona de preparación de pedidos, extracción de la mercancía solicitada de las baldas o estanterías, devolución a estanterías de las unidades o envases sobrantes, acondicionamiento del pedido (embalado y etiquetado), control, etc.
- Suele tener, salvo excepciones, un bajo nivel de automatización (aunque este factor está cambiando progresivamente).
- Representa aproximadamente entre el 45 y el 75% del coste total de las operaciones de un almacén, dependiendo de una serie de factores que se analizarán posteriormente.

### *Fases del picking*

Preparativos:

- Captura de datos y lanzamiento de órdenes clasificadas (resumen de albaranes, segmentación de albaranes por zonas,...).
- Preparación de los elementos de manutención (carretillas, carros, palets, rolls, ...).

Recorridos:

- Desde la zona de operaciones hasta el punto de ubicación del producto.
- Desde un punto de ubicación al siguiente y así sucesivamente.
- Vuelta a la base desde la última posición.

Extracción:

- Posicionamiento en altura, extracción, recuento, devolución sobrante.
- Ubicación sobre el elemento de transporte interno (carro, roll, palet,...).

Verificación del acondicionado:

- Control, embalaje, acondicionado en cajas, precintado, pesaje y etiquetado.
- Traslado a zona de expedición y clasificación por transportistas, destino,...
- Elaboración del packing list del transportista (relación de albaranes entregados, no confundirlo con el picking list).

*Escandallo de tiempos:*

Fase	Denominación	Tiempo medio (%)
I	Preparativos	Del 5 al 25%
II	Recorrido	Del 25 al 35%
III	Extracción	Del 10 al 35%
IV	Acondicionado	Del 15 al 25%
	Total tiempo dedicado	100%

Tabla 5.2. Fases y tiempos en el picking

Las fases 2 y 3 son las que requieren mayor dedicación de tiempos y será en estas fases donde se deben desarrollar mejoras de productividad sin desprestigiar las posibilidades existentes en las otras fases.

## 1.2. Oportunidad del cambio

Las actividades del almacén están cambiando a ritmo muy rápido en estos últimos años:

### ANTES

- Los pedidos eran de grandes cantidades (almacenes con grandes espacios, descuentos por volumen de compra, actualización de tarifas,...).
- La unidad mínima de servicio era el palet completo o caja completa en la mayoría de las ocasiones.
- Los períodos de reposición oscilaban entre 1 y 3 meses.

### AHORA

- Los pedidos son de pequeñas cantidades (el stock se ha traspasado al fabricante).



- La unidad de servicio puede ser el palet, la caja o las unidades sueltas según la rotación.
- El plazo de servicio oscila entre las 24 y 48 horas.

### CONCLUSIÓN

- Estos cambios requieren que el almacén, además de tener unos niveles de productividad altos que minimicen los costes por operación, deben de ser muy operativos para dar la mejor calidad de servicio posible con la rapidez y las condiciones que el mercado exige.

## 1.3. Principios del picking

### 1. *Operatividad*

Se trata de alcanzar la máxima productividad del personal y el adecuado aprovechamiento de las instalaciones (estanterías, carretillas, informática,...). Dichos principios son básicamente dos:

- Minimización de recorridos con una adecuada zonificación ABC de líneas de pedido.
- Mínimas manipulaciones conciliando las unidades de compra y de distribución.

### 2. *Calidad de servicio al cliente*

Se concreta en los siguientes puntos:

- Rotación del stock controlando el FIFO y la caducidad.
- Posibilidades de recuento e inventario permanente.
- Información en tiempo real.
- Cero errores.

## 1.4. Variables del picking

En la preparación de pedidos se consideran las *ventas* y se mide el volumen de operaciones con los *pedidos de los clientes*.

En concreto, las variables que influyen decisivamente en el volumen y complejidad del picking son:

1. *Dimensiones del Producto*: unidades, cajas, bases, palets, atados, bobinas, etc.
2. *Número de referencias* en stock y en ventas.
3. *Número de pedidos* al día.
4. *Número de líneas de pedido* al día y por cada pedido.

### 1.5. Tipos de almacén y picking

Variables	Casos			
	Farmacia	Ferretería	Industrial	Menaje
	Distancia			
Unid. almacenac.	Palets y cajas	Palets y cajas	Palets	Palets y cajas
Unidad picking	Cajas y envases	Cajas y envases	Palets y cajas	Cajas y unidades
Nº referencias	Pocas	Muchas	Muchas	Muchas
	100	10.000	2.000	10.000
Nº L.P./día	Muchas	Muchas	Muchas	Muchas
	500	400	1.300	500
Nº pedidos/día	Muchos	Muchos	Pocos	Pocos
	100	50	5-10	5-10
Nº L.P./pedido	Pocas	Pocas	Muchas	Muchas
	<10	<10	>50	100
Tipo de estantería	Compactas/ dinámicas	Convencionales/ cargas ligeras	Convencionales	Convencionales
Tipo de carretilla	Retráctil/ manual	Apilador/ manual	Recogepedidos baja altura	Apilador
Variable crítica	Extracción agrupada. La tienda	Picking list Extracción agrupada	Picking list	Picking list

Tabla 5.3. Sectores de actividad y picking

### 1.6. Cuadro sinóptico de elementos intervinientes en el picking

Aspectos a tener en cuenta en el picking:

<p><b>Volumen de picking</b></p> <p>El tipo de producto. Unidad de carga en producción y en ventas. Número y complejidad de los pedidos. Longitud de los pasillos y altura de las estanterías. Niveles de stock.</p>	<p><b>Almacén</b></p> <p>Diseño del almacén. Tipos de estanterías, carruseles, paternoster.</p>
	<p><b>Medios materiales</b></p> <p>Carretillas-recogepedidos.</p>
<p><b>Métodos operativos</b></p> <p>Mercancía al operario/operario a mercancía. Zonificación. Extracción agrupada. Extracción en altura.</p>	<p><b>Informática</b></p> <p>Gestión de ubicaciones/almacén caótico. Papers-less. Radiofrecuencia, código de barras.</p>

Tabla 5.4. Cuadro sinóptico del picking

Cualquier proyecto de optimización deberá considerar todos estos aspectos.

## 2. ANÁLISIS A FONDO DEL PICKING

Siguiendo el esquema planteado al final del punto anterior se analizan a continuación los puntos indicados.

### 2.1. El producto

- La variedad o número de referencias es cada vez mayor dada la diversificación del consumo (el fabricante tiene de 100 a 500 referencias, mientras que la firma comercializadora tiene en catálogo de 1.000 a 5.000 o más referencias).
- Las formas son diversas: unidades, envases, cajas, palets, atados, bobinas, fardos, perfiles, etc., que dificultan su manipulación.
- Número de referencias:
  - pocas referencias: menos de 300,
  - muchas referencias: más de 2.000.
- El *surtido* es el conjunto de artículos existente en el almacén. El sector económico, la actividad de producción o distribución y la estrategia de la empresa condicionan el volumen del surtido:
  - los hipermercados trabajan con 20.000 referencias,
  - los *hard discount*: Lidl, Dia, etc. sólo trabajan con 1.000 referencias.
- Con el mismo volumen de stock y con el mismo nivel de ventas, al aumentar el número de referencias aumenta el trabajo de preparación de pedidos.

### 2.2. El flujo de entradas/salidas a/del almacén

- Unidades de carga de entrada diferentes a las de salida:
  - entradas por palets y salidas por palets y/o cajas,
  - entradas por cajas y salidas por cajas y/o envases.
- Los medios que se utilizan para manejar las distintas cantidades de producto son diferentes según se trate de envases, cajas o palets. Hay que profundizar en el conocimiento de la estructura de los pedidos con este cuadro u otro similar:

	Envases	Cajas	Palets
Líneas de pedido			
Cantidades			

Tabla 5.5. Composición de los pedidos de clientes

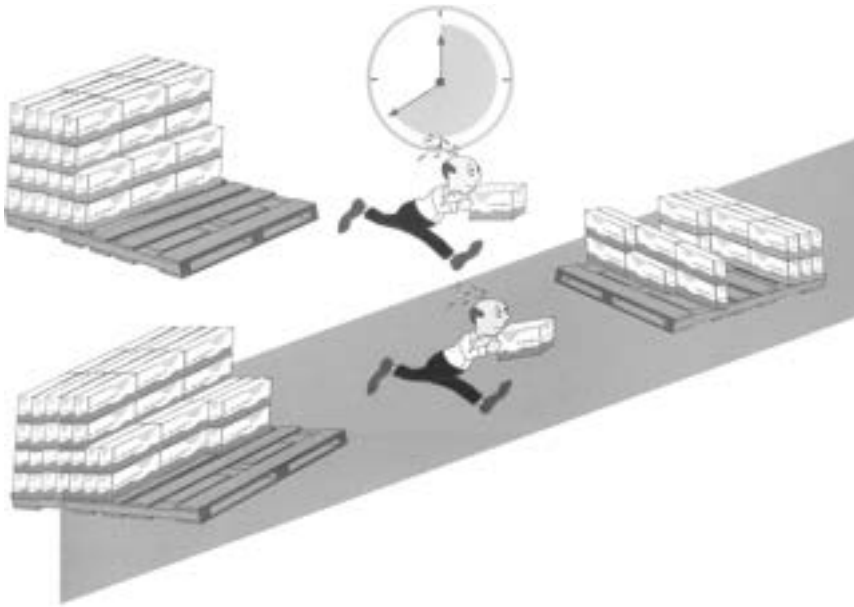


Figura 5.1. Picking palet multirreferencia

*Ejemplo de flujos de entradas/salidas:*

- No existe una normativa comercial que redondee las cantidades pedidas a las unidades de producción establecidas; si el palet tiene 36 cajas se admiten pedidos por 32 cajas y por 40 cajas.
- No existe una normativa de producción que modifique los múltiplos fabricados a los solicitados por los clientes; si el 90% de las ventas se realiza en lotes de 18 cajas y producción fabrica lotes de 32 cajas, el picking se complica.

*Consecuencias:*

Características	Palet	Capa	Caja	Envase	Medios de picking
Producción	xx				Carretillas Carretillas y poco personal manual Carretillas y muchos personal manual Carretillas y muchísimo personal manual
Ventas. Caso 1	xx				
Ventas. Caso 2	xx	xx			
Ventas. Caso 3	xx	xx	xx		
Ventas. Caso 4	xx	xx	xx	xx	

Tabla 5.6. Casos de picking según unidades de venta

### 2.3. Factores según ventas

*Número de pedidos en un día:*

- Pocos pedidos: → envío a delegaciones y distribuidores,
- muchos pedidos → envíos a cliente final (tienda de «la señora María», ferretería, ...).

*Número de Líneas de Pedido (LP) en un pedido:*

Líneas de pedido son las posiciones o referencias distintas solicitadas en un pedido:

- muchas LP en cada pedido; ejemplo: delegaciones y distribuidores,
- pocas LP en cada pedido; ejemplo: ferreterías.

La distancia que recorre el operario que prepara 10 pedidos de 50 LP es menor que la que recorre el operario que prepara 50 pedidos de 10 LP, ya que en cada pedido se recorre todo el almacén tanto si tiene 50 LP como si tiene 10 LP.

	1-5 LP	6-10 LP	11-20 LP	Más de 20 LP
Pedidos Cantidades				

### 2.4. Longitud de los pasillos y altura de las estanterías

*Tamaño del almacén. Número y longitud de los pasillos:*

- Longitud: < 40 m, 40-80 m, > 80 m.
- Altura: < 6 m, > 6 m.

*Tipo y altura de las estanterías:*

Si se instalan estanterías convencionales para las referencias A en lugar de estanterías compactas aumentará la longitud del almacén:

2.000 palets en compactas	32 m.
2.000 palets en convencionales	55 m.

*Organización del almacén:*

Si se llena el almacén al 95% utilizando el método de hueco libre con estanterías convencionales, muchos palets de las referencias A quedarán colocados en lugares muy alejados del punto de descarga y los tiempos empleados para ubicar un camión de 32 palets aumentarán:

32 palets en drive-in próximas a la descarga	25 min,
32 palets en convencionales a hueco libre	45 min.

**2.5. Niveles de stock**

Los niveles de stock inciden proporcionalmente en la complejidad aumentando la distancia a recorrer.

- Número de palets por referencia: muchos (>10) ; pocos (< 3).
- Función logística del almacén: regulador (stock para 1-3 meses de ventas), o de distribución (stock para menos de 1 mes de ventas).

Podemos avanzar en el conocimiento del tipo de referencias en stock con el cuadro siguiente:

Referencia-palets	Ref. más de 42 palets	Ref. más de 14	Ref. menos de 14
Número de ref. Número de palets			

**2.6. Diseño del almacén y medios materiales**

- Tipo de estanterías: convencionales, drive-in, etc.
- Carrusel, paternoster.
- Carretillas.
- Recogepedidos.
- Lay-out del almacén: distribución en planta, uno o varios pisos, pasillos, zonas de acceso, etc.

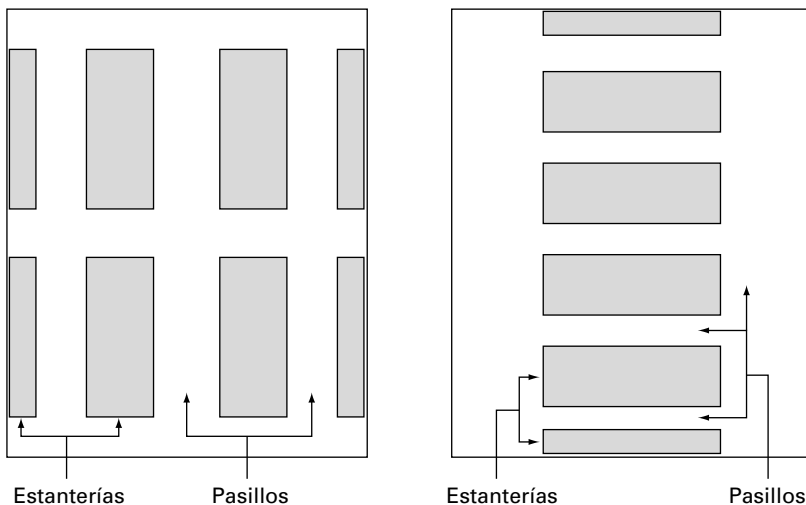


Figura 5.2. **Diversos lay-out y su incidencia en el picking**

Posibles lay-outs de un almacén, a vista de pájaro.  
Este tipo de lay-out con amplia accesibilidad favorece el picking.

### 3. ESTANTERÍAS Y EQUIPOS ESPECIALES (VISIÓN DESDE EL PICKING)

#### 3.1. Estanterías ligeras

Las estanterías ligeras de 100-200 kg de peso por balda están formadas por bastidores o montantes que soportan una baldas de 30-40 cm de ancho y 60-90 cm de largo que sirven para colocar las cajas de cartón o las unidades sueltas. Se utilizan en las ferreterías, suministros industriales, etc.

Las estanterías de palets se equipan hasta una altura inferior a los 2 m con baldas de picking adaptando las estanterías con travesaños y tableros de aglomerado.

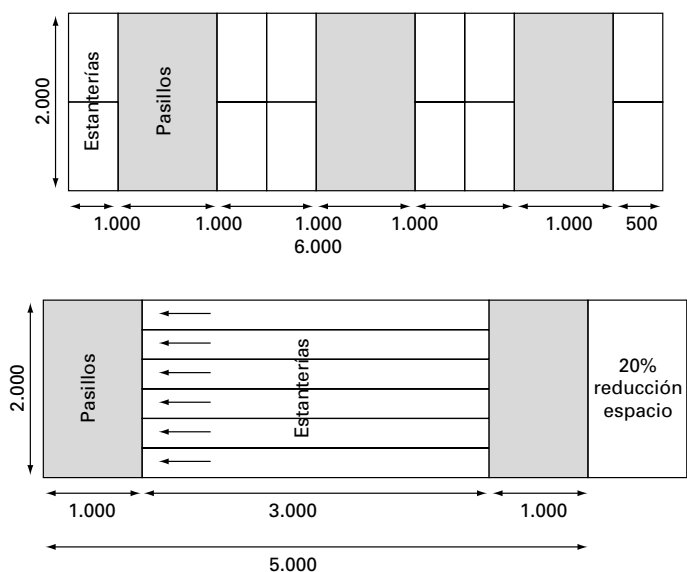


Figura 5.3. Comparativa estantería ligera y estantería dinámica (mm)

#### Estanterías dinámicas

Las estanterías dinámicas para cargas ligeras han sustituido los rodillos de acero de las estanterías dinámicas de palets por unas ruedecitas de plástico, roldanas, que permiten deslizar las cajas de cartón o las cajas de plástico.

Se cargan por un pasillo y se descargan por otro pasillo diferente, lo que permite realizar ambas actividades simultáneamente sin que se estorbe el personal.

En el pasillo de extracción sólo se deja el espacio de una caja, y el resto de las cajas se colocan detrás, lo que reduce la longitud del pasillo dedicado a la extracción. Ejemplo: antes en un estantería convencional 6 cajas de 30 × 40 cm ocupaban 1 m lineal; estas mismas cajas en una estantería dinámica ocupan 30-40 cm. Se sustituye longitud por profundidad.

También se reducen en un 20% las necesidades de espacio al disminuir los pasillos.

La reducción del precio de las estanterías dinámicas ligeras ha aumentado su uso en el sector del automóvil y en los almacenes con picking intensivo.

Se denominan también estanterías de picking dinámico (Figuras 5.4 y 5.5).

*Ventajas:*

- FIFO.
- Posibilidad de incorporación de automatismos (displays, camino de rodillos para transportar la caja del pedido).
- Carga y descarga por zonas diferentes.

*Inconvenientes:*

- Limitaciones en altura.
- Necesita almacén pulmón.
- Modificaciones complejas.
- Coste de inversión elevado.

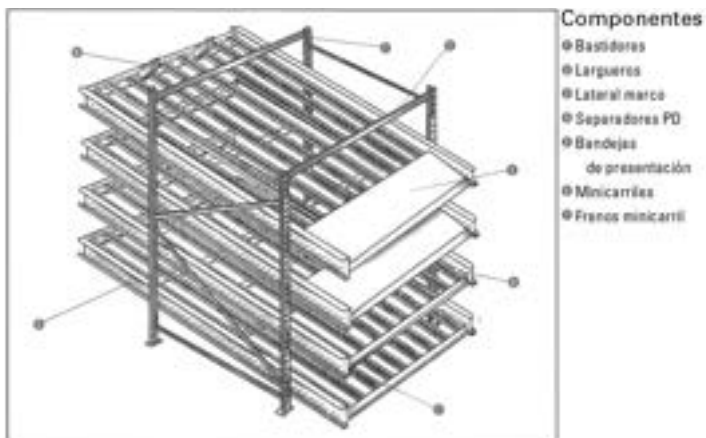


Figura 5.4. Estantería picking dinámico (esquema)



Figura 5.5. Estanterías de picking dinámico



## Carrusel

Una descripción detallada figura en el Capítulo 1.

*Ventajas:*

- Muchas referencias en poco espacio.
- Mínimos recorridos del personal.

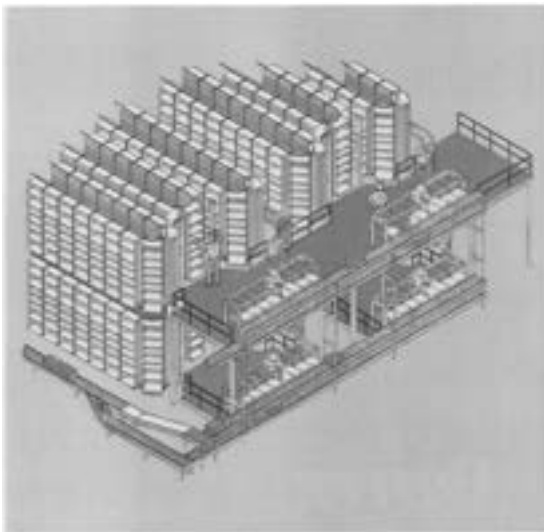


Figura 5.6. Carrusel horizontal

- Para productos de tamaño pequeño.
- Para productos con poco stock.

*Inconvenientes:*

- Carga y descarga por la misma zona.
- Modificaciones complejas.
- Dificultades en caso de avería.
- Coste de inversión elevado.

Con el objeto de evitar los tiempos de espera necesarios para acercarse a una referencia que se encuentra a 20 m de distancia, se instalan 3-5 carruseles conectados con un ordenador que prepara simultáneamente 5 pedidos con 10-20 LP cada uno, de tal manera que el operario pueda coger una referencia cada 15-30 segundos; de este modo se obtienen velocidades de 100 LP/h.

## **Paternoster**

*Ventajas:*

- Muchas referencias en poco espacio.
- Mínimos recorridos del personal.
- Productos de pequeño tamaño.
- Productos con poco stock.

*Inconvenientes:*

- Carga y descarga por la misma zona.
- Concentración de cargas por m<sup>2</sup>.
- Modificaciones complejas.
- Dificultades en caso de avería.
- Coste de inversión elevado.

El ordenador gestiona la extracción simultánea de varios pedidos, de tal manera que en una vuelta de todas las bandejas del paternoster (2 × 6 m de altura = 12 m) se extraigan muchas referencias y el tiempo de espera entre referencia y referencia sea reducido.

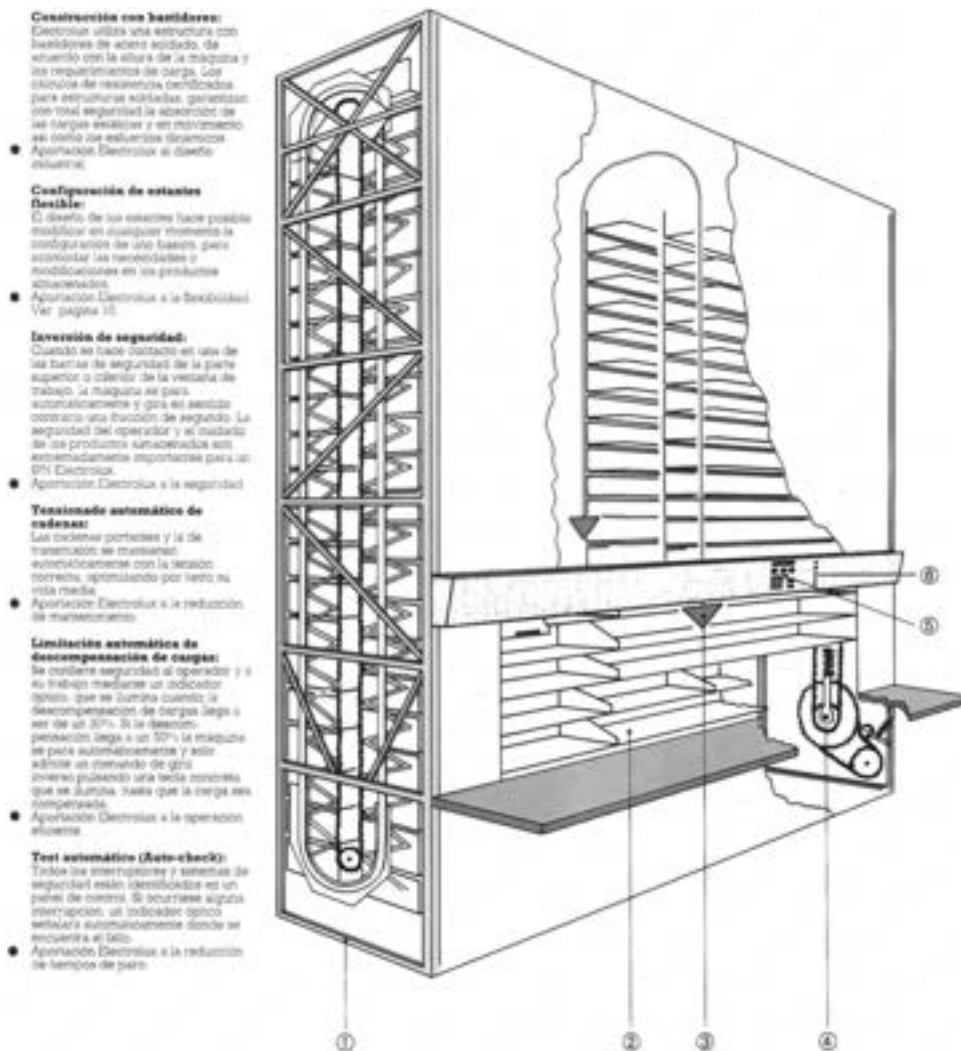


Figura 5.7. Paternoster

## Transelevador

### Ventajas:

- Mínimos recorridos del personal.
- Máxima concentración de mercancía por m<sup>2</sup>.

### Inconvenientes:

- Carga y descarga por la misma zona.
- Todos los productos en cajas estándar.

- Bloqueo en caso de avería.
- Dificultades en averías y modificaciones.
- Coste de mantenimiento e inversión elevado.

Si se instala el transelevador en una empresa de fabricación es posible utilizar cajas estándar desde el final de producción.

Si se trabaja con un transelevador en una empresa comercial es preciso reubicar la mercancía en cajas de plástico estándar.

- No es necesario construir un edificio previo para instalar un almacén.
- Se evitan pérdidas de espacio, puesto que el almacén es proyectado para ajustarse a las medidas necesarias.
- Menor coste de inversión y menor tiempo de ejecución.



Figura 5.8. Almacén automático «transelevador»

## 4. RECOGEPEDIDOS

### 4.1. El recogepedidos

Máquinas especializadas para efectuar el picking de una forma más operativa: en costos, en rapidez y en ergonomía.

#### Funciones

- Disminuir el tiempo en los desplazamientos:
  - velocidad de traslación de la máquina.
- Facilitar la extracción del producto solicitado:
  - velocidad de elevación de la máquina hasta posicionar las horquillas ante la mercancía,
  - amplia plataforma para trabajar el operario en altura.
- Transportar más carga que con otros medios:
  - en un recorrido horizontal transporta 2 palets o 4 rolls.
- Trasladar la carga: peso - volumen:
  - elimina el esfuerzo físico de arrastre del palet por el operario.

#### Tipos de recogepedidos (según altura alcanzada)

De bajo nivel	< 2,5 m.
De nivel medio	hasta 6 m.
De alto nivel	hasta 12 m.

#### *Recogepedidos de bajo nivel*

Es una transpaleta con horquillas extralargas entre 1.600 mm y 2.400 mm de longitud para colocar 2-3 palets o 3-4 rolls.

La batería de tracción permite largos recorridos.

La dirección se efectúa con timón o con volante.

Pueden ir equipados de una plataforma elevable para alcanzar las cajas colocadas en el primer nivel, desde 1,60 m a 2,40 m de altura.

#### *Recogepedidos de medio nivel*

Es similar a un apilador al que se ha dotado de una plataforma elevable para el operario que sube con el mástil para recoger las cajas.

Alcanza hasta 6 m de altura.

Las horquillas están dotadas de un cilindro de elevación para mantener la carga a la altura de la cintura del operario.

El operario puede recoger las cajas desde la cabina o desde una jaula colocada sobre las horquillas.

La cabina va dotada de un sistema de seguridad con pulsador testigo.

Para recortar los tiempos, la plataforma del operario se eleva mientras se realiza el desplazamiento horizontal.

La alternativa de utilizar una carretilla contrapesada, extraer el palet completo, bajarlo al suelo, seleccionar una caja y volver a colocar el palet en la altura requiere 3-5 veces más de tiempo que con un recogepedidos.

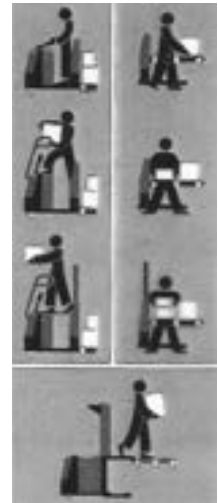


Figura 5.9. **Recogepedidos de bajo nivel**

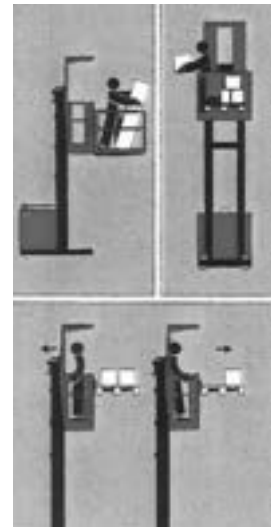


Figura 5.10. **Recogepedidos a media altura**

### *Recogepedidos de alto nivel*

Es un equipo similar a una carretilla trilateral con una plataforma para el operario que sube y baja con el mástil en el momento de la extracción.

El palet para depositar la mercancía dispone de un cilindro de elevación para mantener la carga a la altura de la cintura del operario.

El operario puede trabajar desde la cabina o desde una jaula.

La cabina va dotada de un sistema de seguridad con pulsador testigo

La base de sustentación es bastante pesada (4.000 kg) para dar rigidez al mástil a una altura de 10-12 m.

Para recortar los tiempos, la plataforma del operario se eleva mientras se realiza el desplazamiento horizontal.

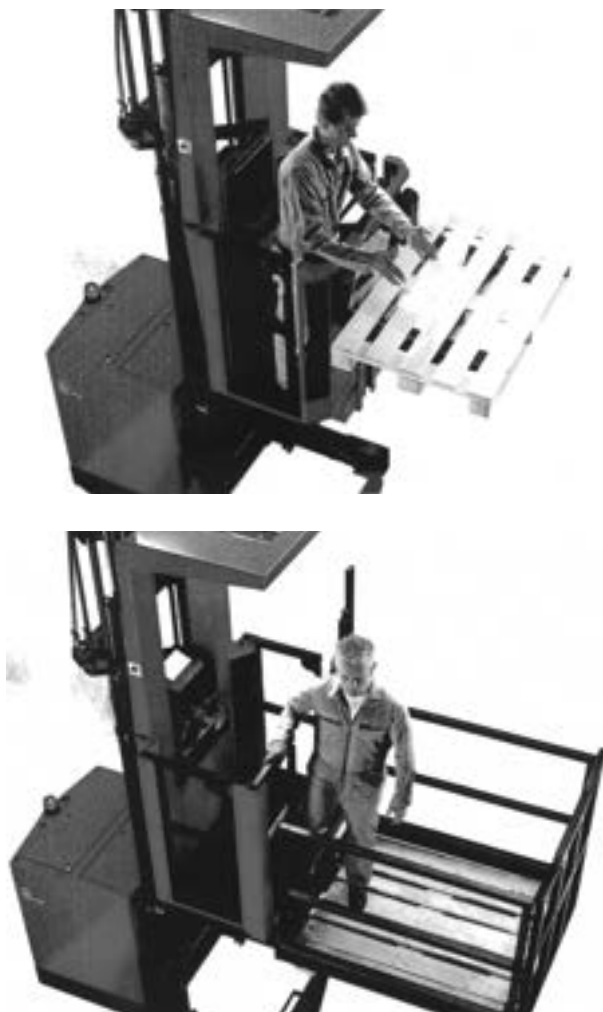


Figura 5.11. **Recogepedidos en altura o de alto nivel**

## 5. MÉTODOS OPERATIVOS

### 5.1. Sistemas operativos

Existen diversas clasificaciones. Básicamente se agrupan en dos sistemas:

- Sistemas de producto a operario. Viaja el producto no el operario.
- Sistemas de operario a producto. Viaja el operario.

Ambos sistemas pueden coincidir y, de hecho coinciden frecuentemente, en una misma empresa. Por ejemplo, una empresa de ferretería que disponga de dos o tres paternoster para las cantidades solicitadas por envases y un sistema de tienda para las referencias super A.

*Sistemas de producto a operario:*

Repasando en un breve esquema el primer grupo, ya analizado en este capítulo, y comentado también parcialmente en el Capítulo 1, se presenta el siguiente esquema:

Sistema	Uso
Estantería dinámica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas referencias: 100-500</li> <li>• Muchas P: 500 LP/día-10.000 LP/día</li> </ul>
Paternoster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cajas de 60 × 40, 40 × 30</li> <li>• Muchas referencias: &gt; 1.000</li> <li>• Muchas LP: &gt; 50 LP/hora</li> <li>• Productos muy pequeños</li> </ul>
Carrusel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muchas referencias: &gt; 1.000</li> <li>• Muchas LP: &gt; 50 LP/hora</li> <li>• Productos pequeños</li> </ul>
Transelevador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muchas referencias: &gt; 1.000</li> <li>• Muchas LP: &gt; 50 LP/hora</li> <li>• Cajas completas 60 × 40</li> </ul>

Tabla 5.7. Resumen sistemas de almacenamiento y casos de utilización

*Sistemas de operario a producto:*

- A pie con carrito para pesos inferiores a 100 kg y distancias inferiores a 30 m.
- Con transpaleta manual para pesos hasta 300 kg y distancias inferiores a 30 m.
- Con transpaleta eléctrica con peldaño para distancias superiores a 60 m y mercancía hasta 700 kg.
- Apilador eléctrico para recoger en altura hasta 4 m y distancias hasta 30 m.
- Apilador eléctrico con peldaño para distancias hasta 60 m.



- Carretilla contrapesada para mover palets completos a distancias superiores a 60 m.
- Recogepedidos para mover cajas y distancias superiores a 100 m.

#### *Objetivos:*

- Aumentar la velocidad de desplazamiento.
- Aumentar la capacidad de carga en cada viaje.
- Facilitar la extracción en altura.

## **5.2. Zonificación del almacén**

El factor que condiciona de forma muy elevada los costes de manipulación dentro de un almacén es el recorrido que es preciso realizar para recoger los artículos de su lugar de almacenamiento. Estos costes se pueden reducir situando los productos con mayor movimiento en las zonas más próximas a la salida donde los recorridos son menores.

La clasificación ABC según líneas de pedido es un instrumento eficaz para abordar la solución a los problemas de ubicación de los productos en función del índice de ventas.

#### *Zona de productos A:*

Los productos A con un elevado número de pedidos se preparan en una zona de máxima accesibilidad y muy cercana a la zona de expedición de los pedidos.

#### *Zona de productos C:*

Los productos C tienen pocos pedidos y además ocupan casi el 50% del almacén debido a su bajo índice de rotación (referencias A stock para 15 días, referencias C stock para 60 días). Estos productos se almacenarán en zonas de acceso normal y que no dificulten las operaciones de entrada y salida del almacén.

#### *Zonificación de un producto con varios palets:*

En los casos en que disponemos de varios palets para un producto, varias cajas o varios contenedores para el mismo producto, ¿deben estar todos juntos o separados?

- Si todos se ubican en lugares contiguos, la distancia que es preciso recorrer para recoger otras referencias se alarga de forma desmesurada.
- Una forma de reducir los desplazamientos consiste en crear dos zonas diferentes: una dedicada a la extracción unitaria con una cantidad limitada de pa-

lets por referencia y otra dedicada a reserva conteniendo el resto del stock destinado a reaprovisionar a la zona de extracción por palets completos.

- La zona destinada a almacén de reserva puede hallarse en lugares cercanos a la zona de extracción.
- En los almacenes con importantes niveles de stock por referencia y elevado número de líneas de pedido se suele destinar una zona exclusivamente a la preparación de pedidos, utilizando equipos especiales (estanterías dinámicas, ...) para esta misión.

#### *Picking en un almacén «zonificado»:*

La preparación de pedidos se puede realizar:

- en las estanterías de almacenamiento,
- en una zona especial dedicada al picking.

Picking en las estanterías de almacenamiento:

- en los casos en que las entradas son por palets y las salidas son por cajas,
- en los casos en que la mayoría de las referencias tiene movimientos por cajas,
- en los casos en que se utilizan estanterías convencionales.
- Ejemplo:
  - almacén de estanterías convencionales de 6.000 huecos y 2.000 referencias,
  - las entradas y los traslados se realizan con carretillas,
  - el picking se realiza a pie o con recogepedidos.

Picking en zonas independientes:

- en los casos en que parte de las salidas se realizan por palets y parte por cajas y no resulta aconsejable, por *motivos de seguridad*, trabajar en el mismo pasillo las carretillas y los operarios a pie,
- en los casos en que el almacenamiento masivo se realiza con estanterías *compactas*; ejemplo: almacén con 6.000 huecos y 200 referencias,
- en los casos en que se dispone de *estanterías móviles* y el número de LP por cajas es importante (muchos pedidos pequeños: 50 pedidos de 10 LP) conviene disponer de estanterías convencionales para realizar el picking y así evitar continuos desplazamientos de las estanterías móviles.

La elección entre un sistema u otro se realiza en función de la productividad de los operarios:

- aumento de trabajo:
  - movimiento desde la zona de almacenamiento a la zona de picking;
- disminución de trabajo:
  - reduciendo la distancia,
  - evitando la extracción en altura.

*Criterios básicos de zonificación:*

En cada caso concreto se elige un criterio:

- Catálogo de productos - catálogo de proveedores.
- Compatibilidad (alimentación-droguería) - Complementariedad (cortinas y rieles).
- Rotación ABC.
- Tamaño del producto para formar cargas estables.
- Según las necesidades del cliente (facilitar la tarea de los reponedores en el punto de venta).

Crterios	Ventajas	Inconvenientes
Según ABC	Rapidez	Obligatoria la gestión de ubicaciones Lentitud en las entradas
Según proveedores	Memoria del operario Rapidez en las entradas	
Según productos	Menor Riesgo de errores de sustitución	Lentitud en las entradas

Tabla 5.8. Criterios de zonificación en función del picking

*Criterios adicionales de zonificación:*

En todos los almacenes hay zonas con mayor o menor movimiento. Se debe procurar distribuir la carga de trabajo por zonas para que el personal no se estorbe.

Es conveniente situar visibles los productos con mayor número de movimientos habituales; los de mayor rotación en las zonas más accesibles.

Atendiendo a la clasificación ABC conviene dividir el almacén en zonas diferenciadas de tal forma que cada zona responda óptimamente a las características de los productos allí ubicados.

Los desplazamientos dentro del almacén deben ser adecuados al tipo de vehículo utilizado en los desplazamientos.

Es conveniente combinar los distintos criterios para lograr en cada caso un almacén eficiente.

### 5.3. Productividad del picking

Diversos métodos en función del objetivo perseguido:

#### 1. Reducción de la distancia recorrida:

- *Producto a operario:*

Mediante sistemas automáticos que aproximan los productos a los operarios y evitan los desplazamientos (estanterías dinámicas, paternoster, carrusel, transelevador, ...).

- *Operario a producto:*

El operario se desplaza por todo el almacén hasta extraer las referencias solicitadas. Para su desplazamiento puede utilizar diversos elementos que le ayuden a realizar su cometido (carros, transpaleta, apiladores, carretillas,...).

Este desplazamiento puede efectuarse de varias formas:

- Una zona del almacén:

- Almacén de día: se realiza una única extracción de todos los productos que el almacén va a expedir en el día.
- La tienda: se dispone en una zona reducida del almacén de todas las referencias posibles para evitar desplazamientos por todo el almacén.

- Todo el almacén:

- Pedido a pedido: picking list.
- Extracción agrupada.

## 2. *Facilidad de extracción:*

Mercancía a la altura del operario.  
Recogepedidos.

### 5.4. Reducción de la distancia recorrida

La ley de Pareto aplicada al picking indica que un pequeño grupo de referencias concentra la mayor parte de las líneas de pedido. Si los artículos con más rotación se agrupan entre sí entonces los tiempos de desplazamiento entre recogidas pueden reducirse al mínimo.

#### La tienda

Se dispone en una *zona reducida* del almacén de *todas las referencias posibles* para evitar desplazamientos por todo el almacén.

#### El almacén de día

Se dispone en una *zona reducida* del almacén de *todas las referencias* y en la *cantidad exacta* de la mercancía que se va a preparar en el día.

En la tienda y el almacén de día se utilizan *estanterías dinámicas ligeras* para concentrar la mercancía y reducir el pasillo de extracción.

## 5.5. La tienda

- Consiste en disponer *alrededor de la mesa de picking de una o varias cajas de todos y cada uno de los productos disponibles* en el stock del almacén, por lo que los recorridos de los operarios se reducen al mínimo.
- Este sistema *considera los siguientes aspectos*:
  - No se conocen los pedidos de antemano.
  - Pocos artículos y de tamaño reducido.
  - La tienda se repone diariamente desde las estanterías de palets según unos históricos de ventas o por reposición según consumos (tarjetas, cajas vacías, gestión visual del stock).
  - Preparación de pedidos uno a uno en una mesa.

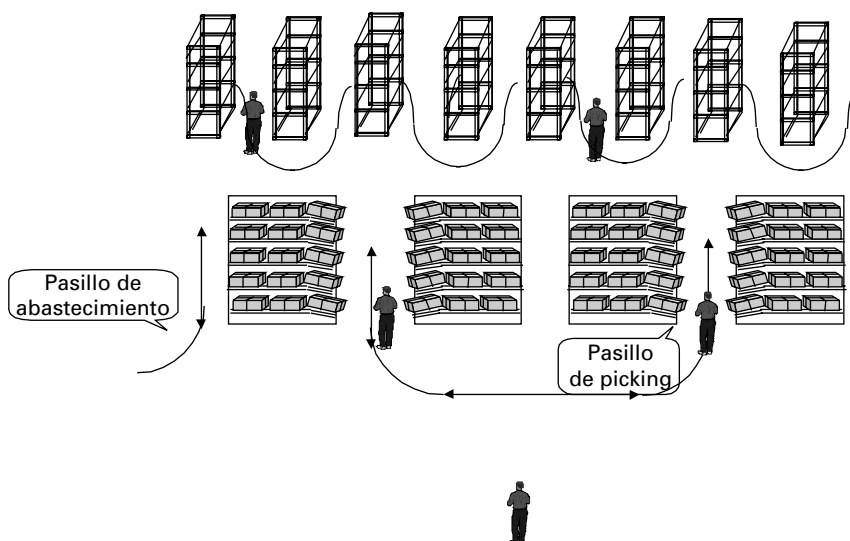


Figura 5.12. Estanterías dinámicas y reducción de la distancia recorrida

## 5.6. El almacén de día

- Consiste en realizar una extracción masiva de todo el volumen de pedidos a preparar y llevarlos hasta una zona donde éstos se vayan cumplimentando uno a uno.
- Este sistema considera los siguientes aspectos:
  - Pedidos conocidos de antemano.
  - Extracción masiva desde las estanterías de palets.
  - Suma de todos los productos a nivel de referencia.
  - Dedicación de una zona de 100 m<sup>2</sup> a área de picking.

- Preparación de pedidos uno a uno en una mesa (control, encajado, pesado, etiquetado,...).
- Al final del día, ni sobra ni falta ninguna referencia.

### 5.7. Extracción simple y extracción agrupada

Para recuperar la mercancía solicitada por el cliente en el pedido desde su lugar de almacenamiento en las estanterías caben dos métodos:

- Selección individual.
- Selección conjunta.

*Selección individual:* Un viaje un pedido

La productividad se logra con las siguientes medidas:

- identificar correctamente la ubicación del producto,
- dibujar la ruta más corta.

En los casos de movimientos de palets completos es importante la velocidad de la carretilla en el desplazamiento y en el posicionamiento en altura.

Para reducir la distancia es importante colocar la mercancía ordenada según el ABC de ventas.

*Caso:*

Cada referencia tiene muchos palets en stock.

El stock cubre las ventas de 1 a 3 meses.

Las entradas son por palets y las salidas son por palets y cajas.

El almacén está ordenado por el ABC de ventas.

Todos los palets de una misma referencia se ubican juntos en el mismo pasillo.

Cada pedido tiene uno o dos palets mixtos (5-10 referencias por palet).

*Problema:*

Para acceder al palet de las referencias C es preciso recorrer todo el almacén.

*Alternativas:*

Desplazarse más rápidamente (transpaleta eléctrica).

Desplazarse con un mapa (picking list).

En un recorrido sacar varios pedidos.

Realizar el picking en una zona del almacén.

*Selección conjunta*

Extracción agrupada o preparación de varios pedidos a la vez.

Formando con varios productos una ruta de recogida.

La productividad se logra con las siguientes medidas:

- identificar correctamente la ubicación del producto,
- dibujar la ruta más corta,
- utilizar una transpaleta, recoge pedidos, ... que nos permita transportar toda la mercancía en un viaje.

Para reducir distancia es importante colocar la mercancía ordenada según el ABC de venta.

Este método puede aplicarse tanto si se utiliza el sistema de «almacén de día» como si se efectúa el picking a lo largo de todo el almacén.

El soporte es el «*picking list*»; el cual implica:

- grabación previa de los pedidos a extraer (no importa el método: EDI, grabación manual, etc.),
- relación que agrupa varios pedidos (todos o varios; en función del volumen de picking y de los medios empleados),
- la forma de presentar será optimizando el recorrido (implica gestión de ubicaciones),
- el contenido mínimo: código y descripción de las referencias, ubicación y cantidad,
- contenido adicional: peso/volumen de la mercancía a extraer.

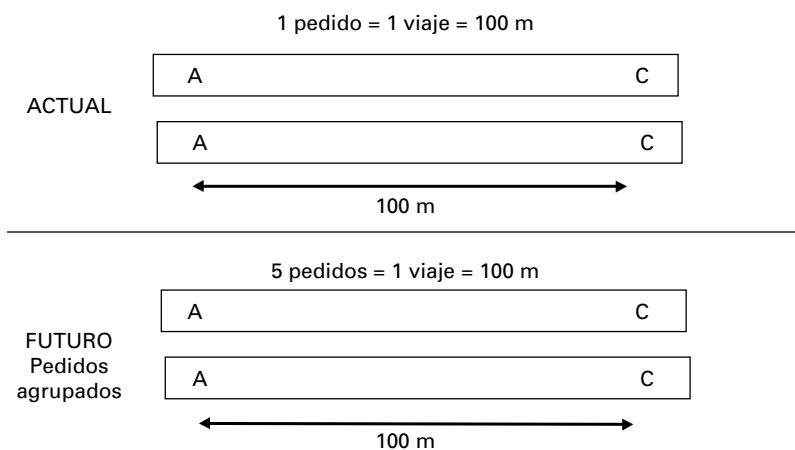


Figura 5.13. Comparativa: extracción individual y extracción agrupada

## 5.8. Un preparador por pedido o varios preparadores

- Un pedido (o varios, si es extracción agrupada) y un preparador: recogida discreta. Secuencial: cada operario mete la mercancía en un cestón y continúa a lo largo de todo el almacén introduciendo la mercancía en el mismo cestón.

- Un pedido (o varios) y varios preparadores: recogida por zonas.  
Simultánea: cada operario rellena un cestón distinto y luego se consolidan los diversos cestos del mismo pedido.  
O bien el mismo cestón para ese pedido (o grupo de pedidos) va pasando por zonas y en cada zona un operario diferente introduce las mercancías situadas en su zona (Figura 5.14).

La elección del pedido entre un sistema u otro, es decir:

- Que un operario seleccione todas las referencias del pedido recorriendo todo el almacén.
- O dividir el almacén en zonas y cada operario solo trabaja en una zona.

Depende:

- Del número de referencias y la complejidad de los productos (un almacén con 15.000 referencias, un almacén de alimentación, droguería, bazar, ...).
- Del tamaño de los pedidos (pedidos de más de 50 líneas).
- De la longitud del almacén (más de 100 m de longitud y pasillos de 40 m).

Si se adopta el sistema de varios operarios:

Diariamente debe revisarse la zonificación para equilibrar la carga de trabajo del operario.

La responsabilidad y el conocimiento del producto aumentan.

La rapidez en terminar los pedidos aumenta.

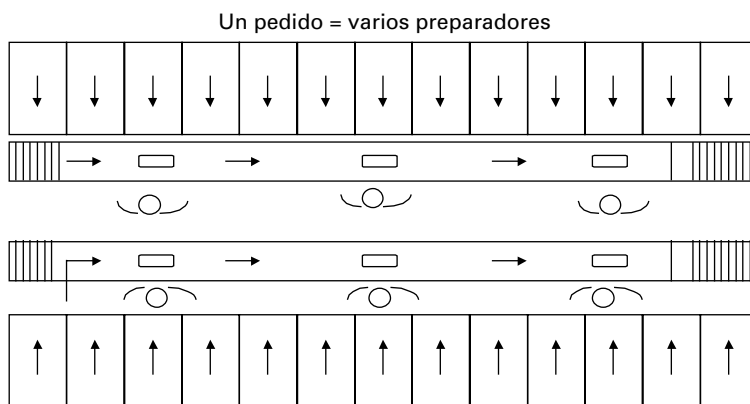


Figura 5.14. Recogida por sectores. Varios operarios para un pedido

## 6. EXTRACCIÓN EN ALTURA

Una vez que se han elegido las estanterías, el método organizativo y la zonificación del almacén para reducir la distancia recorrida, se plantea el problema de la extracción en altura utilizando la maquinaria adecuada.





Carretilla + 2 personas

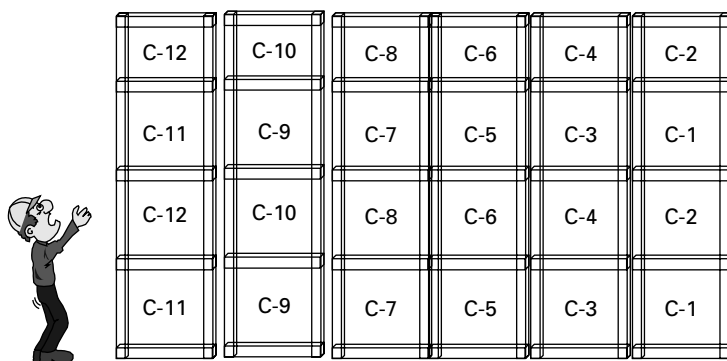


Figura 5.15. Extracción manual

1. A nivel del suelo y sin estanterías.
2. A bajo nivel (< 2 m) y con estanterías.
3. A nivel medio (<6 m) y con estanterías y carretillas.
4. A alto nivel (>6 m) y con estanterías y carretillas.

## 6.1. Picking a nivel de suelo

### *Sistema:*

- Colocar las cargas completas (uno o varios palets de cada referencia) en el suelo para extraer las cajas que forman el pedido.

### *Espacio:*

- Una fila, dos filas, en U.

### *Ventajas:*

- Mínimo coste de inversión y velocidad de preparación.
- Facilidad de acceso y menor riesgo de errores.

*Medios alternativos:*

- Carretillas de mano → transpaletas manuales.
- Transpaletas eléctricas → Si los recorridos son largos y la extracción a cota 0, se puede utilizar transpaletas motorizadas con 2 ó 3 palets (plataformas de alimentación).

## 6.2. Ubicación en altura y picking

Antes de abordar los diversos tipos de carretillas y recogepedidos para efectuar el picking en altura, nos debemos plantear la posibilidad de ubicar todas las referencias a menos de 2 m de altura.

Las escaleras manuales son muy lentas.

Bajar cada palet de la estantería, retirar las cajas y volver a colocar el palet en la estantería es lento.

Trabajar dos operarios con un carretilla es caro, lento y habitualmente no se respetan las reglas de seguridad (Figura 5.15).

### Picking a bajo nivel

*Sistema:*

- Utiliza estanterías para aumentar el número de referencias por metro lineal de pasillo.
- Entradas por palets, cajas o piezas.
- Salidas por cajas o piezas.

*Espacio:*

- Se recogen todas las referencias de un pedido en un recorrido.

*Situaciones:*

- Muchas referencias.
- Muchas líneas de pedido.
- Mercancía de poco volumen.

*Medios y alternativas:*

- Recogepedidos de bajo nivel.
- Estanterías dinámicas, un pasillo de carga y un pasillo de extracción, menos de 2 metros de altura, cargas ligeras (<30 kg).

### Picking a medio nivel

*Sistema:*

- Estanterías a más de 2 m para aumentar el número de referencias por metro lineal de pasillo.

*Espacio:*

- Reduce la longitud de pasillos, con el inconveniente de la lentitud del desplazamiento en altura.

*Situaciones:*

- Muchas referencias en cada pasillo.
- Muchas líneas de pedido en cada pasillo.

*Medios:*

- Un recogepedidos de medio nivel.  
debe evitarse el cambio de pasillos,  
picking list ordenado por ubicaciones,  
urgencias (radiofrecuencia).

**Picking a alto nivel***Sistema:*

- Estanterías a más de 6 m de alto aumentando el número de referencias por metro lineal de pasillo.

*Espacio:*

- Reduce la longitud de pasillos con el gran inconveniente de la lentitud del desplazamiento en altura.

*Situaciones:*

- Duplicar el número de referencias en cada pasillo.
- Muchas líneas de pedido en cada pasillo.

*Medios y alternativas:*

- Un recogepedidos de alto nivel.
- Una trilateral.
- Un transelevador.

**6.3. Muelle de expediciones**

Una vez realizada la preparación de pedidos, la entrega de las cajas, del palet o del roll puede ser:

- Centralizada, en la zona reservada al transportista.
- Descentralizada, al final del pasillo de picking y un carretillero consolida los roll de varios preparadores en el muelle del transportista.

Debe verificarse el contenido de los pedidos y estabilizar las cargas retractilándolas, ...

El número de zonas y el tamaño del muelle de espera depende:

- del tamaño del envío,
- del número de transportistas.

## 7. PICKING Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

El empleo de la informática y las nuevas tecnologías tiene como *objetivo* lograr una mayor efectividad en el picking a diversos niveles:

- incremento de efectividad,
- disminución de errores,
- disminución de costos operativos.

*Permiten conocer (objetivos):*

1. qué se tiene → codificación de los productos:
2. cuánto se tiene → inventarios fiables,
3. dónde se tiene → mapa del almacén,
4. al momento → tiempo real.

Las *tecnologías empleadas* son, entre otras:

- informática: ordenador central, redes, terminales portátiles, Internet...,
- radio frecuencia,
- código de barras.

### 7.1. Gestión de ubicaciones

Resuelve el problema doble:

En cada ubicación qué mercancía se halla depositada.

Cada referencia dónde se halla depositada.

Para ello es preciso tener el almacén estructurado en pasillos, niveles, calles, nichos, ... como se ha indicado anteriormente. De esta forma se obtiene el mapa del almacén: qué referencias hay, cuánto y dónde.

Cuando se producen las entradas y las salidas, habrá que dejar constancia de qué mercancía se ha movido (entradas/salidas), de dónde o a dónde y qué cantidad.

Se consideran dos formas básicas de gestionar las ubicaciones:

*A priori:*

- Consulta de ubicaciones vacías a la llegada del producto.
- Según unos criterios previamente establecidos se asigna al producto la ubicación más conveniente.
- Ubicación física del producto.
- El sistema asigna la ubicación al producto y amortiza la ubicación vacía.

*A posteriori:*

- Se accede al almacén con el producto a ubicar.
- El operario, según su criterio y teniendo en cuenta unas instrucciones precisas, ubica el producto en la zona más conveniente.
- Se anota la ubicación en el mapa del almacén.

## Picking-list

Cuando el operario procede a recoger la mercancía solicitada en los pedidos de los clientes, debe saber qué productos, cuánto de cada producto y dónde se hallan situados. Esta información se denomina «picking-list» o lista de picking.

Como ya se ha indicado, el picking list puede abarcar un pedido o varios simultáneamente, de forma que a la hora de efectuar la extracción se obtienen varios pedidos conjuntamente —evitando recorridos repetitivos— que se depositan en la zona de preparación de pedidos donde se desconsolidan y preparan.

Estos «picking list», en función de las características del almacén, saldrán agrupados por el criterio elegido: rutas de reparto, urgencia, importancia de los clientes, prioridad en la entrega, etc.

Pueden confeccionarse también, para cada pedido, dos series de «picking-list»: uno por cajas y/o palets y otro por envases sueltos, ya que la forma y trabajo de preparación es diferente según se trate de una unidad de medida u otra.

El picking list informa al operario la calle, nicho, nivel y hueco donde está el producto a extraer.

El picking list optimiza el recorrido por el almacén (no listados alfabéticos o por número de código).

Los listados para cuantificar los problemas del picking se ven en los casos prácticos.

## Edición de etiquetas y albaranes (apoyos de la informática)

Edición de albaranes:

- Datos clasificados según el sistema de extracción utilizado (sólos, divididos por zonas del almacén, agrupados por albaranes/zonas o repartidores).

Edición de etiquetas:

- Antes de la extracción, así el operario etiqueta cada caja según la extrae y controla que ha cogido todas las unidades solicitadas.
- Después de la extracción para el etiquetado en la mesa de embalado.

## 7.2. Objetivos de las tecnologías empleadas

### Errores en el picking

- *Errores de información:*
  - Reflejados en los documentos editados: una ubicación errónea, una etiqueta sin destinatario, etc.
- *Errores físicos:*
  - Sustitución: pedir A, enviar B.
  - Conteo: pedir 10, enviar 9.
  - Omisión: pedir A, no enviar.
  - Inclusión: no pedir, enviar A.

- *Alternativas o modo de evitarlos:*
  - Informatización: gestión de ubicaciones, picking list, edición de etiquetas.
  - Código de barras.
  - Paper less.

## Código de barras

Se ha analizado en el Capítulo 1. Complementando el tema cabe añadir:

La etiqueta de código de barras del producto en la caja asegura la coincidencia entre el pedido del cliente y la caja enviada. Evita los errores de sustitución, omisión e inclusión.

La etiqueta de código de barras en la estantería:

- en las entradas asegura que se coloca el palet del producto en el hueco asignado por el ordenador,
- en las salidas asegura que se extrae del hueco más antiguo el producto solicitado por el cliente y por tanto se cumple el FIFO y garantiza la trazabilidad del producto en sus movimientos dentro del almacén.

### *Código de barras del transportista:*

La etiqueta de código de barras del paquete es utilizada por los transportistas para seguir la pista a los envíos a su paso por las agencias de paquetería de origen y de destino y por los distintos transportistas de reparto (trazabilidad).

## Báscula

Las básculas detectan los errores de conteo.

La elección entre la báscula al final del pedido o la báscula en cada línea de pedido es función de la velocidad del proceso.

Alternativa	Ventajas e inconvenientes
Al final del pedido	Rapidez en el picking de cada línea de pedido. Dificultad para arreglar el error.
En cada línea de pedido	Ralentiza cada línea de pedido. Detecta el error al momento y es fácil de corregir.

Los productos deben mantener el peso en todos los lotes de fabricación, pues de lo contrario los cálculos estándar de peso no coincidirían con el peso real.



Figura 5.16. Sistema paper-less

## Radiofrecuencia

Los pasos que realiza la carretilla en los movimientos por palet completo son:

1. colocación de la etiqueta de código de barras del palet (EAN 128); a partir de este momento el palet queda en cola de espera,
2. el ordenador localiza la carretilla disponible y selecciona la más próxima,
3. el operario elegido recibe la orden en el terminal y se desplaza a la zona de entradas y recoge el palet,
4. se desplaza a la estantería de almacenamiento indicada por el monitor,
5. estiba el palet y valida la operación.

Acabado este proceso, la información del stock queda disponible para una reposición o para un envío al cliente final.

*Radiofrecuencia en las entradas:*

Movimientos por palet completo (ejemplo entradas):

- Reduce los recorridos al asignar el trabajo a la carretilla más próxima.
- Atiende las urgencias al momento.

Recogepedidos por cajas:

- Reduce los errores al presentar sólo una línea de pedido.
- Reduce los errores al verificar con un escáner la etiqueta de código de barras de las ubicaciones del producto.
- No reduce las distancias ni las aglomeraciones de máquinas en los pasillos.

Documentación administrativa:

- Reduce las transcripciones.
- Permite conocer el stock al momento.

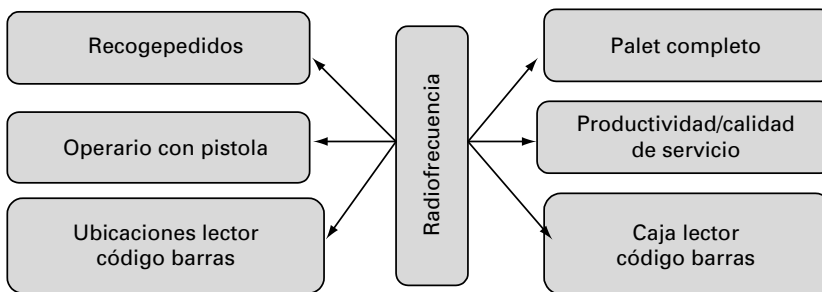
*Sintetizando en un esquema:*

Figura 5.17. Esquema de radiofrecuencia en el almacén

## 8. PROYECTOS DE OPTIMIZACIÓN

### 8.1. Objetivo

No es otro que *lograr la calidad total* en el picking a unos costos razonables, es decir, *con la mayor efectividad*. Nunca hay que olvidar el aspecto económico y financiero del problema: los resultados (directos e indirectos) deben superar los costos.

#### Calidad total

- Cada persona debe controlar la calidad de su trabajo.
- El trabajo se debe hacer bien y a la primera.
- Los errores se deben evitar en vez de corregirse.
- El objetivo es *cero errores*.
- Debe medirse la calidad con indicadores sencillos.
- Los logros alcanzados deben comunicarse y reconocerse.



## 8.2. Cómo abordar el proyecto

En el momento de abordar un proyecto de optimización de picking se recomienda seguir el siguiente camino:

1. Rellenar las fichas de toma de datos.
2. Analizar elemento por elemento: estanterías, carretillas, método organizativo, informática, nuevas tecnologías,.. para lograr un aumento de productividad o una mejora de la calidad del servicio.
3. Cuantificar el problema con una batería de análisis informáticos.

## 8.3. Ficha toma de datos

Situados ante un caso de picking, los datos necesarios para posicionarse en el tema son:

*Medida de la actividad:*

- Número de pedidos.
- Número de líneas de pedido.
- Número de líneas de pedido con palets completos.
- Número de líneas de pedido por cajas sueltas.
- Número de líneas de pedido por envases.
- Estacionalidad de los pedidos.

*Producto y stock:*

- Normativa comercial.
- Variedad o número de referencias.
- Niveles de stock.
- Forma de presentación: unidades, blister, cajas, bases, palets, atados, bobinas, etc., que dificultan o facilitan la manipulación.

*Almacén:*

- Tamaño del almacén: número y longitud de los pasillos.
- Tipo y altura de las estanterías.
- Organización: según ABC, según proveedores, según familias, ...
- Preparación de pedidos a la altura del operario a diferentes alturas.
- Medios mecánicos utilizados: carretillas, roll-trainers, recoge pedidos...
- Situación y características del muelle de expediciones.
- Personal empleado y horario.

## 8.4. Ratios de control

El logro de los objetivos hay que cuantificarlo y medirlo, no dejarlo a interpretación subjetiva. Por ello, se proponen unos ratios. Hay que analizar su evolución en el tiempo y contrastarlos con los objetivos fijados.

Entre otros, pueden elegirse los siguientes ratios:

- Líneas de pedido persona /hora.
- Cajas persona/hora.
- Palets persona/hora.
- % desperfectos: bultos averiados/bultos enviados.

	Faltas	Bailes	Conteo
Nº líneas de pedido Cantidades			

El ratio comparativo más claro es *líneas de pedido por hora* es decir la cantidad de referencias preparadas en una unidad de tiempo.

El ratio *kilo/hora* presenta el siguiente problema:

- Un pedido de 50 LP para un supermercado grande pesa 4.000 kg.
- Un pedido con 50 LP de los mismos productos para una tienda de barrio solo pesa 1.000 kg; el tiempo de desplazamiento en ambos casos habrá sido muy similar, diferirá el tiempo de extracción de las cajas por el esfuerzo que requiere esta operación.

## 8.5. Normas generales de optimización

*Costos de manipulación:*

Los factores que más influyen en los costes de manipulación son:

- La racionalización de las operaciones a través de un estudio de métodos y tiempos.
- La mecanización y automatización de las operaciones.
- Las normalización adaptando los envases y las cajas a las dimensiones de los palets.
- La constitución de unidades de manipulación adecuadas (unitización).

*Simplificación de operaciones:*

Los principios básicos para la simplificación de las operaciones son:

- Reducir las distancias a recorrer tanto si se realizan con carretillas como con un operario a pie.
- Aumentar la velocidad de los medios de desplazamiento para reducir el tiempo invertido en cada recorrido.
- Mover en cada caso la máxima cantidad de producto.

- Paletizar al máximo.
- Normalización de envases y embalajes.
- Normativa comercial de pedidos (múltiplos de envasado).
- Ordenar el almacén, de acuerdo al criterio más conveniente en cada caso.
- Informatización:
  - Gestión de ubicaciones.
  - Picking list: claro, sin errores y ordenados según la secuencia idónea de recogida.
  - Conveniencia o no de la extracción agrupada.
- Utilización de medios de manipulación adecuados a cada caso.
- Minimizar la distancia recorrida: tienda/almacén de día, ... si ello fuera posible.

## 8.6. Análisis informáticos

En los proyectos de optimización la informática juega un papel decisivo en la realización de cálculos y simulaciones. Este apartado se ve con más detalle en los casos.

Hay que analizar tanto el volumen como la productividad del picking, para determinar con detalle la situación de partida y evaluar desde ella las alternativas de optimización que se presenten.

Actividad	Análisis	Informática-ficheros
<b>Volumen de picking</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar la unidad de almacenamiento y la unidad de venta.</li> </ul>	Ficheros: producto y ventas.
<b>Productividad del picking</b>		
<i>Facilidad de extracción</i>	A partir de las ventas de un día identificar las referencias al alcance del operario y a mayor nivel.	Ídem.
<i>Reducción distancia</i> → La tienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular el espacio ocupado por una caja de cada referencia.</li> <li>• Contar el número de días que se vende cada referencia.</li> </ul>	Ídem.
→ Almacén de día	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar el número de referencias distintas utilizadas cada día.</li> <li>• Calcular el número de líneas de pedido que caben en un carro.</li> </ul>	Fichero ventas.
<b>Extracción agrupada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular el número de líneas por pedido.</li> <li>• Calcular la distancia recorrida.</li> </ul>	F. Producto (volumen y ubicaciones). Ficheros: producto y ventas.

Sintetizando en un esquema los diferentes apartados que intervienen en un proyecto de optimización:

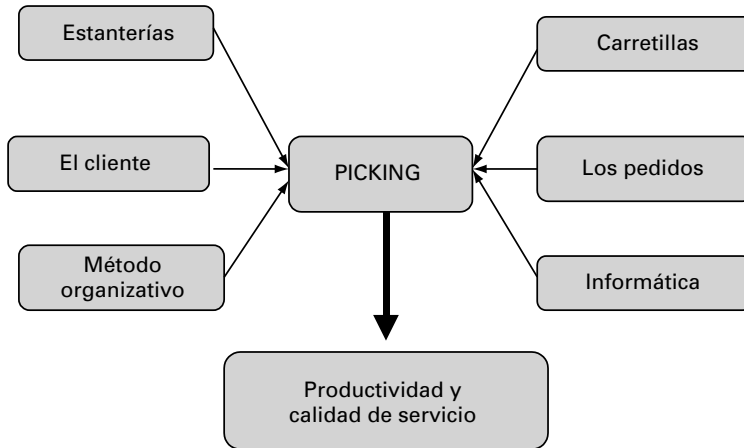


Figura 5.18. Variables y elementos a considerar en el picking

## 9. CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

Sea un almacén de  $80 \times 40$  m con estanterías convencionales para europalets. Se trata de un fabricante de productos de alimentación con 400 referencias y un palet de  $800 \times 1.200$  de cada referencia está colocado a la cota 0. Se preparan 50 pedidos de 10 líneas de pedido cada uno por cajas completas de 12 kg.

1. ¿Cuál es la actividad que requiere más tiempo: la preparación final del pedido, el recorrido o la extracción del producto de la estantería?
2. ¿Cuántos pasillos de 80 m serían necesarios para colocar 400 referencias a la cota 0 con palets EUR por el lado de 800?

### Cuestionario 2

Es un almacén de ferretería de  $40 \times 40$  m con estanterías convencionales hasta 4 m de altura con 2.000 referencias. La mercancía está colocada en todos los niveles ya que no caben 2.000 referencias A en las baldas a menos de 2 m de altura. Se preparan 50 pedidos de 10 líneas de pedido cada uno por cajas completas de 1 kg.

¿Cuál es la actividad que requiere más tiempo: preparación, recorrido o extracción?

### Cuestionario 3

1. En un almacén de ferretería de  $80 \times 40$  m y estanterías convencionales hasta 2 m de altura con 2.000 referencias colocadas en la cota 0 y 1 se preparan 50 pedidos de 10 líneas de pedido cada uno por cajas completas de 1 kg.
  - ¿Cuál es la actividad que requiere más tiempo: preparación, recorrido, acondicionado o extracción?
2. En un almacén de ferretería de  $40 \times 40$  m con estanterías convencionales hasta 2 m de altura con 2.000 referencias se preparan 50 pedidos de 10 líneas de pedido cada uno por unidades sueltas.
  - ¿Cuál es la actividad que requiere más tiempo: preparación, recorrido, acondicionado, o extracción?

### Cuestionario 4

En un almacén de ferretería de  $40 \times 40$  m con estanterías ligeras hasta 2 m de altura con 2.000 referencias se preparan 50 pedidos de 10 líneas de pedido cada

uno por unidades sueltas para montar estuches (un pedido de 5 estuches tiene 10 referencias distintas).

¿Cuál es la actividad que requiere más tiempo: preparación, recorrido, extracción o acondicionado?

### Cuestionario 5

El cliente 1 realiza un pedido al mes con 50 referencias distintas.

El cliente 2 realiza un pedido a la semana con 50 referencias distintas.

Al cabo del año ambos tienen el mismo nivel de consumo.

¿Cuál de estas respuestas es la correcta?

1. El cliente 1 requiere más tiempo porque los pedidos son más pesados.
2. El cliente 2 requiere más tiempo porque al cabo del año realiza más líneas de pedido.
3. Los dos requieren el mismo tiempo porque tienen el mismo nivel de consumo.

### Cuestionario 6

El cliente 1 realiza 12 pedidos de 1 palet.

El cliente 2 realiza 12 pedidos de medios palets.

Indique su opinión sobre la cantidad de trabajo para la preparación de pedidos:

1. El cliente 1 requiere más tiempo porque la mercancía tiene más peso.
2. El cliente 2 requiere menos tiempo ya que lleva menos mercancía.
3. El cliente 2 requiere más tiempo ya que hay que mover a mano las cajas.

### Cuestionario 7

En un almacén de  $80 \times 40$  m con mercancía paletizada, los clientes piden de 1 a 10 cajas de 12 kg de cada referencia. La preparación la efectúan 2 operarios:

- el operario A: 4 pedidos de 15 LP,
- el operario B: 12 pedidos de 5 LP.

Estime qué operario acabará antes su tarea:

1. Ambos al mismo tiempo ya que ambos llevan el mismo número de LP.
2. El operario A ya que recorrer 4 veces todo el almacén es más rápido que recorrer 15 veces parte del almacén.
3. El operario B ya que los pedidos de pocas líneas pesan poco.

### Cuestionario 8

En un almacén de  $80 \times 40$  m con estanterías convencionales de palets (un palet tiene 36 cajas de 12 kg y una caja contiene 100 unidades) se dispone de carretillas y recogepedidos para realizar la preparación de pedidos.

Tres clientes nos piden las siguientes cantidades:

Cliente	Envases	Cajas	Palets
Cliente 1	50 LP de 40 uds.	50 LP de 5 cajas	50 LP de 1 palet
Cliente 2			
Cliente 3			

¿Qué cliente requiere más tiempo?

¿Que cliente requiere menos tiempo?

### Cuestionario 9

Un producto de ferretería que se coloca en cajas de 12 unidades ha sido solicitado por el 70% de los clientes en múltiplos de 10 unidades, lo que origina una gran cantidad de trabajo en el almacén.

Qué medida recomendaría:

1. Que comercial presione a los clientes para pasar los pedidos por múltiplos de 12 unidades ya que aumenta la cantidad vendida.
2. Que el almacén envíe cajas de 12 unidades para reducir el trabajo de preparación de pedidos.
3. Que producción embale la mercancía en cajas de 10 unidades. Y que comercial adapte el catálogo comercial.

### Cuestionario 10

La leche, los zumos, el agua mineral, el aceite, ... en una calidad, una marca, un nivel de precios, son las referencias más vendidas en un almacén central de una cadena de supermercados.

El envasador de leche, ... prepara palets de  $1.200 \times 800$ .

El supermercado consume rolls con el 50% de la capacidad de un palet.

Caben varias alternativas:

- Los operarios seleccionan las cajas de leche en cada pedido.
- Un operario prepara rolls durante 8 horas (30 minutos 1 palet).
- Se instala un volteador de palets a roll (3 minutos 1 palet, inversión 30.000 €).

Indicar qué medida propondría en cada caso:

Consumos	Manual	Rolls	Volteador
6 palets/día			
30 palets/día			
60 palets/día			

### Cuestionario 11

El análisis tradicional por familias que elabora el departamento comercial indica el número de unidades vendidas y el importe de las ventas.

La empresa dispone de un almacén con estanterías convencionales en donde las entradas y salidas se realizan por palet completo.

Se desea conocer su opinión sobre las siguientes afirmaciones:

1. La cifra de ventas es el dato fundamental para conocer las necesidades de espacio que debemos reservar a cada familia V-F (V, verdadero; F, falso).
2. La cifra de ventas es el dato fundamental para ordenar la mercancía en las estanterías según el ABC de ventas V-F.
3. La cifra de stock es el dato fundamental para conocer las necesidades de espacio que debemos reservar a cada producto V-F.

### Cuestionario 12

El análisis tradicional por familias que elabora el departamento comercial indica el número de unidades vendidas y el importe de las ventas.

La empresa dispone de un almacén con estanterías convencionales en donde las entradas se realizan por palet completo y las salidas se realizan por cajas.

Si se quiere zonificar el almacén, cómo procedería:

- Con los datos globales y el promedio.
- Con los datos a nivel de referencia.

### Cuestionario 13

Para reducir la distancia recorrida con la carretilla en los movimientos por palet completo, dónde debe ubicar las referencias:

1. Las referencias con más stock → próximas a la entrada.
2. Las referencias con menos stock → próximas a la entrada.
3. Las referencias con más salidas → próximas a la entrada.
4. Las referencias con menos salidas → próximas a la entrada.
5. Las referencias con más stock → próximas a la salida.
6. Las referencias con más salidas → próximas a la salida.



### Cuestionario 14

- A. En un almacén de repuestos de electrodomésticos de línea marrón, de  $60 \times 40$  m con pasillos transversales, se dispone de 20.000 referencias y se reciben cada día 400 pedidos de 5-10 LP cada uno con un peso inferior a 10 kg que deben suministrarse en 24 horas a través de una agencia de paquetería.  
Cuál es su opinión sobre las siguientes alternativas:
- Instalar una tienda.
  - Instalar un almacén de día.
  - Realizar el picking en todo el almacén.
- B. En caso de que no fuera posible establecer un área reducida de picking se desea conocer su opinión:
- Preparar el pedido uno a uno para facilitar la inspección visual de cada pedido.
  - En todo el almacén realizar una extracción agrupada de 5-10 pedidos con 50 LP, equipando a los operarios con un carrito y un cajón de colores por cada pedido.
  - Zonificar el almacén según el tipo de producto y trabajar con extracción agrupada y con cajones de colores para cada pedido.

### Cuestionario 15

En un almacén de alimentación se dispone de 400 referencias de mermeladas y condimentos en bandejas expositores.

En cada estantería hay 18 nichos de 2.700 mm en 2 alturas, es decir,  $18 \times 3 \times 2 = 108$  palets a la cota 0 y 1.

- A. Indicar las necesidades de espacio en la situación actual.  
B. Indicar las necesidades de espacio utilizando un recogepedidos de 4 alturas.

### Cuestionario 16

En un almacén de  $60 \times 40$  m caben dos trazadas:

- Longitudinal con pasillos de 60 m de longitud que favorecen los desplazamientos con las carretillas y son muy adecuados para los pedidos de las delegaciones (muchas LP: ejemplo, 5 pedidos diarios de 80 LP).
- Transversal con pasillos de 40 m de longitud y son muy adecuados para preparar pedidos para el cliente final con pocas LP, ya que se evita pasar por todos los pasillos (80 pedidos diarios de 5 LP).

Indicar el tipo de maquinaria adecuada para la preparación de pedidos si cada LP corresponde a 5 cajas de 12 kg.

Orientación	Nº pedidos	Nº lp/pedido	Maquinaria
Longitudinal	5	80	
Transversal	80	5	

### Cuestionario 17

En un almacén de palets con estanterías convencionales de 4 alturas, hay 60 referencias con 4 palets por cada una; 60 referencias ocupan una calle de  $60 \times 0,90 = 54$  m.

Un palet tiene 36 cajas; los pedidos de los clientes son por cajas y la media es 2 cajas por LP.

Se desea conocer su opinión sobre dónde realizar el picking.

- Colocaría el palet más antiguo a la cota 0 para facilitar en el picking la extracción de cajas aunque tuviera que mover el palet completo con la carretilla desde el segundo tercer o cuarto nivel a la cota 0.
- Extraería las cajas del palet más antiguo elevando con un recogepedidos en altura para evitar manipulaciones inútiles.

### Cuestionario 18

En un almacén de palets con estanterías convencionales de 4 alturas, una referencia ocupa 1 nicho de 2.700 mm con 12 palets (3 palets en un nivel  $\times$  4 niveles = 12 palets). Hay 60 referencias con 12 palets cada una y ocupan 3 calles de 27 m.

Cada lote de fabricación tiene 4 palets. El palet contiene 36 cajas y el pedido del cliente lleva de media 2 cajas por cada LP.

Qué opina sobre cómo realizar el picking:

- Compraría un recogepedidos en altura para realizar el picking en el palet más antiguo.
- Con la carretilla movería el palet más antiguo desde la posición de almacenamiento a la cota 0 y utilizaría un recogepedidos de bajo nivel.
- Trabajaría en un solo pasillo colocando un palet de cada referencia a la cota 0, es decir, colocando en un nicho 3 referencias distintas.

### Cuestionario 19

En un almacén de  $180 \times 90$  m podemos elegir entre la orientación:

- Longitudinal: 15 calles ( $90 \text{ m}/6 \text{ m por calle} = 15$  calles) de 200 palets ( $180 \text{ m}/0,90 \text{ m por palet} = 200$  palets), lo que permite colocar 6.000 referencias a la cota 0.

- Transversal: 30 calles (180 m/6 m por calle = 30 calles) de 100 palets (90 m/0,90 m por palet = 100 palets) lo que permite colocar 6.000 referencias a la cota 0.

En cada turno se preparan 1.200 LP con 10 operarios con recogepedidos. Qué diseño elegiría:

1. Longitudinal porque los recogepedidos van más deprisa en los pasillos largos.
2. Transversal porque hay menos atascos, es decir, coinciden rara vez 2 recogepedidos en la misma calle.
3. Transversal porque evitaría algunos pasillos.

### **Cuestionario 20**

En un almacén de 180 × 90 m se pueden obtener con una trazada transversal 30 calles (180 m/6 m por calle = 30 calles) de 100 palets (90 m/0,90 m por palet = 100 palets) lo que permite colocar 6.000 referencias a la cota 0.

Cómo efectuaría la reposición de los productos agotados desde los niveles 1 a 6 a la cota 0:

1. En todo momento según las necesidades.
2. Primera hora de cada turno.
3. En un turno.
4. Utilizando un pasillo de carga y otro de descarga.
5. Todos los sistemas al mismo tiempo.

### **Cuestionario 21**

En un almacén de material eléctrico de 60 × 40 m con pasillos longitudinales, con 2.000 referencias donde los profesionales acuden para pedir y retirar los suministros para las instalaciones que están realizando y preparan 200 pedidos de 5-10 LP cada uno.

Cuál es su opinión sobre la posibilidad de instalar una tienda:

- Sí, para reducir los tiempos de desplazamiento.
- Sí, porque hay que preparar muchos pedidos pequeños.
- No, porque un surtido mínimo de 2.000 referencias ocupa mucho espacio.

### **Cuestionario 22**

En un almacén de ferretería que prepara 1.200 LP al día, la distribución según el ABC por LP es la siguiente:

Grupo de referencias	Nº referencias	LP
A0	25	240
A1	50	240
A2	100	240
A3	200	240
<b>TOTAL A</b>	<b>375</b>	<b>960</b>
C	9.000	240
<b>TOTAL</b>	<b>9.375</b>	<b>1.200</b>

Indicar cuál es el número de referencias distintas que se mueven cada día:

- 9.375: todos los días se mueven todas la referencias.
- 1.200: tantas referencias como LP.
- < 1.000 según el ABC de ventas.

### Cuestionario 23

En un almacén de material eléctrico de  $60 \times 40$  m con pasillos longitudinales de 2.000 referencias donde los clientes son tiendas o empresas que pasan 200 pedidos de 5-10 LP y con un peso de 20 kg, la documentación llega por fax y se sirven a través de una agencia de paquetería en un plazo de 48 horas.

Cuál es su opinión sobre la posibilidad de instalar un almacén de día:

- No, porque la mercancía debe estar ordenada en las estanterías.
- No, porque la mercancía vendida en un día es muy voluminosa (100 m<sup>3</sup>).
- Sí, porque evitaríamos 200 paseos por un almacén con pasillos muy largos y sólo se utilizarían 300 referencias cada día.

### Cuestionario 24

Indique su opinión sobre la manera de reducir los errores en las informaciones:

- Utilizando personas que conozcan muy bien los productos y los clientes.
- Codificando los productos y los clientes.
- Una persona graba y otra revisa.
- El proveedor transmite por EDI los pedidos.
- Los comerciales captan los pedidos en PC portátil.

### Cuestionario 25

Cuál es su opinión sobre el recuento de envases:

1. No merece la pena.
2. Lo debe realizar la misma persona que realizó la extracción.
3. Debe realizarlo otra persona distinta de la que realizó la extracción.
4. Debe utilizarse un escáner con código de barras.

## Cuestionario 26

Indique la utilidad de cada medio para evitar cada tipo de error:

Medios	Sustitución	Conteo	Omisión	Inclusión
Código de barras Radiofrecuencia Paper less Báscula				

## Cuestionario 27

En un empresa de distribución alimentaria con almacén de  $180 \times 90$  m con 15 pasillos transversales donde diariamente:

- Entran 10 camiones con 300 palets.
- Se repone las estantería con la misma cantidad de palets.

Cuál es su opinión sobre el método más rápido:

- Una carretilla especialista en entradas.
- Una carretilla especialista en reposición de salidas.
- Una carretilla especialista en entradas con radiofrecuencia.
- Una carretilla especialista en salidas con radiofrecuencia.
- Las dos carretillas trabajando en entradas y salidas con radiofrecuencia.

## Cuestionario 28

En una empresa de distribución alimentaria con almacén de  $180 \times 90$  m con 15 pasillos transversales, donde se ha reservado el nivel del suelo para preparar el picking y los niveles 1 a 5 para ubicar las reservas, donde diariamente entran 10 camiones con 300 palets.

- Se reponen las estanterías al nivel del suelo con palets ubicados en los niveles 1 a 5.

Cuál es su opinión sobre el método de trabajo más rápido:

- Ubicando a hueco fijo el stock en el nivel superior del picking con un índice de ocupación del 50%.
- Ubicación en el mismo pasillo del stock y el picking con un índice de ocupación del 70%.
- Ubicando a hueco libre y con una búsqueda del hueco libre más próximo al picking con un índice de ocupación del 95%.

## Cuestionario 29

En una empresa de distribución alimentaria con almacén de  $180 \times 90$  m con 30 pasillos transversales, donde se ha reservado el nivel del suelo para preparar el picking y los niveles 1 a 5 para ubicar las reservas, donde diariamente:

- Entran 10 camiones con 300 palets.
- Se reponen las estanterías al nivel del suelo con la misma cantidad de palets ubicados en los niveles 1 a 5.

Cuál es su opinión sobre el método de trabajo que requiere menos inversiones:

- Ubicando a hueco fijo el stock en el nivel superior del picking con una ocupación del 50%.
- Ubicación en el mismo pasillo del stock y del picking con un índice de ocupación del 70%.
- Ubicando a hueco libre y con una búsqueda del hueco libre más próximo al picking con un índice de ocupación del 95%.

## 10. RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

1. El recorrido.
2. Todas las referencias pueden colocarse a la cota 0 (en 6 pasillos de 80 m caben 600 referencias), la extracción es fácil y rápida pero es largo recorrer 3 veces 80 m en cada pedido.

80.000 mm longitud pasillo/900 mm anchura palet = 80 ref. por pasillo.  
400 ref./80 ref./pasillo = 6 estanterías → 3 pasillos con 2 estantería a cada lado.

### Cuestionario 2

El recorrido. 2.000 referencias no caben a la cota 0 y es preciso colocarlas a 2 y 3 niveles. Recoger la mercancía colocada en una altura por encima de 2 m tanto con una escalera como con un recogepedidos en altura es lento.

### Cuestionario 3

1. El recorrido.  
2.000 referencias caben a la cota 0 y a la cota 1. Recoger la mercancía colocada en una altura por debajo de 2 m es rápido pero el recorrido por 6 pasillos de 80 m es lento.
2. El conteo.  
El conteo de unidades sueltas es muy lento.

### Cuestionario 4

El acondicionado.  
El acondicionado de las piezas en los estuches es muy lento.

### Cuestionario 5

2. El cliente 2 requiere más tiempo, porque al cabo del año realiza más líneas de pedido.

### Cuestionario 6

3. El cliente 2 requiere más tiempo, ya que hay que mover a mano las cajas.

### Cuestionario 7

El operario A, ya que recorrer 4 veces todo el almacén es más rápido que recorrer 15 veces parte del almacén.

### Cuestionario 8

Requiere más tiempo el cliente 1.

Los envases requieren mucho tiempo por el conteo y el acondicionado en una nueva caja.

Requiere menos tiempo el cliente 2.

Las cajas completas con un recogepedidos permiten hacer un recorrido único por el almacén y  $50 \text{ LP} \times 5 \text{ cajas} / 36 \text{ cajas/palet} = 8 \text{ palets}$ , mientras que realizar 50 palets es muy lento.

### Cuestionario 9

Que producción embale la mercancía en cajas de 10 unidades y que comercial adapte el catálogo comercial.

Cambiar las costumbres de la mayoría de los clientes es muy complicado y requiere tiempo y esfuerzo; cambiar el tipo de cajas si el acondicionado de los productos se realiza manualmente no parece muy complicado.

### Cuestionario 10

Consumos	Manual	Rolls	Volteador
6 palets/día 30 palets/día 60 palets/día	XXX	XXX	XXX

### Cuestionario 11

1. F (falso).
2. V (verdadero).
3. V (verdadero).



### Cuestionario 12

- Con los datos a nivel de referencia.

### Cuestionario 13

Las referencias con más salidas próximas a la salida.

### Cuestionario 14

- Realizar el picking en todo el almacén.
- 

- En todo el almacén realizar una extracción agrupada de 5-10 pedidos con 50 LP equipando a los operarios con un carrito de colores por cada pedido.
- Zonificar el almacén según tipo de producto y trabajar con extracción agrupada y con cajones de colores para cada pedido.

### Cuestionario 15

- $400 \text{ ref.}/102 \text{ ref.} = 4 \text{ estanterías}$ , es decir, 2 pasillos.
- $400 \text{ ref.}/(2 \times 108) = 2 \text{ estanterías}$ , es decir, 1 pasillo.

### Cuestionario 16

Orientación	Nº pedidos	Nº lp/pedido	Maquinaria
Longitudinal	5	80	Recogepedidos
Transversal	80	5	A pie

### Cuestionario 17

Colocaría el palet más antiguo a la cota 0 para facilitar en el picking la extracción de cajas aunque tuviera que mover el palet completo con la carretilla desde el segundo, tercer o cuarto nivel a la cota 0.

**Cuestionario 18**

Trabajaría en un único pasillo colocando un palet de cada referencia a la cota 0; es decir, colocando en un nicho 3 referencias distintas.

**Cuestionario 19**

Transversal porque hay menos atascos; es decir, coinciden rara vez 2 recogepedidos en la misma calle.

Transversal porque evitaría algunos pasillos.

**Cuestionario 20**

Todos los sistema al mismo tiempo.

**Cuestionario 21**

No, porque un surtido mínimo de 2.000 referencias ocupa mucho espacio.

**Cuestionario 22**

< 1.000 según el ABC de ventas.

**Cuestionario 23**

Sí, porque evitaríamos 200 paseos por un almacén con pasillos muy largos y sólo se utilizarían 300 referencias cada día.

**Cuestionario 24**

El proveedor transmite por EDI los pedidos, o por Internet.

Los comerciales captan los pedidos en PC portátil.

**Cuestionario 25**

El recuento de envases debe realizarlo otra persona distinta de la que realizó la extracción y es mejor la verificación con un escáner de código de barras.

**Cuestionario 26**

Medios	Sustitución	Conteo	Omisión	Inclusión
Código de barras	XXX		XXX	XXX
Radiofrecuencia	XXX		XXX	XXX
Paper less	XXX		XXX	XXX
Báscula		XXX		

**Cuestionario 27**

Las dos carretillas trabajando en entradas y salidas con radiofrecuencia.

**Cuestionario 28**

Ubicando a hueco fijo el stock en el nivel superior del picking con un índice de ocupación del 50%.

**Cuestionario 29**

Ubicando a hueco libre y con una búsqueda del hueco libre más próximo al picking con un índice de ocupación del 95%.

---

# Picking.

## Caso práctico: almacén regulador

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1. Temas a analizar en una problemática de picking

- *Producto*: Conocer los palets y las cajas en que se fabrica el producto.
- *Pedidos*: Conocer y analizar el tamaño y la composición de los pedidos de los clientes: en palets, cajas, envases, número de pedidos, número de LP, etc.
- *Estanterías*: Analizar la capacidad de las estanterías para contener el stock, respetar el FIFO y para facilitar el picking.

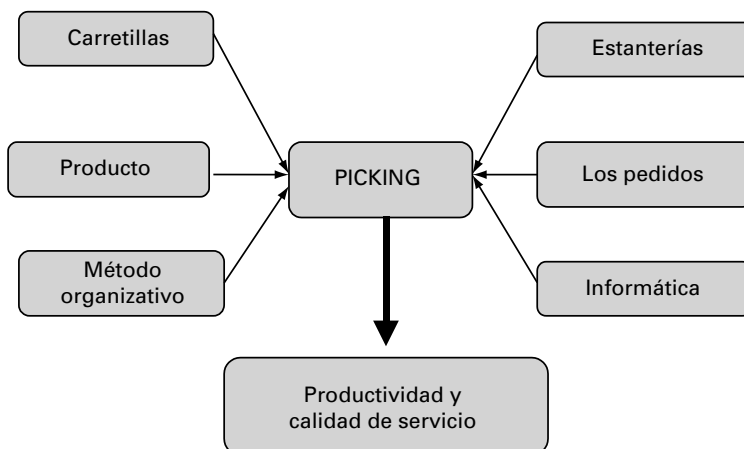


Figura 6.1. Aspectos a considerar en el picking

- *Carretillas*: Analizar el tipo de carretilla adecuada según la altura y los desplazamientos teniendo en cuenta el número de movimientos por día.
- *Método organizativo*: Analizar las diversas alternativas de extracción para reducir la distancia recorrida.
- *Informática*: Utilizar los procedimientos informáticos para cuantificar el problema del picking partiendo de los datos de ventas y presentarlos de forma significativa; utilizar también las nuevas tecnologías (el código de barras y la radiofrecuencia) para reducir los errores y mejorar la calidad del picking.
- *Productividad y calidad de servicio*: El objetivo de todos los puntos anteriores es conseguir aumentar la productividad del personal y mejorar la calidad del servicio prestado al cliente.

## 1.2. Encuadre del caso dentro de la logística de distribución

- Fábrica:
  - Programa de fabricación.
- Almacén regulador:
  - Stock.
  - Almacenaje.
  - *Preparación de pedidos*.
- Transporte de larga distancia.
- Delegación:
  - Stock.
  - Almacenaje.
  - *Preparación de pedidos*.
- Transporte de reparto.
- Cliente final.

Se analiza un almacén con gran capacidad de almacenamiento (>2.000 pallets) y un gran número de pedidos (> 500 LP en un día) para distribuidores y pequeños clientes finales por cantidades inferiores a una caja.

Almacén	Medidas
Regulador para distribuidor y cliente final: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visión global: número de pedidos.</li> <li>• Visión detallada: tamaño de las unidades servidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estanterías convencionales y dinámicas.</li> <li>• Extracción agrupada.</li> <li>• La tienda.</li> </ul>

- La unidad de almacenamiento es el palet de cajas, la unidad de picking es la caja y el envase.
- El almacén regulador tiene las siguientes características:
  - el stock cubre las ventas de 2-3 meses,
  - sólo trabaja con 100 referencias,
  - prepara 500-1.000 LP al día.

## 2. LA EMPRESA: SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. Descripción, datos, problemática

La empresa «La Salud, S.A.» se dedica a la fabricación y comercialización de productos farmacéuticos. La fábrica está ubicada en la zona noroeste de España con un almacén de tránsito adosado mientras el producto guarda la cuarentena. La cuarentena es el período de tiempo que transcurre desde que producción fabrica hasta que control de calidad realiza las pruebas correspondientes, y que en un laboratorio farmacéutico son un poco más largas y complejas que en un proceso industrial.

Una vez transcurrido este período la mercancía se envía en camiones completos al almacén regulador en Madrid, donde se concentra el stock de todos los productos.

El stock cubre las ventas de uno a tres meses. La demanda es irregular dependiendo del tiempo (verano, invierno,...) y otros factores sanitarios (vacunaciones masivas, gripes,...). El stock debe cubrir las ventas de 45-90 días por la irregularidad de la demanda y por la falta de agilidad de producción para adaptarse a los cambios de las ventas. El producto tiene un margen bruto elevado y la pérdida de ventas por falta de producto sería muy costosa.

La venta se realiza a través de varios canales de distribución:

- Los mayoristas (cooperativas de farmacéuticos a nivel provincial, regional, ...).
- Los puntos de gran consumo (clínicas, hospitales, ...).
- Las farmacias para algunos productos.

En la actualidad la preparación de pedidos se realiza por el sistema de un operario que se desplaza por el almacén recogiendo cada una de las referencias en la cantidad solicitada. Posteriormente deposita las cajas en un palet y los envases en la mesa de preparación de pedidos, donde otro operario (distinto del que realiza la extracción) recuenta los envases (porque los productos son de alto valor), los encaja, precinta y etiqueta, y coloca la caja en el palet del cliente.

La preparación de pedidos está generando problemas de plazo de respuesta a clientes porque en determinados días la plantilla disponible cumplimenta los pedidos en el mismo día que los recibe (objetivo de comercial), pero en otros se demora 1 o 2 días por acumulación de trabajo.

Las reclamaciones de los clientes son frecuentes y se deben a:

- errores en el picking de envases y de cajas,
- faltas y averías en el transporte.

La compañía quiere rediseñar el sistema de preparación de pedidos para mejorar su productividad y evitar un incremento de plantilla.

## 2.2. Solicitudes de cambio por áreas de responsabilidad

El jefe de almacén requiere:

- más personal,
- mejores medios informáticos.

El director comercial desea:

- un servicio 24 horas durante todo el año,
- reducción de errores por debajo del 1%.

La Dirección General plantea:

- una reducción de los costes de personal,
- una estrategia de futuro.

## 2.3. Características de la actividad y problemas

- Almacén de productos farmacéuticos.
- Preparación de pedidos en cajas y en envases sueltos.
- Pocas referencias.
- Muchas líneas de pedido:
  - *retraso en el envío a clientes por problemas en la preparación de pedidos,*
  - *errores en envases y en cajas.*

## Características de la plantilla

- 1 carretillero para la descarga de los camiones de ruta, movimiento de los palets en las estanterías y la carga de las furgonetas de reparto.

Se recibe un camión diario de mercancía paletizada que requiere 30 minutos para la descarga y 30 minutos para la colocación en la estantería según una gestión de ubicaciones a hueco fijo.
- 4 operarios seleccionando y extrayendo las cajas o los envases.
- 2 operarios revisando y embalando.

## Actividades de los administrativos

2 administrativos grabando los albaranes:

- grabar 500 LP al día requiere una persona con dedicación exclusiva.

1 administrativo preparando la documentación del transporte y revisando facturas:

- el seguimiento de las incidencias de transporte a través de las agencias de paquetería requiere una persona a media jornada.

### 2.4. El almacén: estanterías

Hay pocas referencias pero con mucho stock de cada referencia. Es preciso tener en cuenta que se trabaja con lotes pequeños, lo que condiciona el tipo de estantería:

- si se utilizan estanterías compactas deben ser de poca capacidad ( $4 \times 4 = 16$ ),
- debe respetarse la accesibilidad a cada lote para cumplir el FIFO,
- se pueden utilizar estanterías convencionales hasta 10 m de altura, ya que el producto tiene pocas rotaciones.

El almacén dispone:

- de una calle con estanterías drive-in de 4 de fondo y 4 de altura para las referencias más vendidas A,
- de 7 estanterías convencionales hasta 6 niveles de altura para el resto de las referencias menos vendidas C.

*Compacta:*

Un pedido del lote más antiguo (A) obliga a mover 12 palets.

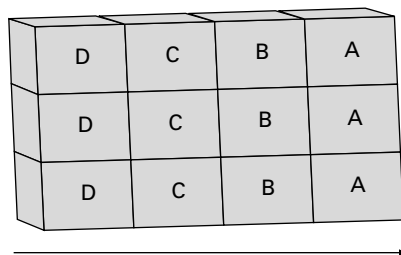


Figura 6.2. Estantería compacta



*Convencional:*

Un pedido del lote más antiguo (A) sin mover ningún palet.

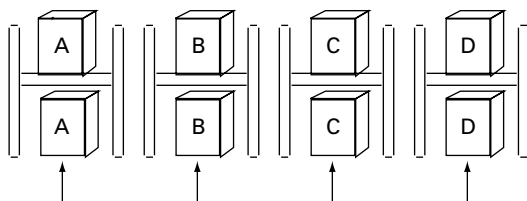


Figura 6.3. Estantería convencional

Actualmente en la misma estantería se realiza el picking de cajas y el picking de envases, lo que produce una sensación de desorden.

Al acabar el lote resulta difícil respetar el FIFO. Por ejemplo, y para una referencia:

- Existencias: 40 envases en una caja de 100 unidades.
- Pedido: Caja completa de 100 unidades.
- Problema: De qué lote se sirve?:
  - 40 envases del lote 1 y 60 envases del lote 2.
  - 1 caja completa del lote 2.

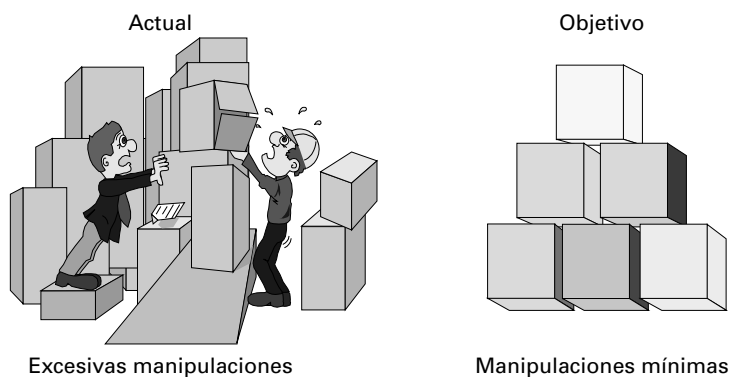


Figura 6.4. Almacén: situación actual y objetivo

### Almacén: lay-out

Las dimensiones del almacén son  $62 \times 30 = 1.860 \text{ m}^2$ ; el muelle y la zona de expediciones ocupan  $12 \times 30 = 360 \text{ m}^2$ . La capacidad del almacén es de 2.500 palets. (Ver plano de la página siguiente, [Figura 6.5.](#))

Estantería compacta: 35 calles de 16 palets ( $4 \times 4$ ) = 560 palets.

Estanterías convencionales dobles: 3 calles  $\times$  2  $\times$  15 nichos  $\times$  18 (3 palets/nicho  $\times$  6 alturas) = 1.620 palets.

Estantería convencional simple: 17 nichos  $\times$  18 ( $3 \times 6$ ) = 396 palets.

Total: 2.576 palets (1.620 + 396 + 560).

En la estantería convencional simple a la cota 0 caben:

- Posición  $800 \times 1.200$ : 17 nichos  $\times$  3 referencias/nicho = 51 referencias.
- Posición  $1.200 \times 800$ : 17 nichos  $\times$  2 referencias/nicho = 34 referencias.

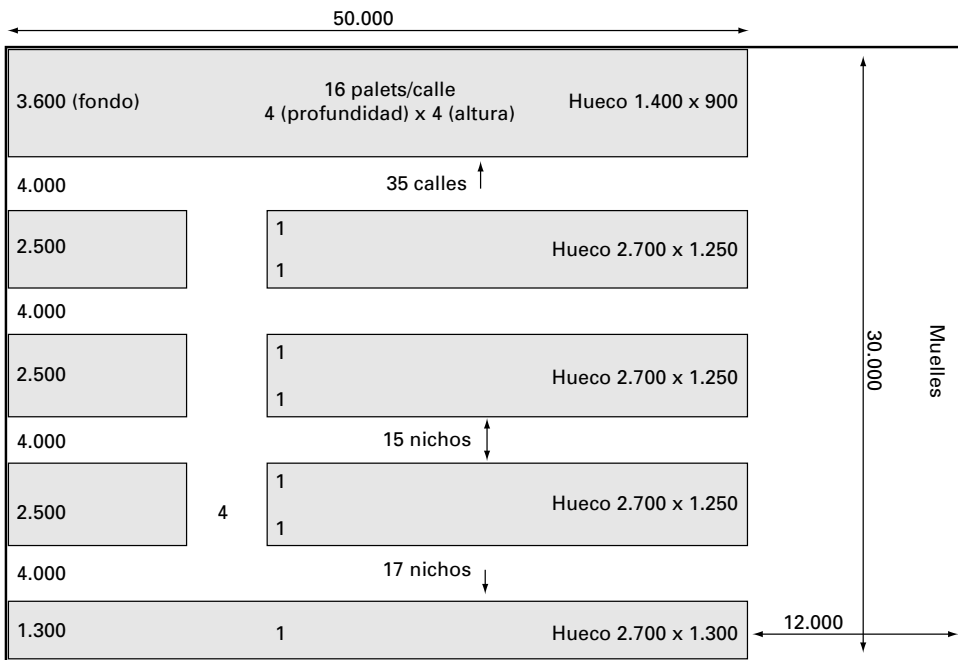
En la estantería convencional interior a la cota 0 caben:

- Posición  $800 \times 1.200$  15  $\times$  3 = 45 referencias.
- Posición  $1.200 \times 800$  15  $\times$  2 = 30 referencias.

### 2.5. Flujos: entradas

La descarga de palets completos es rápida.

La manipulación de los palets mixtos (un palet con varias referencias) es lenta. El jefe del almacén de Madrid ha requerido a la fábrica el envío de un palet por



Medidas en mm

Figura 6.5. Plano del almacén

cada referencia en los envíos con el 50% de las cajas. El jefe de expediciones de la fábrica tiene dificultades para la estiba de medios palets y envía palets mixtos.

Los palets mixtos requieren un trabajo de los operarios del almacén que no aporta valor añadido para el cliente final. El coste de repaletizar se produce en origen y en destino.

Los palets sobrantes se devuelven a la fábrica una vez al mes.

Los flujos de entradas tienen las siguientes características:

- Camiones completos (trailers con 32 palets) desde la fábrica.
- Recepción de 4 a 6 vehículos semanales con 128/192 palets de mercancía.
- Palets completos (70%), mixtos (de medio palet 20%) y cajas sueltas (10%).
- Los palets completos de una referencia se descargan y se ubican en el lugar asignado, los mixtos una vez descargados se reparten entre tantos palets como referencias tengan y se ubican en las estanterías y las cajas sueltas siguen el mismo procedimiento.

### **Flujo: entradas, coste**

El operario A con una carretilla ha extraído 30 palets desde las estanterías y las ha colocado en el muelle de expediciones en 50 minutos.

- $30 \text{ palets} \times 500 \text{ kg/palet} = 15.000 \text{ kg.}$
- $50 \text{ minutos} \times 21 \text{ €/hora} = 18 \text{ €.}$
- $18 \text{ €}/15.000 \text{ kg} = 0,0012 \text{ €/kg.}$

El operario B con una transpaleta de mano y manipulando caja por caja ha preparado 3 palets con la mercancía de 11 referencias en 50 minutos.

- $3 \text{ palets} \times 500 \text{ kg} = 1.500 \text{ kg.}$
- $50 \text{ minutos} \times 21 \text{ €/hora} = 18 \text{ €.}$
- $18 \text{ €}/1.500 \text{ kg} = 0,012 \text{ €/kg.}$

Los movimientos por cajas cuestan 5-10 veces más que los movimientos por palet completo.

### **Flujos: entradas, carretillas**

Dispone de una carretilla retráctil de 1.000 kg y de mástil tríplex y de una transpaleta eléctrica para la descarga de los camiones.

- la carretilla retráctil no puede entrar dentro de los camiones,
- la carretilla contrapesada patea mucho a partir de 6 m de altura.

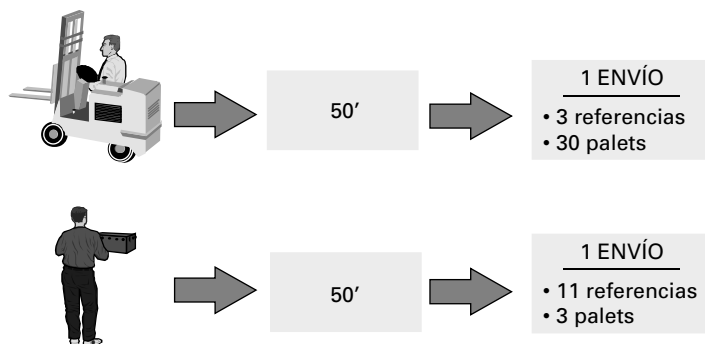


Figura 6.6. Picking/envíos/entradas

La descarga del trailer con una carretilla sólo requiere 1 hora diaria. La inversión mínima se logra con una transpaleta eléctrica con plataforma (9.000 €).

Una carretilla puede mover 100 palets al día en entradas y 100 palets al día en salidas.

La transpaleta eléctrica se puede utilizar para el picking de cajas.

### Flujos: salidas

Los flujos de salidas tienen las siguientes características:

- Muchos pedidos × día → 50-100.
- Muchas líneas de pedido × día → 500-1.000.
- Pocas referencias → < 100.
- FIFO y trazabilidad de productos.

La empresa suministra el listado de ventas de los últimos 3 meses ordenado por número de albarán.

De la información suministrada se ha seleccionado:

- A nivel de producto: código (referencia), el número de envases por caja y el número de cajas por palet.
- A nivel de la demanda: número de líneas de pedido (número de veces que han pedido ese producto), su composición en envases sueltos, cajas o palets y el número de unidades correspondientes a cada una de estas modalidades.
- La cantidad pedida en los diversos múltiplos de manipulación: palets, cajas y envases.

### Manipulaciones

Las manipulaciones a nivel de pedido dependen del tipo de cliente, ya que éstas son en función del tipo de pedido directamente asociado con la tipología del cliente.

Cliente	<1 caja	Cajas completas
Grandes mayoristas	10%	90%
Mayoristas medianos	40%	60%
Farmacias	90%	10%

Al atender distintos canales de distribución surgen distintas necesidades de picking.

## 2.6. Stock

La información de Stock procedente de la empresa corresponde a un trimestre y consiste en una lista de los productos por orden alfabético.

### *Trazabilidad*

Además de la cuarentena que deben pasar hasta la comprobación final de las muestras resultantes de cada lote de fabricación, los productos farmacéuticos tienen fecha de caducidad establecida, por lo que se aplica el sistema de gestión de almacén FIFO; por otro lado, la normativa legal exige la trazabilidad de los productos, lo cual supone conocer en todo momento la situación (fábrica, almacén, central de compras, farmacia) de todos los productos y de cada uno de los lotes de fabricación, por si fuera necesario retirar el producto o se produjeran efectos inesperados.

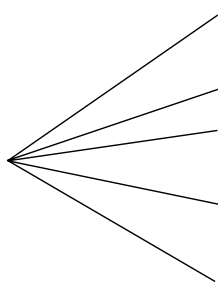
Hay menos de 100 referencias en stock y más de la mitad disponen de más de 20 palets en stock; es decir, se trata de un caso de almacenamiento masivo.

## 2.7. Objetivo

- Rediseñar el almacén.
- Establecer un procedimiento de picking.
- Establecer una estrategia de futuro:
  - tamaño de las cajas,
  - relaciones con los distribuidores,
  - relaciones con los transportistas.

## 2.8. Oportunidad del cambio

A lo largo de estos últimos años la empresa y el mercado han ido cambiando:

- 
- Ha aumentado el número de referencias que se comercializan.
  - Ha mejorado el transporte.
  - Los sistemas de comunicaciones (informática) siguen avanzando.
  - La tecnología de código de barras, pesaje, diales,... ha mejorado.
  - El mercado se ha vuelto más dinámico y exige respuesta en 24 horas.

Las multinacionales del sector ya han montado instalaciones para el picking y han reducido significativamente los errores y las incidencias.

## 2.9. Plan de trabajo

Este caso se analiza en tres fases:

1. Se realiza un diseño general del almacén con un análisis de datos global y una zonificación global para los movimientos por palet completo.
2. Se realiza el mismo proceso a nivel particular con los envíos por cajas completas.
3. Se realiza el mismo proceso a nivel particular con los envíos por envases sueltos.

Se adapta el esquema de trabajo de la teoría al caso concreto.

Volumen de picking	Medios materiales
Métodos operativos	Informática

## 3. ANÁLISIS Y ZONIFICACIÓN. PROPUESTAS

### 3.1. Etapas

Situación actual:

- Entradas, stock,ventas:
  - Según familias.
  - Según ABC.
  - Según manipulaciones.

Alternativas de gestión interna:

- Gestión de ubicaciones:
  - Extracción en altura.
  - Zonificación del almacén.
- Método organizativo:
  - Almacén de día.
  - La tienda.

Alternativas de gestión externa:

- Grabación de pedidos y gestión interna de la información.
- Relaciones con el transportista.

### 3.2. Datos

Los datos de 30.000 albaranes de salidas correspondientes a un trimestre es preciso resumirlos de tal manera que resalten las características importantes desde el punto de vista de preparación de pedidos.

Se utilizan tres tipos de listados:

- Ventas por familias.
- Ventas según ABC de LP.
- Ventas según frecuencia de manipulaciones.

Los nombres de los productos se han tomado de un vademécum, los códigos y demás características corresponden a un caso real.

Otra forma de conocer las características del picking es inspeccionar visualmente la operativa del almacén en una serie de días significativos.

Familia, denominación, unidades por caja y cajas por palet son datos del fichero maestro de productos.

LP por envases, cajas y palets: se analizan en cada LP de un producto si han pedido envases sueltos, cajas o medios palets, y se cuenta el número de veces que lo han pedido.

Familia (1)	Denominación (2)	Ud/ caja (3)	Caja/ palet (4)	Total LP (5)	Envases (6)	Cajas (7)	Medio palet (8)	Enva- ses (9)	Cajas (10)	Medio palet (11)
				Líneas de pedido				Unidades		
10	Yendol	160	32	1480	1032	718	32	63533	416640	112640
10	Couldina 40	40	40	1425	485	1124	45	7652	175120	56000
10	Frenadol 40	75	48	974	921	328	2	27911	52275	3600

Tabla 6.1. Presentación datos de picking (3 productos)

Unidades vendidas por envases, cajas y palets: se analizan en cada LP de un producto si han solicitado envases, cajas o medios palets, y se cuenta el número de envases que hay que enviar en cada tipo de unidad de entrega.

*Observación:*

Si un pedido se sirve íntegramente en envases, se suma 1 a las columnas (5) y (6) de la [Tabla 6.1](#). Si se sirve íntegramente en cajas, se suma 1 a las columnas (5) y (7). Si es un pedido mixto, que se sirve en cajas y parte en envases, se suma 1 a las columnas (5), (6) y (7). Por eso la columna (5) no coincide —es menor que la suma de las columnas (6), (7) y (8)—.

### 3.3. Variable de control

El nivel de actividad de los almaceneros se mide por el número de líneas de pedido, ponderado por los diversos equipos utilizados en la preparación de pedidos.

- Envases: a pie y manual.
- Cajas: transpaleta y manual.
- Palets: carretilla elevadora.

Las primas del personal del almacén deben calcularse según el número de Líneas de Pedido preparadas, ponderadas por un coeficiente según su actividad sea envases o cajas.

*Otras alternativas*

El volumen de ventas en euros da distinta importancia a:

- un pedido de 2 cajas de antibiótico de 50 envases a 9,02 € por envase → 902 €,
- un pedido de 2 cajas de tiritas con 50 envases a 1,80 € por envase → 180 €.

El volumen de ventas en unidades da la misma ponderación a:

- un pedido de 2 cajas de 50 unidades           100 unidades,
- 4 pedidos de 25 unidades de envases       100 unidades.

### 3.4. Tamaño del envase

Se recomienda revisar el tamaño de las cajas acomodándolas a las cantidades pedidas; por ejemplo, cajas de 200 unidades se deberían pasar a cajas de 60/100 unidades ya que el 80% de los pedidos son por cantidades inferiores a una caja.

Si se reduce el tamaño de la caja de aspirina infantil de 160 envases por caja a 80 envases por caja el número de envases sueltos vendidos baja de 135.505 a 75.265.



Descripción	Unid./caja	Cajas/palet	Líneas de pedido		Unidades vendidas	
			<1 caja	>1 caja	Unidades	Cajas completas
Aspirina infantil	160	32	2.178	1.938	135.505	1.031.040
<b>Simulación</b>	<b>80</b>	<b>64</b>	<b>2.028</b>	<b>2.418</b>	<b>75.265</b>	<b>1.091.280</b>
Aspirina eferves.	100	80	2.119	1.089	67.318	264.400
<b>Simulación</b>	<b>50</b>	<b>160</b>	<b>1.766</b>	<b>1.597</b>	<b>35.418</b>	<b>296.300</b>
Nolotil sobres.	200	30	2.147	371	102.361	105.000
<b>Simulación</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>1.929</b>	<b>714</b>	<b>63.861</b>	<b>143.500</b>
Nolotil comp.	75	48	2.326	709	67.891	124.500
<b>Simulación</b>	<b>25</b>	<b>144</b>	<b>1.875</b>	<b>1.478</b>	<b>23.266</b>	<b>169.125</b>
Trankimazin comp.	50	18	1.480	1.234	29.236	135.600
<b>Simulación</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>1.468</b>	<b>1.546</b>	<b>17.961</b>	<b>146.875</b>

Tabla 6.2. Tamaño de los pedidos y unidades de manipulación

Si se reduce el tamaño de las cajas de aspirina efervescente de 100 envases por caja a 50 envases por caja se reduce el número de envases sueltos vendidos baja de 67.318 a 35.418.

(Conclusiones obtenidas en base al análisis de los datos originales.)

La adaptación del tipo de cajas requiere un esfuerzo entre producción y compras en el momento del cambio, pero resulta muy beneficioso para el almacén, ya que reduce el volumen de trabajo de la actividad más lenta que es el picking de envases y reduce los errores de conteo.

### 3.5. Salidas: análisis por familias

Familia	Descripción	Ref.	Nº	LP	Cantidad vendida					
					Líneas de pedido			Unidades		
					Número	Envases	Cajas	1/2 palet	Envases	Cajas
10	Gripe-resfriado	13	6.981	5.065	2.719	92	170.394	680.409	207.840	
20	Antibiótico	11	5.637	4.915	1.128	10	117.855	123.935	9.713	
30	Tiritas	14	4.015	3.011	1.183	20	94.065	189.184	41.360	
40	Fiebre	2	701	652	63	0	21.252	15.840	—	
50	Dolor	16	5.465	4.669	303	0	190.909	90.300	0	
60	Vitaminas	5	2.049	2.014	121	1	103.886	41.495	9.600	
70	Laxante	5	2.748	1.927	1.109	49	57.477	116.100	30.820	
90	Varios	24	10.172	7.929	2.734	96	278.903	478.760	119.380	
	<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>37.768</b>	<b>30.182</b>	<b>9.360</b>	<b>268</b>	<b>1.034.741</b>	<b>1.736.019</b>	<b>418.713</b>	

Tabla 6.3. Salidas: análisis por familias según LP

El análisis por familias confirma las desigualdades existentes entre los diversos grupos: unos se venden normalmente por cajas completas (gripe) y otros por envases sueltos (vitaminas).

La suma de las LP por envases, 30.182, cajas, 9.360 y medios palets 268, es superior al total de LP, 37.768, ya que existen pedidos mixtos que se anotan como dos actividades de picking. Ejemplo: un pedido de 70 envases requiere dos actividades → preparar una caja de 50 envases y preparar 20 envases sueltos.

### Salidas: análisis ABC

Para profundizar en estas diferencias se debe trabajar a nivel de referencia y como método se aplica el análisis ABC para detectar las desigualdades.

ABC	Nº	LP	Cantidad vendida					
			Líneas de pedido			Unidades		
Grupo	Ref.	Número	Envases	Cajas	1/2 palet	Envases	Cajas	1/2 palet
0-25	7	9.266	5.282	4.946	178	188.166	1.133.960	309.040
25-50	11	9.646	7.922	2.658	66	309.828	344.665	36.260
50-75	15	9.651	8.587	724	5	343.403	132.430	12.100
75-100	57	9.205	8.391	1.032	19	193.344	124.964	61.313
Total	90	37.768	30.182	9.360	268	1.034.741	1.736.019	418.713

Tabla 6.4. Salidas: análisis ABC según LP

#### Comentario:

El 36% de las referencias ( $7 + 11 + 15 = 33$ ) concentra el 75% de las LP ( $9.266 + 9.646 + 9.651 = 28.563$ ).

Las ventas por medios palets o por palet completo sólo suponen 268 LP en 60 días, es decir, 5 LP por día, pero representan el 13% de las unidades vendidas ( $418.713 / (1.034.741 + 1.736.019 + 418.713)$ ).

Las ventas por envases representan el 80% de las LP ( $30.182 / 37.768$ ) por sólo el 32% de la cantidad vendida ( $1.034.741 / (1.034.741 + 1.736.019 + 418.713)$ ).

Las ventas por cajas representan el 25% de las LP ( $9.360 / 37.768$ ) y el 54% de la cantidad vendida ( $1.736.019 / (1.034.741 + 1.736.019 + 418.713)$ ).

### 3.6. Manipulaciones y frecuencia de pedidos

Este análisis clasifica cada uno de los productos por el número de veces que se piden en un período. Los datos corresponden a tres meses, es decir, 60 días laborales. Las clasificaciones en frecuencia de pedidos se han establecido en 1.000, 500, 250 y resto.

Grupo (1)	Nº	Líneas de pedido				Desglose líneas de pedido		
	Ref. (2)	Total (3)	Envases (4)	Cajas (5)	1/2 palet (6)	Envases (7)	Cajas (8)	1/2 palet (9)
Más de 1.000	7	9.266	5.282	4.946	178	188.166	1.133.960	309.040
Entre 500 y 1.000	26	19.297	16.509	3.382	71	653.231	477.095	48.360
Entre 250 y 500	17	6.728	5.954	909	3	156.577	84.030	5.800
Menos de 250	40	2.477	2.437	123	16	36.767	40.934	55.413
Total	90	37.768	30.182	9.360	268	1.034.741	1.736.014	418.713

Tabla 6.5. Salidas: análisis ABC según frecuencia de pedido

*Comentario:*

Hay 7 referencias que se piden más de 16 veces al día (9.266/60), 26 referencias que se piden más de 8 veces al día, 17 referencias más de 4 veces al día y 40 referencias que se piden esporádicamente (a diario, en días alternos, semanalmente, mensualmente y trimestralmente).

Se debe tener en cuenta que aunque la media es 600 LP al día (37.768 LP/60 días), hay un día a la semana con 1.000 LP. Hay que dimensionar el picking para esos días punta.

### 3.7. Zonificación: problemas

Realizar el picking de 500 LP al día, en las estanterías de palets (es decir, a todo lo largo y ancho del almacén) resulta caro y complicado:

- muchos desplazamientos,
- desorden con las cajas abiertas: en el mismo hueco se realiza el picking de cajas completas y el picking de envases con cajas abiertas,
- en el mismo pasillo trabajan operarios a pie y carretillas.

(Consultar plano del almacén: [Figura 6.5](#)).

La ventaja del método es que la mercancía no se mueve de su hueco durante todo el tiempo de estancia en el almacén.

Cada vez que se prepara un pedido se recorren los 4 pasillos de 50 m, es decir, 200 m. Preparar 50-100 pedidos cada día significa unos desplazamientos elevadísimos a lo largo del día.

### Zonificación: alternativas

- Zonificación:

La alternativa es trabajar en dos zonas.

Zona de reserva: para almacenamiento masivo de palets.

Zona de picking para cajas y envases.

- Carretillas:

Trabajando con una carretilla contrapesada o retráctil bajando el palet cada vez que se necesita una caja.

O bien realizando el picking en altura utilizando un recogepedidos de medio nivel.

- Realización del picking:

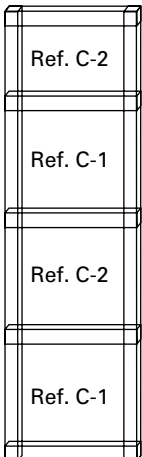
En la altura donde se ubicó en el momento de la descarga.

Al nivel del suelo.



Carretilla eléctrica + 2 personas

Figura 6.7. Carretillas: extracción manual



**RECOGEPEDIDOS 300 LÍNEAS DE PEDIDOS**

τ Capacidad	1.000 Kgs.
τ Pasillo	3.100
τ Altura	1.000

Figura 6.8. Carretillas: preparación de pedidos

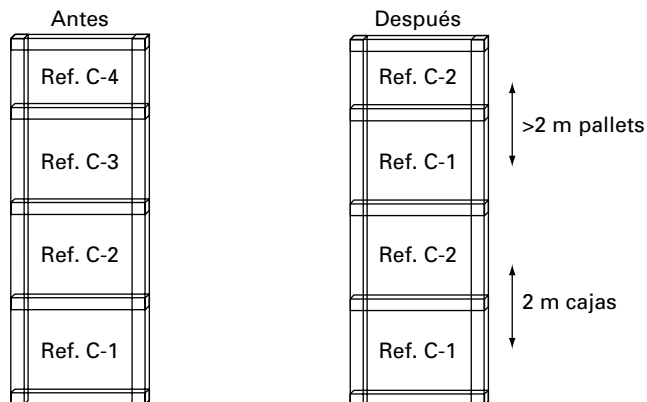


Figura 6.9. Ubicación → altura < 2 metros

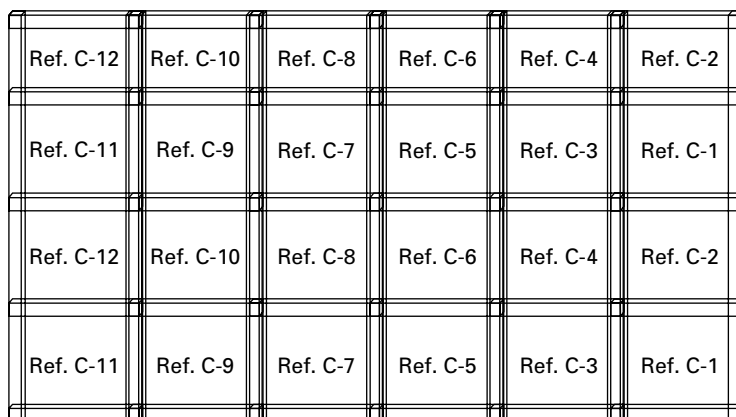


Figura 6.10. Ubicación → altura: a nivel de suelo

### Zonificación: propuestas

Teniendo en cuenta que sólo hay 100 referencias en stock, los tiempos de desplazamiento se pueden reducir centrandó la actividad del picking en zonas concretas:

- zonas de almacén separadas: una para almacén y otra para picking,
- operativas diferentes: del almacén se mueven palets y de la zona de picking cajas y envases,
- una zona independiente o común para el picking de envases y para el picking de cajas.

Sería preciso un movimiento adicional para trasladar la mercancía desde la zona de reserva a la zona de picking.

- El picking de cajas se realizará a nivel del suelo y en los huecos superiores de la estantería se ubicará el stock de reserva.
- Carretillas: No se utilizará recogepedidos en altura ni a suelo sino una transpaleta de mano o la transpaleta eléctrica con peldaño.

### 3.8. Gestión de ubicaciones

*Objetivo:*

- Maximizar la capacidad útil al aprovechar todos los huecos vacíos.

*Procedimiento:*

- Gestión de ubicaciones a hueco libre con asignación a priori.

*Características:*

- Funcionamiento de precisión.
- Dificultad para el inventario manual.
- Obligatorio para respetar el FIFO.

*Operativa:*

- El ordenador conoce la ubicación de cada palet:
  - Ubicación fija (número de estantería, calle, nicho, nivel, posición).
  - Ubicación variable o caótica.
- En cada entrada se actualiza:
  - El lote de fabricación (FIFO).
- En cada salida el ordenador fija el orden de extracción.

### 3.9. Grabación de pedidos

*Comunicaciones externas:*

A partir de 100 LP al día debe plantearse la captura de pedidos por ordenador para evitar la transcripción al sistema y los errores y demoras que se pueden generar en el plazo de servicio.

Si el pedido lo toma el vendedor: PC portátil.

Si el pedido lo envía el cliente mayorista: comunicaciones EDI o vía Internet.

Los pedidos llegan por fax, pero el documento base lo genera el ordenador del mayorista; la identificación del producto (código y descripción) es común en el laboratorio, en el distribuidor y en la farmacia.

### 3.10. Gestión interna de la información

Las comunicaciones entre administración de ventas y almacén también deben seguir la misma dinámica que las externas por rapidez, claridad y para facilitar la gestión al almacén.

Se pueden evitar los desplazamientos del personal de oficina a almacén y viceversa para recoger albaranes, etiquetas, etc., y las demoras que eso representa si los pedidos a preparar aparecen en la pantalla del ordenador de almacén en tiempo real.

En cambio si el operario que hace el picking trabaja con el fax del cliente:

- no dispone de información de las ubicaciones,
- no conoce si hay stock de esos productos: recorridos innecesarios en caso de rupturas.

El almacén actualiza el stock cada vez que prepara un pedido completo y lo valida en el ordenador.

El almacén puede suministrar información complementaria (peso, número de bultos,...) válida para terceros (transportista, cliente,...).

### 3.11. Relaciones con el transportista

El proceso de comunicaciones puede ampliarse al transportista mediante diversos sistemas:

- entrega de un disquete con todas las expediciones,
- envío de datos vía comunicaciones a su ordenador central.

El procedimiento ideal es tener abierta una ventana en el ordenador del transportista y poder acceder a todas nuestras expediciones para tener on-line la trazabilidad del envío.

Este sistema aporta las siguientes ventajas:

- Evitar duplicidad de trabajos administrativos:
  - En el envío:
    - edición de albaranes,
    - edición de etiquetas.
  - En la revisión de facturas:
    - autofactura.

- Mejorar el control de calidad de servicio:
  - Plazos de entrega.
  - Confirmación de entrega.
  - Notificación de incidencias.

### 3.12. Actividades administrativas

En esta línea de informatización y agilización de comunicaciones puede proponerse también recibir por EDI y/o por Internet los pedidos de los mayoristas para:

- reducir los errores administrativos,
- facilitar el control de las incidencias,
- acelerar la verificación de las facturas.

## 4. PICKING DE CAJAS

Una vez elegidas las líneas generales del almacén y concretado el tema de los movimientos por palet completo vamos a profundizar en:

*el picking de cajas completas* (en el presente apartado 4),  
*el picking de envases* (en el próximo apartado 5).

### 4.1. Los datos

Se analiza con más detalle el esfuerzo que requiere el picking de cajas con los siguientes datos:

- Cajas/referencias/día, número de cajas necesarias para servir las unidades pedidas por envase en un día y de una referencia, suponiendo que cada caja contiene 100 unidades.

Los datos se han tomado de la [Tabla 6.5](#), columnas 1, 2, 5 y 8.

Grupo	Nº		Líneas de pedido			Envases vendidos		
	Ref.	Total	LP/referencia	LP/ref/día	Total	Envases/referencia	Envases/ref/día	Cajas/ref/día
> 1.000	7	4.946			1.133.960			
Entre 500 y 1.000	26	3.382			477.095			
Entre 250 y 500	17	909			84.030			
< 250	40	123			40.934			

Tabla 6.6. Picking de cajas: los datos



## Los cálculos

	Nº	Líneas de pedido				Envases vendidos		
Grupo	Ref.	Total	LP/referencia	LP/ref/día	Total	Envases/referencia	Envases/ref/día	Cajas/ref/día
> 1.000	7	4.946	707	12	1.133.960	161.994	2.700	27
Entre 500 y 1.000	26	3.382	130	2	477.095	18.350	306	3
Entre 250 y 500	17	909	54	1	84.030	4.493	82	1
< 250	40	123	3	1	40.934	1.023	17	1
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>9.360</b>	<b>156 LP/día</b>		<b>1.736.019</b>	<b>289 cajas/día</b>		

Tabla 6.7. Picking de cajas: cálculos

### Comentarios:

LP por referencia:  $707 = 4.946$  total de LP/7 número de referencias.

Número de LP de una referencia en un día:  $12 = \text{LP de una referencia: } 707/\text{número de días: } 60$ .

Unidades vendidas de una referencia:  $161.994 = 1.139.960$  total de unidades vendidas/número de referencias: 7.

Unidades vendidas por referencia y día:  $2.700 = 161.994$  unidades vendidas de una referencia/número de días: 60.

Número de cajas vendidas de una referencia en un día:  $27 = 2.700$  unidades vendidas por referencia y día/número de unidades por caja: 100.

## 4.2. Método organizativo

En las referencias más vendidas es preciso realizar 12 extracciones cada día y 27 cajas de la misma referencia:

- Si se realiza la extracción pedido por pedido hay que desplazarse 12 veces hasta esa ubicación y se mueven 27 cajas.
- Si se realiza la extracción por producto, al final de la jornada hay que desplazarse una vez, se colocan 27 etiquetas y se mueven muy pocas cajas.

En las referencias menos vendidas, sólo se realizan 12 extracciones al día de cada referencia. Con una extracción agrupada al final de la jornada sólo se recorre una vez el pasillo de picking de cajas. La cantidad de cajas movidas en un día es:  $1.736.014 - 1.133.960/60 \text{ días}/100 \text{ unidades /caja} = 100 \text{ cajas /día}$ , es decir, 2 palets diarios.

## Zonificación

Para colocar las 90 referencias a la cota 0 se necesita un pasillo de 50 m en 2 filas de estanterías (ver el apartado «Lay-out del almacén» y [Figura 6.5](#)) y caben las siguientes alternativas:

**ESTANTERÍAS**

Se puede plantear el picking de cajas en los primeros 15 m de los 4 pasillos ya que sólo serían necesarias 25-30 referencias por pasillo (Figura 6.11).

- Permite que varios operarios trabajen simultáneamente.

También se puede colocar todas las referencias en un pasillo (Figura 6.12).

- En unos pasillos trabaja la carretilla y en otros trabajan los operarios a pie.
- Es más fácil instalar un picking sin papeles en un único pasillo.

**ORIENTACIÓN DEL PALET**

Se puede colocar el palet de dos maneras:

- Por el lado de 1.200 para facilitar la extracción y evitar la escalera, pero requiere más longitud.
- Por el lado de 800 para reducir la distancia, pero se origina una escalera con las cajas y dificulta la extracción.

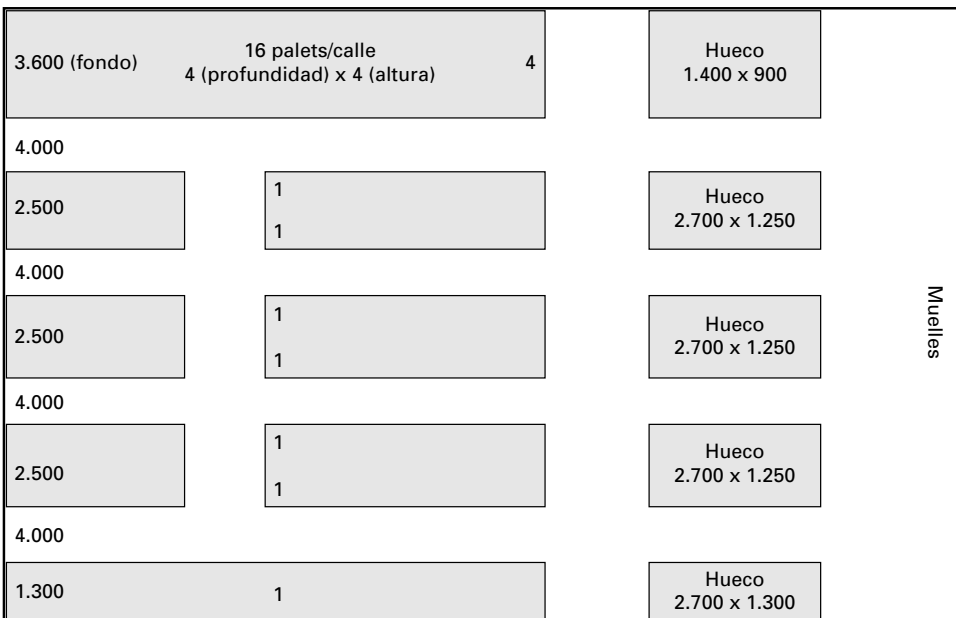


Figura 6.11. Zonificación: 15 primeros metros/pasillo para picking de cajas

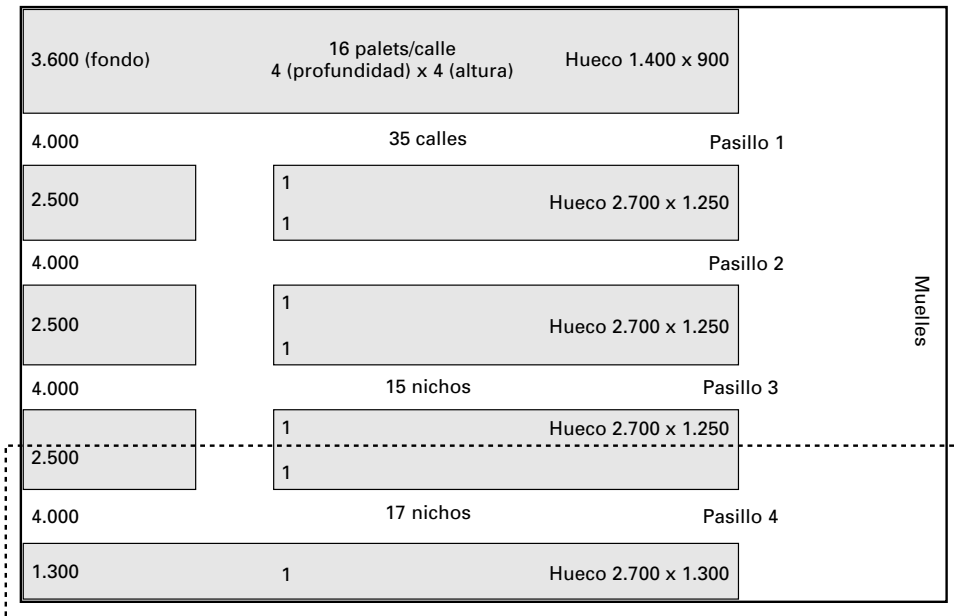


Figura 6.12. Zonificación: pasillo 4, dedicado a picking de cajas

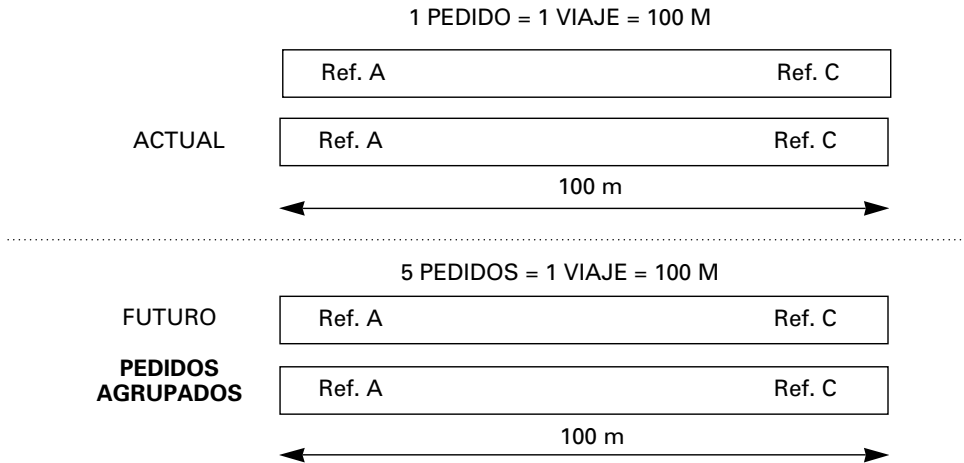


Figura 6.13. Zonificación: extracción agrupada y/o individual

*Propuesta*

Se propone ubicar la mercancía en un pasillo de 50 m por motivos de seguridad para que los operarios a pie trabajen en una zona independiente de las carretillas.

En la zona más próxima al muelle se colocan las referencias A más vendidas por el lado de 1.200 y en el fondo del pasillo se colocan las referencias C menos vendidas por el lado de 800.

### 4.3. Alternativas

#### MÉTODO ORGANIZATIVO

Se puede realizar el picking:

- pedido a pedido, extrayendo todo el pedido del cliente en un recorrido,
- con extracción agrupada, extrayendo varios pedidos en un viaje hasta completar las 36 cajas que caben en un palet.

Los grandes clientes con más de 36 cajas en el pedido se realizarán con extracción individual.

Los pequeños clientes con 5-10 cajas se prepararán con extracción agrupada.

En los últimos tiempos las agencias de paquetería industrial, ofrecen la posibilidad de realizar en sus instalaciones la clasificación por cliente, lo que permite realizar una extracción agrupada por producto y ello reduce aún más los desplazamientos.

### 4.4. Relaciones con los transportistas, externalización del picking

Muchas agencias de paquetería industrial han instalado cintas clasificadoras de paquetes antes de cargar los camiones:

- para sus necesidades de agilizar el trabajo,
- para reducir el esfuerzo físico del personal,
- para evitar errores.

Los paquetes que el cliente envía agrupados por producto los introduce bulto a bulto en la cinta clasificadora para reclasificarlos por destinos.

El transportista puede ofrecer un servicio de clasificación de bultos sin coste adicional:

- El fabricante envía por productos.
- La agencia de origen clasifica por destinos.
- El cliente final recibe la mercancía agrupada.

El transportista ha externalizando una tarea del almacén de picking y pide a cambio que los bultos sean identificados con una etiqueta de código de barras según un programa facilitado por el transportista.

Este tipo de transportista evita tener que clasificar los bultos por clientes y favorece la extracción agrupada por producto, siempre y cuando el tamaño de los bultos ( $60 \times 40$ ,  $40 \times 30$ ,...) permita un control individualizado en las agencias de paquetería.

#### 4.5. Trazabilidad

Trazabilidad ascendente.

- A la vista de un envase conocer el lote de fabricación (va grabado en el envase).

Trazabilidad descendente.

- Para cada lote de fabricación conocer los clientes a los que se ha enviado el producto.

La trazabilidad del producto se puede lograr:

- El ordenador fija el orden de extracción según unos criterios de antigüedad y el operario sigue rigurosamente el procedimiento. El sistema depende de que el operario cumpla unas instrucciones.
- Una vez extraída la caja se lee la etiqueta de código de barras de la caja y se reescribe en el fichero de cliente-producto. La trazabilidad es perfecta aunque puede ser que no se haya enviado la caja inicialmente prevista.

Diariamente el encargado del almacén debe verificar el inventario según el ordenador y las existencias físicas de las referencias que a lo largo del día terminarán el lote. En el momento de las entradas al último palet se le pone una etiqueta roja. En fábrica ya se la habrán puesto si el palet no viene completo y falta alguna caja (el proceso de envasado no se termina siempre al múltiplo del palet).

Si se recibe un pedido de 3 cajas y el ordenador detecta que tiene que servir 2 cajas de un lote y una caja del siguiente lote, el ordenador debe generar dos líneas de pedido (en ese momento el inventario debe cuadrar y no se puede alterar el orden de extracción señalado por el ordenador).

#### 4.6. Nuevas tecnologías

El *código de barras* permite verificar que se coloca el palet en el hueco asignado. Al leer con «la pistola» la etiqueta del hueco y la etiqueta del palet ambos datos deben coincidir con la asignación del ordenador.

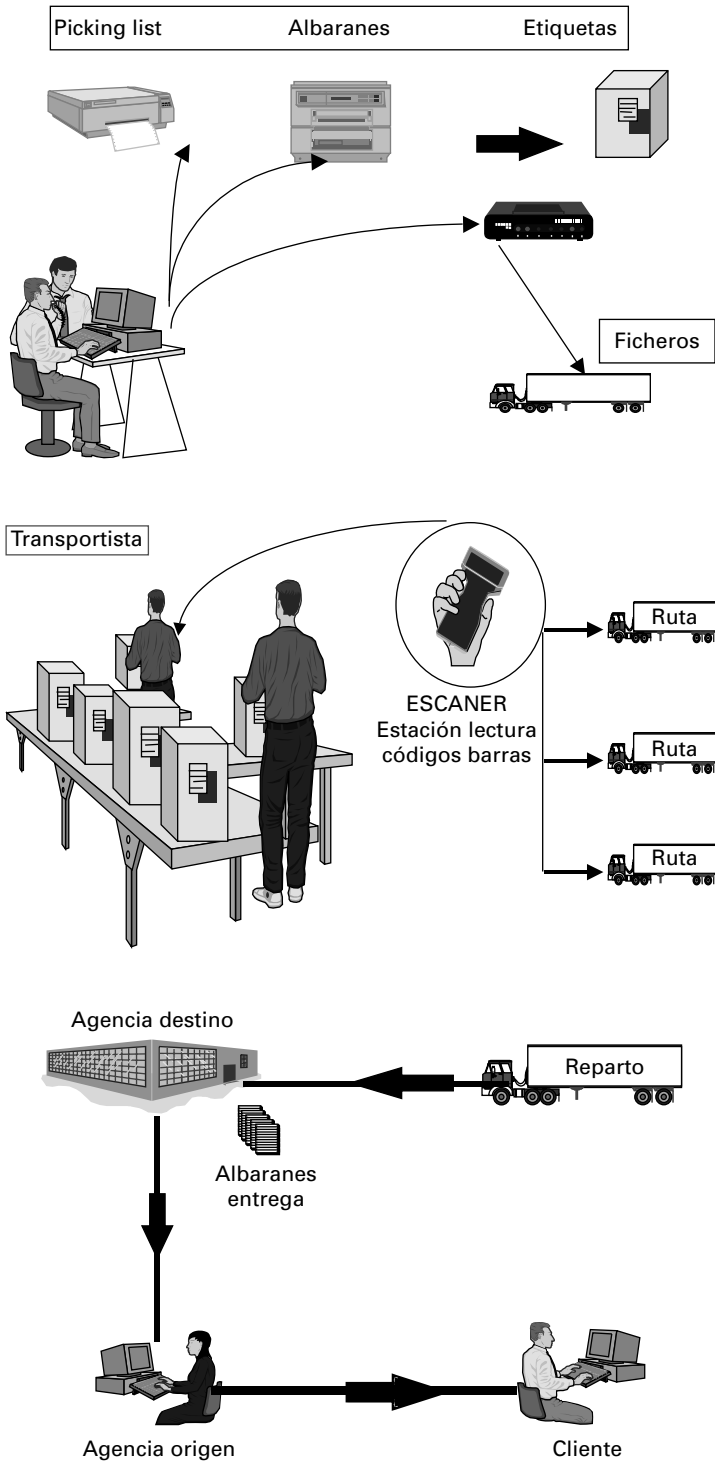


Figura 6.14. Relaciones informatizadas con el transportista. Trazabilidad

El código de barras de la etiqueta de la caja permite verificar que se ha extraído el producto solicitado por el cliente.

*La radiofrecuencia* permite conectar las carretillas con el ordenador y mantener un stock actualizado on line cada vez que el operario realiza una actividad.

#### 4.7. Instalación y costo

Una estantería de palets para ubicar un palet de cada referencia.

Unos indicadores luminosos para identificar la mercancía a extraer y el número de cajas.

Un camino de rodillos para desplazar las cajas sin esfuerzo.

Un control de códigos de barras para identificar el producto-lote.

Índice: € /pedido y € /caja.

Sea el siguiente caso de una empresa con este volumen de Líneas de Pedido.

Día	Mes	Año	5 años
150 LP	3.000 LP	36.000 LP	180.000 LP
	43.273 €/180.000 = 0,24 €/LP		
300 CJ	6.000 CJ	72.000 CJ	360.000 CJ
	43.273 €/360.000 CJ = 0,12 €/CJ		

Coste instalación estimado: 43.273 €.

#### Propuestas

*Mínima inversión:*

**Zonificación:** Destinar un pasillo al picking para evitar interferencias entre carretillas y personal a pie.

**Ubicación:** Un palet de cada referencia a la cota 0 y un palet de reserva en la cota 1.

**Método organizativo:** Extracción agrupada por producto.

*Máxima trazabilidad:*

- Colocar unos indicadores luminosos en cada estantería a la cota 0 para evitar errores en la extracción.
- Pasar todas las cajas por un lector de código de barras y una etiquetadora que genera la etiqueta del cliente y asigna una caja a un cliente.

## 5. PICKING DE ENVASES

Habiendo analizado el picking de cajas, se procede ahora a analizar el picking de envases.

Un esquema ilustrativo del picking de envases es el siguiente:

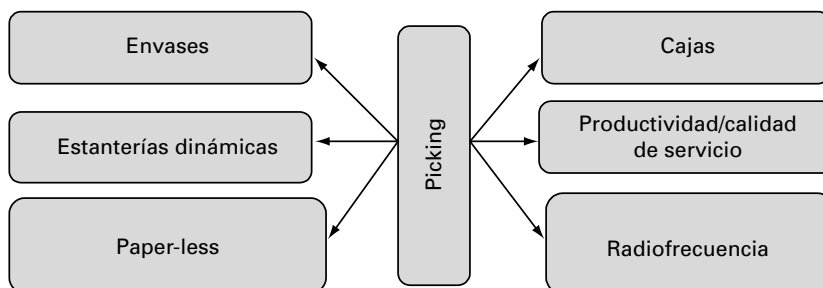


Tabla 6.8. Picking de envases: esquema

### 5.1. Los datos y los cálculos

Se analiza con más detalle el esfuerzo que requiere el picking de envases con los siguientes datos:

- Cajas/referencia/día número de cajas necesarias para servir las unidades pedidas por envase, en un día de una referencia suponiendo que cada caja contiene 100 unidades.

Las columnas 1, 2, 3 y 6 se han tomado de la [Tabla 6.5](#), columnas 1, 2, 4 y 7 respectivamente. El resto de columnas se obtiene mediante cálculo.

(1) Grupo	Nº (2) Ref.	Líneas de pedido			Envases vendidos			
		(3) Total	(4) Por ref.	(5) Por ref. y día	(6) Total	(7) Por ref.	(8) Por ref. y día	(9) Cajas/ ref./día
>1.000	7	5.282	755	13	188.166	26.881	448	5
Entre 500 y 1.000	26	16.509	635	11	653.231	25.124	418	5
Entre 250 y 500	17	5.954	350	6	156.577	9.211	154	2
Menos de 250	40	2.437	61	1	36.767	919	15	1
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>30.182</b>	<b>503 LP/día</b>		<b>1.034.741</b>	<b>17.245 envases/día</b>		

Tabla 6.9. Picking de envases: datos y cálculos

LP por referencia:  $755 = \text{total de LP } 5.282 / \text{número de referencias } 7$ .

Número de referencias por día:  $13 = \text{LP por una referencia } 755 / \text{número de días } 60$ .

Número de unidades vendidas por referencia:  $26.881 = \text{total de unidades vendidas } 188.166 / \text{número de referencias } 7$ .



Número de unidades vendidas por día y referencia:  $448 = \text{número de unidades vendidas de una referencia } 26.881 / \text{número de días } 60$ .

Número de cajas vendidas de una referencia:  $5 = \text{número de unidades vendidas por día y referencia } 448 / \text{número de unidades-envases por caja } 100$ .

## 5.2. Estanterías

### *Desplazamientos:*

En el picking de envases se realizan  $30.182/60 = 503$  extracciones cada día. Merece la pena establecer una zona independiente y reducir al mínimo la distancia.

En las referencias más vendidas es preciso realizar 13 extracciones cada día. Las estanterías dinámicas reducen la distancia recorrida.

### *Consumos:*

En las estanterías se debe disponer del adecuado número de cajas al principio de la jornada o del turno para no interrumpir la tarea de extracción por falta de material.

En las referencias más vendidas es preciso disponer de 5 cajas para el consumo de un día. Se puede utilizar una estantería para 5-6 cajas de profundidad o asignar dos huecos de 3 cajas a estas referencias.

En las referencias menos vendidas basta con 1-2 cajas para el consumo de un día.

### *Alternativas:*

Se descarta trabajar en el pasillo de cajas por:

- desorden,
- riesgo de errores,
- acumulación de personal en un pasillo.

La propuesta es trabajar en zonas independientes.

También se pueden acondicionar las estanterías del picking de envases de dos maneras:

- con estanterías convencionales ligeras,
- con estanterías dinámicas ligeras.

Se pueden utilizar dos métodos organizativos:

- la tienda,
- el almacén de día.

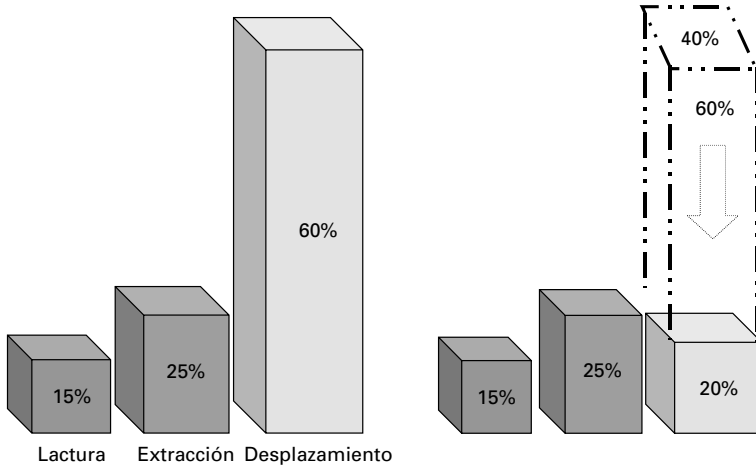


Figura 6.15. Picking: tiempos por operación

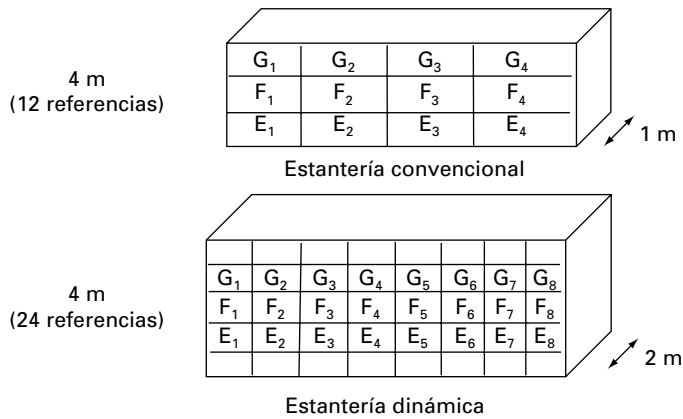


Figura 6.16. Comparación estantería dinámica y convencional

### 5.3. Almacén de día

Consiste en realizar una extracción masiva de todo el volumen de pedidos a preparar hasta una zona donde éstos se vayan cumplimentando uno a uno.

Este sistema considera diversos aspectos que se han analizado en el Capítulo 5, apartado 5, al comentar los métodos organizativos.

#### La tienda

Consiste en disponer en una zona del almacén, lo más próxima posible o, inclusive alrededor de la mesa de picking, de una o varias cajas de todos y cada uno

de los productos disponibles en el stock del almacén por lo que los recorridos de los operarios se reducen al mínimo.

Cuando los pedidos no se conocen de antemano porque llegan en el mismo día en que se preparan no es posible el sistema del «almacén de día» y se puede aplicar el sistema que se denomina «la tienda».

Este sistema considera diversos aspectos que se han analizado en el Capítulo 5, apartado 5, al hablar de los métodos organizativos.

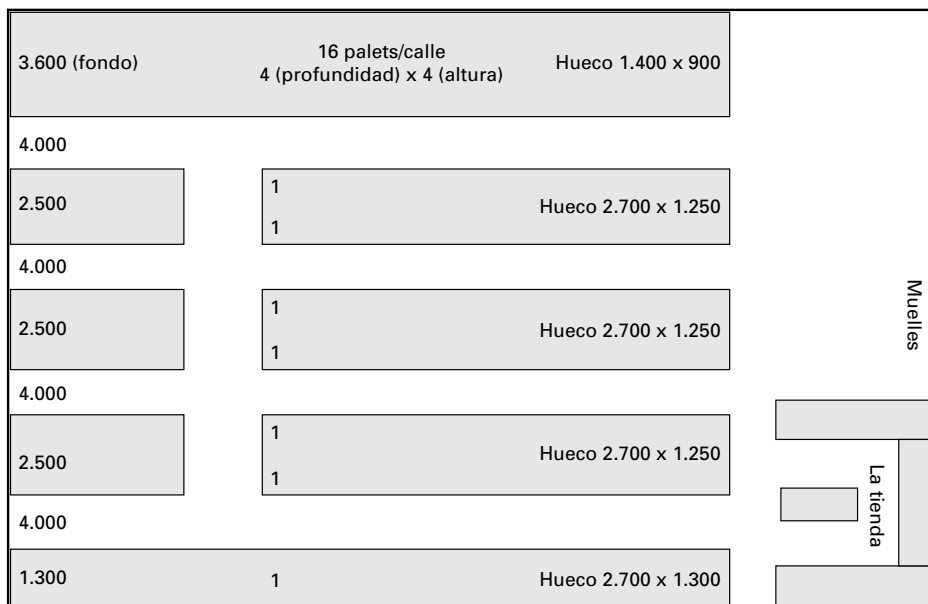


Figura 6.17. Nuevo lay-out propuesto

## 5.4. Lay-out

Si se trabaja con estanterías convencionales la propuesta es una distribución en *U* por dos razones:

- reduce la distancia recorrida,
- permite trabajar con 2 equipos simultáneamente.

Si se trabaja con estanterías dinámicas ligeras, picking sin papeles y báscula en cada pedido se propone una estantería en dos líneas por tres razones:

- facilita el diseño de la estantería y el movimiento del carrito con la báscula,
- reduce a 5 m la distancia recorrida,
- sólo requiere el trabajo de un operario en la extracción y otro en el embalado y etiquetado.

La propuesta es:

- trabajar con estantería dinámicas ligeras
- método organizativo: la tienda.

### 5.5. Paper-less (nociones aclaratorias de teoría)

El picking de envases sin papeles, conocido en el argot como «paper-less», «picking to light», consiste en una preparación pedido a pedido caracterizada por:

- Conforme la cesta o caja que se desliza por un camino de rodillos va pasando por delante de las estanterías, se enciende un indicador luminoso marcando producto y cantidad a extraer, si es que dicha referencia había sido solicitada en el pedido que se está preparando, en caso contrario no se activa el «led».
- Una vez activado el display del producto que hay que coger, el operario apaga el display al final de la extracción y se enciende el siguiente.
- Los displays luminosos indican el producto y la cantidad de envases sin necesidad de leer el picking list porque, previamente al inicio del recorrido se ha marcado qué pedido se va a extraer y el ordenador contiene los datos exactos del mismo y de la ubicación del producto en el almacén.
- De esta forma se reducen los errores de lectura y las equivocaciones en la elección de la ubicación de la mercancía.
- El error de conteo en los productos de pequeño tamaño y con formatos similares es difícil de evitar por inspección visual; el ordenador puede calcular el peso del pedido y al final del proceso se pesa el bulto. Deben coincidir el peso real y el calculado.

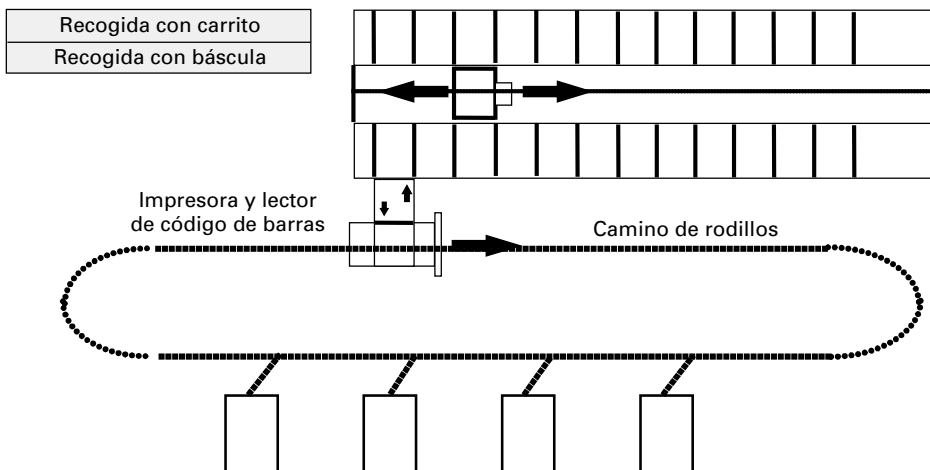


Figura 6.18. Distribución de las zonas de preparación



Figura 6.19. Carro de preparación de pedidos

- Otra alternativa es pesar cada LP y contrastar que el peso hasta el momento es el correcto. Esto exige que o bien la báscula se desplace a lo largo de la estantería o bien que el carrito en el que se va depositando la mercancía lleve incorporada una báscula de precisión.
- Como precaución y para evitar posibles errores, en las estanterías no se colocan 2 productos de igual peso y similar formato en 2 huecos contiguos, para evitar confusiones.

#### *Finalizada la extracción*

- Al acabar la extracción se puede:
  - colocar un lector de código de barras para el código de producto de las cajas,
  - una impresora de etiquetas del cliente utilizando el código de barras del transportista,
  - y una cinta clasificadora de cajas por transportistas.

- Las cajas cerradas se deben colocar en el palet de cada transportista según las zonas geográficas asignadas a cada agencia de paquetería.
- La etiqueta de código de barras es obligatoria en el envase y el código del producto es el mismo para el laboratorio fabricante, para el distribuidor y para la farmacia.

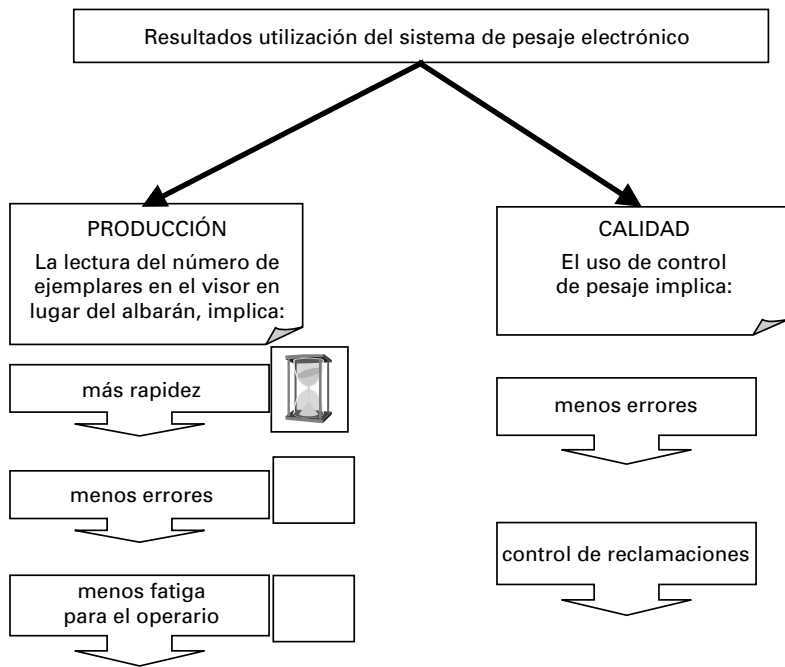


Figura 6.20. Consecuencias de la utilización del sistema «paper-less»

### 5.6. Los errores

Un empleado administrativo dedica el 70% de su tiempo a revisar y regularizar los errores de la mercancía y del transportista; el encargado dedica el 30% de su tiempo a los conteos, revisiones y preparar el nuevo envío.

Una disminución del 1% de los errores reduce un 10% el coste de cumplimiento de los pedidos.

Debe establecerse un procedimiento que avise inmediatamente al operario cuando se comete un error para que no siga preparando y corrija los errores inmediatamente.

- Las balanzas comprueban el peso del producto en cada LP y aportan una garantía al picking.
- Los códigos de barras en el picking de cajas completas verifican el producto enviado y reducen el número de errores a menos de 1%.

Tipos de errores:

- Falta de mercancía: 35%.
- Cantidad equivocada: 33%.
- Producto equivocado: 17%.

Tipo de error	Medidas
Direcciones, codificación del producto Faltas, bailes Conteo Extravío del transportista	Comunicaciones con los distribuidores Paper-less Báscula Comunicaciones y etiquetas de código de barras

## Instalación y costo

- Una estantería dinámica de cajas para reducir el espacio donde se ubica la mercancía; al reducir el espacio se acortan los desplazamientos del personal.
- Unos indicadores luminosos para identificar la mercancía a extraer y el número de envases.
- Un control de pesos para evitar los errores en el conteo.
- Inversión. 60.000 – 90.000 €.
- Índice: €/pedido Índice €/LP.

Pedidos/Día	Pedidos/Mes	Pedidos/Año	Pedidos/5 años
50	1.000	12.000	60.000

72.130/60.000 Pedidos = 1,20 €/Pedido  
10 LP por pedido 1,20/10 = 0,12 €/LP

## 6. CONCLUSIONES Y CASOS SIMILARES

### 6.1. Conclusiones generales

- Es necesaria la gestión de ubicaciones a hueco libre en el almacén de reserva para facilitar el trabajo del almacén por palets completos.
- Es conveniente la grabación de pedidos de los clientes vía EDI o comunicaciones PC.
- Se impone potenciar la relación informática con el transportista para reducir el trabajo administrativo.

- La preparación de pedidos de cajas se debe realizar en una zona separada del almacén de palets.
- El picking de cajas completas se realiza en un pasillo con extracción agrupada por producto traspasando al transportista la tarea de reclasificar por cliente.
- La zona de picking de envases se organiza como una tienda.
- En lo que se refiere a la plantilla, la reducción se consigue:
  - Picking de cajas con extracción agrupada y envío al transportista para la clasificación por clientes.
  - Picking de envases con estantería dinámica con paper-less y báscula y sistema tienda.

Personal	Actual	Futuro	Acciones
Carretillo almacén	1	1	=
Picking	6	4	La tienda, paper-less, zona dedicada a picking de cajas
Grabación de albaranes	2	1	PC + EDI
Admón. transporte	1	0,5	Autofactura

	Envases	Cajas
Unidades	7.000	20.000
Operarios	1	1

## 6.2. Casos similares

### *Almacén de artículos de ferretería:*

- con 3 pisos y 10.000 referencias, 500 referencias distintas cada día, 1.000 LP al día en 100 pedidos de 10 LP cada uno;
- se realiza la extracción agrupada en cada uno de los pisos, colocando la mercancía en un cestillo por cada pedido, ya que la cerrajería ocupa poco volumen, y se deja el carrito de cada piso en la planta baja (almacén de día) junto a la estantería de los productos A;
- la reposición de los pisos superiores se realizaría cada 4-8 horas según el volumen de pedidos y movimientos;
- se prepara una estantería dinámica en la planta baja para los productos A (la tienda);
- se realiza el picking pedido a pedido en la planta baja ya que dispone de todos los productos (el almacén de día + la tienda).



### *Revistas para los kioscos*

La preparación de pedidos de revistas para los kioscos de la prensa se realiza con unas mesas con displays (paper-less) que tienen los siguientes elementos: mesas de carga de la mercancía, display de producto y del pedido, báscula al final del pedido.

Este trabajo lo realiza personal temporal a gran velocidad.

Antes de cargar las mesas es preciso acumular el movimiento por producto de todos los kioscos que se preparan en cada mesa.

El encargado, que conoce bien cada revista, prepara las mesas y revisa el peso individual de cada revista (semana a semana varía con el número de páginas o los regalos,...).

### *Círculo de Lectores:*

El Círculo de Lectores prepara más de 60.000 LP /día enviando libros a sus suscriptores.

Ha realizado una instalación de preparación de pedidos sin papeles con estanterías dinámicas.

Ha mejorado la productividad un 50% y ha reducido los errores.

## 7. CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

El producto Yendol contiene 160 Uds./caja y dispone de los siguientes albaranes:

1. Cliente C111      cantidad 320 Uds.
2. Cliente C112      cantidad 280 Uds.
3. Cliente C113      cantidad 120 Uds.
4. Cliente C114      cantidad 720 Uds.

Calcular los envases y cajas que se enviarán.

### Cuestionario 2

El cliente C111 ha realizado 8 pedidos de 20 cajas de antibióticos de 50 envases por caja y 9 €/envase, con una venta de 72.000 €.

El cliente C222 ha solicitado 8 pedidos de 20 cajas de tiritas de 50 envases por caja y 1,80 €/envase con una venta de 14.424,29 €.

¿Qué actividad origina un mayor coste en la instalación de picking de cajas completas?:

1. C111 porque el importe de la venta es mayor.
2. C222 porque el importe de la venta es menor.
3. El mismo porque se mueve el mismo número de cajas.

### Cuestionario 3

El cliente C111 ha realizado 8 pedidos de 2 cajas de antibióticos de 50 envases (800 envases) a 9 €/caja por valor de 7.200 €.

El cliente C333 ha realizado 32 pedidos de 25 envases (800 envases) de antibióticos a 9 €/envase por un valor de 7.200 €.

¿Qué actividad origina un mayor coste en la instalación de picking de envases sueltos?:

- C111 porque cada pedido tiene mayor peso.
- C333 porque pide envases muchas veces.
- El mismo porque se vende el mismo importe en €.

### Cuestionario 4

Un envase de tiritas cuesta 1,80 €/envase y un envase con antibióticos cuesta 9 €/envase; ambos utilizan el mismo tamaño de envase y la misma caja de cartón.

Se han recibido los siguiente pedidos:

- 10 envases de tiritas que cuestan 18 €.
- 10 envases de antibióticos que cuestan 90 €.

¿Cuál es su opinión sobre el pedido que requiere más tiempo de picking en el almacén?:

- El pedido de antibióticos porque tiene más valor.
- Lo mismo porque tienen el mismo número de envases.

### Cuestionario 5

El palet está en una estantería a 20 m del muelle y tiene 36 cajas que pesan 8 kg cada una.

Cada caja tiene 200 envases.

Se han recibido tres pedidos de antibióticos:

1. El distribuidor de Madrid ha pedido un palet completo.
2. El distribuidor de Salamanca ha pedido 3 cajas completas.
3. Una farmacia pide 50 envases.

Indicar cuál es el pedido que requiere más tiempo de picking.

Indicar cuál es el pedido que requiere menos tiempo de picking.

En este caso, cuál es la variable de control:

1. Los euros vendidos.
2. Los kilos vendidos.
3. El número de LP.
4. El número de LP y el tipo de producto (envases, cajas, palets).

### Cuestionario 6

Este almacén de productos farmacéuticos vende sus productos por envases o cajas a través de dos canales de distribución:

- Grandes mayoristas.
- Farmacias, clínicas y hospitales.

Cliente	Cajas completas	Envases
Grandes mayoristas	85%	15%
Farmacias	3%	97%

Cuál es su opinión sobre el lugar donde realizar la preparación de pedidos de envases:

1. En la estantería de palets.
2. En la tienda.

### Cuestionario 7

Cuál es su opinión sobre las referencias a colocar en la tienda:

- Un catálogo de 100 productos.
- Un catálogo de 300 productos.
- Un catálogo de 1.000 productos.

### Cuestionario 8

Cuál es su opinión sobre la gestión de ubicaciones a hueco libre en productos con control del lote de fabricación y FIFO.

1. En el almacén de palets.
2. En la tienda.

### Cuestionario 9

En un almacén zonificado en palets, cajas y envases tal y como ha sido propuesto en el caso, el producto se coloca en palets de 36 cajas y cada caja tiene 100 unidades.

Los pedidos a preparar son los siguientes:

Pedido	Combinación de estanterías/medios de manipulación
1. 72 cajas	
2. 56 cajas	
3. 28 cajas	
4. 4 cajas	
5. 80 envases	
6. 600 envases	
7. 1.250 envases	

Indicar el tipo de carretillas y la zona de las estanterías donde prepararía los siguientes pedidos.

La terminología utilizada es la siguiente:

Carreterilla	Estantería
A. Contrapesada	Z. Compacta palets
B. Retráctil	Y. Convencional palet-pasillos 1, 2, 3
C. Transpaleta eléctrica	Z. Convencional cota 0 pasillo 4
D. Carrito	W. Dinámica envases

### Cuestionario 10

1. Calcular los movimientos diarios si los datos corresponden a un período de 10 días laborables.

10 días	Nº	Líneas de pedido			Unidades vendidas			
Grupo	Ref.	Total	Por referencia	Por ref./ día	Total	Por referencia	Por ref./ día	Cajas/ /ref./día
>1.000	7	4.946	707		1.133.960	161.994		
Entre 500 y 1.000	26	3.382	130		477.095	18.350		
Entre 250 y 500	17	909	54		84.030	4.943		
<250	40	123	3		40.934	1.023		
Total	90				1.736.019			

2. Calcular la distancia recorrida si se preparan 100 pedidos diarios por el método de pedido a pedido en la calle 4.
3. Cuántos palets llenaría con las 57 referencias menos vendidas.
4. Calcular la posibilidad de realizar el picking en la calle 4; en caso afirmativo, ¿colocaría los palets por el lado de 800 o por el lado de 1.200?.

### Cuestionario 11

Un operario realizando el picking por envases en una estantería dinámica de 9 m de longitud con paper-less obtiene la siguiente productividad:

- Pesando la mercancía en cada LP alcanza una productividad de 30 LP/hora.
- Pesando la mercancía al final del pedido alcanza una productividad de 60 LP/hora con un segundo operario embalando y poniendo las etiquetas.

El trabajo está organizado en dos turnos para dar servicio 24 horas.

¿Cuántos operarios serán necesarios para preparar estos volúmenes de LP diarios?

Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
400 LP	800 LP	1.200 LP	1.800 LP

## Cuestionario 12

Un operario realizando el picking por envases en una estantería dinámica de 18 m de longitud para 300 referencias con paper-less dividida en dos equipos de 9 m obtiene la siguiente productividad:

- Pesando la mercancía en cada LP alcanza una productividad de 30 LP/hora.
- Pesando la mercancía al final del pedido alcanza una productividad de 60 LP/hora con un tercer operario embalando y poniendo las etiquetas.

El trabajo está organizado en dos turnos para dar servicio 24 horas.

¿Cuántos operarios serán necesarios para preparar 400 LP/día?

Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
400 LP	800 LP	1.200 LP	1.800 LP

## 8. RESPUESTA A LOS CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

1. Cliente C111 cantidad 320 Uds.: 2 cajas.
2. Cliente C112 cantidad 280 Uds.: 1 caja y 120 envases.
3. Cliente C113 cantidad 120 Uds.: 120 envases.
4. Cliente C114 cantidad 720 Uds.: 4 cajas y 80 envases.

### Cuestionario 2

El mismo, porque se mueve el mismo número de cajas.

### Cuestionario 3

C333, porque pide envases muchas veces.

### Cuestionario 4

Lo mismo, porque tienen el mismo número de envases.

### Cuestionario 5

El pedido que requiere más tiempo es el número 3.

El pedido que requiere menos tiempo es el número 1.

La variable de control es el número de LP y el tipo de producto: envases, cajas, palets.

### Cuestionario 6

Cliente	Cajas completas	Envases
Grandes mayoristas	85%	15%
Farmacias	3%	97%

El picking de envases debe realizarse *en la tienda* para reducir la distancia recorrida seleccionando la mercancía.

El picking de cajas puede realizarse en las estanterías pero con una extracción agrupada aprovechando de esta manera un recorrido para varios pedidos.

### Cuestionario 7

El número de referencias en la tienda depende de su volumen, generalmente la tienda es adecuada para almacenes con 100-300 referencias.

### Cuestionario 8

El FIFO se aplica a los palets en las estanterías, pues en la tienda se gestiona automáticamente y/o por inspección visual.

### Cuestionario 9

Pedido	Combinación de estanterías/medios de manipulación
1. 72 cajas	BY
2. 56 cajas	BY + CX
3. 28 cajas	CX
4. 4 cajas	CX
5. 80 envases	DW
6. 600 envases	CX
7. 1.250 envases	CX + DW

### Cuestionario 10

1.

10 días	Nº	Líneas de pedido			Unidades vendidas			
		Grupo	Ref.	Total	Por referencia	Por ref./ día	Total	Por referencia
Más de 1.000	7	4.946	707	71	1.133.960	161.994	16.200	162
Entre 500 y 1.000	26	3.382	130	13	477.095	18.350	1.835	18
Entre 250 y 500	17	909	54	6	84.030	4.943	495	5
Menos de 250	40	123	3	3	40.934	1.023	102	1
Total	90				1.736.019			

2. En cada pedido se recorre ida y vuelta el pasillo 4; es decir,  $50 \times 2 = 100$  m. En 100 pedidos (100 pedidos  $\times$  100 m/pedido) 10.000 m.
3. La extracción agrupada por productos aplicada a las 57 referencias menos vendidas requeriría tantos viajes como palets.
  - 5 cajas /día  $\times$  17 referencias = 85 cajas; aprox. 3 palets.
  - 1 caja /día  $\times$  40 referencias = 40 cajas; aprox. 1 palet.
  - $(84.034 + 40.934)/10$  días/100 Uds/caja/36 cajas/palet = 3,47 palets.



4. La calle 4 dispone de 19 módulos de 2.700 mm en las estanterías de la pared y 18 módulos de 2.700 mm en estantería con pasillo transversal. Los palets de  $800 \times 1.200$  para realizar el picking se pueden colocar por el lado de 800 o por el lado de 1.200. Calculando cuántas referencias distintas se pueden colocar a la cota 0:

Posición del palet	Número de módulo - N° referencias
1.200 → 2 huecos por módulo de 2.700	$19 * 2 + 18 * 2 = 74$ referencias
800 → 3 huecos por módulo de 2.700	$19 * 3 + 18 * 3 = 111$ referencias

Se colocarían los palets por el lado de 800; se podrían colocar las referencias más vendidas por el lado de 1.200:

- Una hilera por el lado de 1.200 con 18 nichos y las 36 referencias más vendidas.
- Otra hilera por el lado de 800 con 19 nichos y las 57 referencias menos vendidas.

## Cuestionario 11

Caso 1

400 LP/30 LP/hora = 13 horas

2 operarios

Caso 2

800/30LP = 26 horas

4 operarios

Caso 3

1.200 LP/30 LP/hora = 40 horas

1.200 LP/60 LP/hora = 20 horas

> 4 operarios a 8 horas

3 equipos de 2 operarios

Caso 4

1800 LP/60 LP = 30 horas

4 equipos de 2 operarios

**Cuestionario 12**

## Caso 1

 $400 \text{ LP} / 30 \text{ LP/hora} = 13 \text{ horas}$ 

2 operarios

## Caso 2

 $800 \text{ LP} / 30 \text{ LP/hora} = 26 \text{ horas}$ 

4 operarios

 $800 \text{ LP} / 60 \text{ LP/hora} = 14 \text{ horas}$ 

6 operarios

## Caso 3

 $1.200 \text{ LP} / 30 \text{ LP/hora} = 40 \text{ horas}$ 

&gt; 4 operarios a 8 horas

 $1.200 \text{ LP} / 60 \text{ LP/hora} = 20 \text{ horas}$ 

2 equipos de 3 operarios

## Caso 4

 $1800 \text{ LP} / 60 \text{ LP/hora} = 30 \text{ horas}$ 

4 equipos de 2 operarios



---

## Caso práctico: Picking, métodos organizativos

### 1. UNAS NOCIONES DE TEORÍA

Una vez conocida la teoría del almacén y del picking se ha planteado el caso de un laboratorio farmacéutico para ver cómo la zonificación y las estanterías dinámicas con paper-less ayudaban a mejorar la productividad del personal.

Se han utilizado los listados básicos del ABC por LP y manipulaciones para conocer la frecuencia de uso de cada referencia.

Se plantea en este capítulo el caso de un almacén de ferretería para profundizar en los métodos organizativos y utilizar nuevos informes para cuantificar el problema y detectar las ventajas e inconvenientes que aporta cada alternativa.

Previamente se recuerda y profundiza la teoría referente a la medida de la calidad del servicio.

#### 1.1. Variables de control

La variable para medir el servicio al cliente es doble:

a) *Plazo de servicio:*

- % pedidos servidos en 1 día, % en 2 días.
- Plazo medio de servicio.
- Estos ratios pueden analizarse globalmente, o por zonas, por clientes, etc.

b) *Grado de cumplimentación (%):*

- LP servidas/LP solicitadas.
- Estos ratios pueden analizarse globalmente, por zonas, por productos, etc.

Al aumentar el número de referencias a servir y disminuir el plazo de entrega es necesario:

- Controlar los niveles de stock: que no se disparen por una parte y por otra que el número de rupturas sea mínimo.
- Optimizar la efectividad del picking para ofrecer el plazo de respuesta mínimo.

CALIDAD OK → pedidos completos + sin errores + rapidez en la entrega

## 1.2. Plazo de servicio

Tiempo que transcurre desde que el cliente (puede ser cliente final, una tienda, un hiper, una ferretería o un market de bricolage en el caso que se analiza) efectúa un pedido hasta que lo recibe.

Incluye diversas etapas tales como:

- recepción del pedido, grabación y V° B° financiero,
- preparación del pedido,
- transporte.

Cualquiera de estas tres etapas requiere su tiempo y para acortar el plazo de servicio es conveniente actuar sobre las tres.

*Control del plazo de servicio:*

Para el control del plazo de servicio se utilizan unos informes de este tipo:

Nº pedido	Fecha pedido	Fecha servicio	Plazo-días									
			0	1	2	3	4	5	6	7	>7	

Esta ficha permite un seguimiento individualizado que es posible no sea necesario llevar salvo excepciones. Pero sí es interesante llevar este control de forma agrupada en un informe como el propuesto o similar.

Cuando se habla de ficha estamos refiriéndonos a un informe obtenido por ordenador.

*Período: fecha desde (día/mes/año)/fecha hasta (día/mes/año)*

Nº pedidos	Zona	Plazo-días de servicio								
		0	1	2	3	4	5	7	>7	Promedio
150	Levante									
180	Andalucía									
...	...									
NNN	Total									

Tabla 7.1. Control plazo de servicio; informe de control

Informáticamente es fácil controlar tanto número. Presentados éstos de forma gráfica resulta cómodo comprobar si el plazo de servicio mejora, empeora o sigue estacionario. Si fuera preciso, habría que bajar a un análisis más detallado.

#### *Terminología utilizada:*

En cada empresa se utiliza un convenio diferente para calificar un servicio como 24 horas.

Se debe trabajar con días laborables en lugar de días naturales.

Es conveniente no tener en cuenta los festivos en el ámbito local en origen o en destino.

Recepción pedido	Grabación	Preparación	Transporte	Plazo
Lunes 15 h	Lunes 16 h	Lunes 18 h	Lunes-Martes	24 horas
Lunes 22 h	Martes 10 h	Martes 16 h	Martes-Miércoles	48 horas
Viernes 15 h	Viernes 16 h	Viernes 18 h	Viernes-Lunes	24 horas
Viernes 22 h	Lunes 10 h	Lunes 16 h	Lunes-Martes	48 horas

Tabla 7.2. Control plazo de servicio; terminología y cálculo

### 1.3. Nivel de servicio

Suele medirse por la proporción entre el número de LP solicitadas y servidas en una sola entrega. Es más conveniente efectuarlo a nivel de pedido completo y no de línea, puesto que para que un pedido salga incompleto basta que falle una sola LP.

En el siguiente esquema se llevan ambos controles por pedidos y por LP. Siempre se analiza un período, pero puede hacerse de forma global, por zonas, por tipos de cliente, etc.

Fecha	Nº pedidos	Nº pedidos completos	Nº pedidos incompletos	% pedidos completos	Nº líneas pedido	Nº líneas de pedido servidas	%

Tabla 7.3. Análisis del nivel de servicio

Hay que insistir: si los pedidos tienen 10 líneas de pedido, un 1% de LP no servidas puede significar un 10% de pedidos incompletos.

#### 1.4. Encuadre del caso en la logística de distribución

- Fabrica → programa de fabricación.
- Almacén regulador:
  - stock,
  - *almacén*,
  - *preparación de pedidos*.
- Transporte de larga distancia.
- Delegación (stock, almacén, preparación de pedidos).
- Transporte de reparto.

## 2. LA EMPRESA: SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. Planteamiento

Se trata de un almacén regulador que surte a varios distribuidores y a clientes finales y que desea reducir los costes de preparación de pedidos

Almacén	Medidas
Regulador para distribuidores <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visión global número de pedidos</li> <li>• Visión detallada frecuencia de servicio de cada ref.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estanterías convencionales</li> <li>• Extracción agrupada</li> </ul>

La unidad de almacenamiento es la caja y la unidad de picking es la caja y la pieza suelta.

A partir de los albaranes de ventas se trata de seleccionar los datos significativos para valorar las diversas alternativas del picking:

- El número de LP.
- Las cantidades vendidas en pedidos pequeños y en grandes pedidos.
- La frecuencia de servicio de las referencias más vendidas.

Se plantea la realización del picking en todo el almacén y se evalúa la diferencia entre la extracción pedido a pedido y la extracción agrupada.

## 2.2. Descripción de la empresa

La empresa es un almacén de ferretería de productos generalmente de tamaño pequeño (herramientas de mano, útiles de jardín, menaje, cerrajería,...). El almacén no es muy grande: 800 m<sup>2</sup>.

Actualmente realiza la distribución a través de venta directa al cliente final en el País Vasco y distribuidores regionales en la zona de Levante.

La actividad de preparación de pedidos se realiza manualmente por operarios especialistas en ferretería.

El jefe de expediciones recomienda aumentar la plantilla e instalar una línea de embalado.

La empresa desearía ajustar el personal de picking para reducir costes y para abordar su expansión en la zona de Madrid y Andalucía (canal mayorista).

El compromiso con la red comercial es entregar la mercancía en un máximo de 48 horas desde la recepción del pedido.

### *Problema:*

Qué sistema de picking debe aplicar la compañía para mejorar la productividad de esta sección (mínimos costes de plantilla) y dar la calidad de servicio comprometida (entrega de pedidos dentro de plazo, servicio de pedidos completos y no fraccionados).

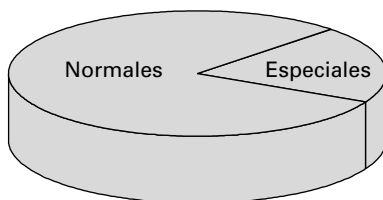
### **El producto**

El producto se presenta:

- En cajas de 12 unidades, 10 unidades, ... de pequeño tamaño (30 × 40 × 15, en cm).
- En envases sueltos de poco peso (piezas, botes, bolsas).
- Un 10% de los productos tiene dimensiones importantes (azadas, carretillas de mano, útiles de jardinería).

La marca del fabricante es un elemento básico para la venta del producto, aunque en caso de carecer de existencias se puede ofrecer como producto sustitutivo el mismo artículo de otro fabricante. Hay productos complementarios (pintu-



Figura 7.1. **Productos**

ras y disolventes, linternas y pilas, ...). Habitualmente el cliente pide de acuerdo con el catálogo del proveedor.

Además de los productos típicos de ferretería: herramientas ligeras, cerrajería, productos de jardinería, ..., también se vende pequeña maquinaria: copiadoras de llaves, compresores para pintura, equipos agrícolas, ..., que suponen una cifra importante de facturación pero no da trabajo al personal del almacén. Estos equipos se piden de uno en uno.

### **El stock**

No se dispone de inventarios fiables: en ocasiones se expiden mercancías (urgencias, ventas de contado,...) y no se graba el albarán de ventas, ni se da de baja del stock hasta varios días más tarde. En bastantes ocasiones el operario va a extraer un pedido y se encuentra con que no existe mercancía cuando el ordenador le indica lo contrario.

Figura 7.2. **Jaulas y carritos (roll-tainers)**

No se dispone de la volumetría/tamaño/peso del producto: los operarios se desplazan por el almacén con carros tipo supermercado, especiales para picking de productos de tamaño pequeño. En los casos en que el producto es especial el operario no puede recogerlo con el carro y realiza un nuevo viaje con el elemento adecuado (peana, transpaleta...).

Al no disponer del peso del producto, los operarios deben pesar los bultos para preparar el albarán del transportista. Si en el ordenador tuvieran los pesos individuales, el propio ordenador podría totalizar el peso del albarán.

No se dispone de la equivalencia entre unidades y cajas, y tampoco entre cajas y palets, para redondear los pedidos.

## Los clientes

No existe una norma comercial que oriente a los comerciales o clientes a ofrecer o pedir a nivel de referencia los múltiplos de envasado del proveedor de origen, lo cual a la hora de preparar los pedidos genera una mayor complejidad.

Esto se traduce en:

1. Para el proveedor:
  - Abrir la caja y romper precintos, y arrojar los embalajes y desperdicios a la papelería.
  - Contar una a una todas las unidades solicitadas y depositar las unidades extraídas en el carro.
  - Depositar la caja con los sobrantes en la estantería.
  - Contar para el control previo al encajado/embalado y trasvasar las unidades del carro al embalaje.
  - Preparar nuevo embalaje para esas referencias.
  - Precintar la caja de embalaje. Realizar periódicamente inventarios individualizados.
2. Para el cliente destinatario, el recepcionar las mercancías sueltas en unidades representa:
  - Apertura del embalaje.
  - Contar una a una todas las unidades.
  - Crear un embalaje específico para esas unidades sueltas.
  - Depositarlo en la estantería.
  - Realizar inventarios individualizados.

Hay que resaltar el hecho de que, en general, las empresas que han solicitado a los clientes que pidan en los múltiplos de envasado o a redondear al múltiplo en aquellos casos en los que los pedidos se aproximan a éste, han tenido buena respuesta de los clientes (beneficio mutuo).

## Las entradas (de proveedores)

La empresa se relaciona con sus proveedores de la siguiente manera:

### *Pedido semanal:*

- Los sábados por la mañana se cierra la facturación semanal incluyendo las devoluciones y las incidencias y se actualiza el inventario; se realiza un conteo físico si se presentan diferencias de inventario.
- El ordenador realiza un cálculo de necesidades que se revisa con criterios comerciales y de compras para efectuar los pedidos a proveedores.

### *Plazo de Servicio:*

- 24-48-72 horas: según las zonas y la hora de recepción del pedido.
- Los pedidos se envían el mismo sábado a los proveedores que a primera hora del lunes pueden comenzar a servir. Los martes por la mañana una furgoneta pasa por algunos proveedores de la zona efectuando una recogida.

Cada proveedor suministra muchas referencias.

## Las salidas (a clientes)

La tipología de los clientes es la siguiente:

- Distribuidores, mayoristas: un pedido a la semana de más de 100 líneas en cada pedido.  
Los distribuidores realizan pedidos de muchas LP, por grandes cantidades y por cajas completas. Esperan recibir la mercancía en 72 horas.
- Minoristas, ferreterías, ...: un pedido cada 7-15-30 días, pocas LP, 10/20.  
Las ferreterías realizan muchos pedidos de muchas líneas de pedido y por pequeñas cantidades. Las ferreterías pasan un pedido semanal por fax y esperan recibir la mercancía en 48 horas. Piden por cajas y por unidades sueltas.

Cada vendedor hace 5-10 visitas cada día (pedidos) que transmite por fax al almacén. Los comerciales visitan la ferreterías una vez al mes para presentar nuevos productos y apoyar la venta.

Para todos ellos es muy importante el surtido (más de 10.000 referencias en catálogo y una disponibilidad del 95%).

Con base en el País Vasco, los clientes de la compañía están distribuidos de la siguiente manera:

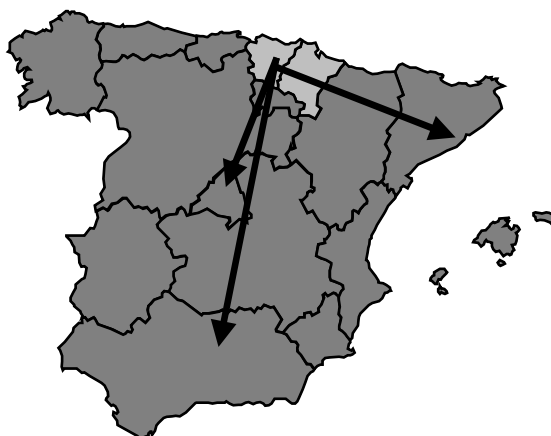


Figura 7.3. Mapa de ventas

### Las ferreterías y los pequeños clientes

Los pedidos de las ferreterías deben ser codificados antes de ser grabados en el ordenador. Los comerciales, cuando realizan visitas, pueden tomar los pedidos en un PC portátil y a las 15 horas transmiten los pedidos al almacén; el resto de los pedidos los transmiten a las 18 horas; en estos casos se evita la grabación de pedidos.

El personal de oficina comienza a grabar a las 7 h los pedidos recibidos por fax; el personal del almacén comienza a trabajar a las 8 h 30 m. Es importante tener grabados el 40% de los pedidos antes de las 10 h de la mañana para evitar horas muertas en el personal del almacén.

La hora tope de recepción de pedidos para un servicio en 24 horas es las 16 h. El 90% de los pedidos se sirven en el día.

### Los distribuidores

Los distribuidores disponen de la misma aplicación informática que el almacén principal, trabajan con los mismos catálogos y los mismos códigos de productos, por lo que sus pedidos no necesitan ser codificados.

Se acaba de poner a punto una aplicación informática para transmitir ficheros PC-PC y dar de alta el pedido del distribuidor sin necesidad de grabación de datos. El distribuidor pasa el pedido a la noche y a las 9 h se puede empezar a preparar el pedido en el almacén: lo que acelera el proceso de preparación de pedidos.

### El transporte

La empresa trabaja con 3 autónomos, que poseen unas furgonetas de 1.500 kg., para realizar las entregas en el País Vasco según un cuadro de rutas semanales. Las ferreterías conocen este plan de transporte y en general adaptan sus pedidos al plan de servicios.

La carga de las furgonetas se realiza desde las 18 a las 20 h para que puedan salir al reparto a las 7-8 horas del día siguiente.

En las provincias limítrofes y en el resto de la península se trabaja con una agencia de paquetería industrial con servicio 24 horas a capitales de provincia y 48 horas a los pueblos.

### **Previsiones: escenario futuro**

La empresa va a duplicar su gama de artículos, comercializando una nueva línea de productos de jardinería que supone de 3.000 a 5.000 nuevas referencias.

La empresa va a comenzar a distribuir sus productos en Madrid y en Andalucía con nuevos distribuidores, y espera alcanzar los volúmenes de Alicante y Barcelona.

Asimismo va a potenciar la venta directa en ferreterías en las provincias limítrofes (Santander, Logroño, Navarra).

### **Resumen de características**

- Almacén de productos de ferretería (herramientas y menaje).
- Material de pequeñas dimensiones.
- Muchas referencias (10.000).
- Muchos proveedores (100).
- Ventas a distribuidores provinciales y regionales.
- Ventas futuras a bricolajes, gardens, supermercados, ferreterías, ...
- Ventas repetitivas (2-4 veces en un mes al mismo cliente).
- Catálogo de ventas ordenado por proveedor y familias de productos.

### **La plantilla**

La plantilla del almacén está formada por las siguientes personas:

- 1 persona para recepción de los pedidos de proveedores y la revisión de los pedidos una vez preparados.
- 3 operarios para la extracción y preparación de pedidos.
- 1 administrativo para la grabación de pedidos.
- 1 administrativo para la preparación de los albaranes de transporte y la gestión de proveedores.

### **2.3. Objetivo del cambio**

- Rediseñar el almacén.
- Establecer un método de picking.

- Establecer una estrategia de futuro:
  - para las relaciones con distribuidores, clientes, etc.,
  - para las relaciones con los transportistas.

## 2.4. Oportunidad del cambio

A lo largo de estos últimos años la empresa y el mercado han ido cambiando:

- Ha aumentado el número de referencias que se comercializan.
- Ha mejorado el transporte.
- Han mejorado los sistemas de comunicaciones (informática).
- El mercado se ha vuelto más dinámico y exige respuesta en 24 horas.
- El coste de personal de picking es elevado y se hace necesario optimizarlo.

## 3. EL PICKING: VOLUMEN Y CARACTERÍSTICAS

### 3.1. Datos globales

Datos	Días	Nº clientes	Nº líneas de pedido	Euros
Total	183	4.084	71.576	1.376.630
Promedio diario		22	391	7.548
Media × pedido			17	343
Media × línea				19

Tabla 7.4. Datos de ventas

*Comentarios:*

1. Datos correspondientes a 1 semestre (183 días naturales).
2. Datos tomados de la hoja general (sin resumir) de pedidos del semestre.
3. Tomado en conjunto, el cuadro representa una visión de pequeños pedidos (17 LP).
4. Tratándose de picking no es suficiente el análisis global, pues puede encubrir, y de hecho ya lo hemos observado, fuertes desviaciones:
  - piezas de poco valor unitario y piezas de alto valor unitario,
  - clientes de pocas LP y clientes de gran número de LP.

### 3.2. Composición de los pedidos: análisis geográfico

Es preciso conocer los pedidos en cantidad de LP y por zonas geográficas. El tratamiento que se dé al picking depende de ello.

Región	Pedidos	LP	LP/pedido	Importe (en €)
Levante	52	8.112	156	280.072
Castilla-León	65	3.241	50	61.904
Cataluña	1.152	12.663	11	216.965
País Vasco	2.314	19.490	8	362.410
Aragón	270	19.173	71	253.627
Andalucía	1	1.948	1.948	34.258
Centro	4	2.000	500	43.273
Galicia	226	4.949	22	129.218
Total	4.084	71.576		1.381.727

Tabla 7.5. Composición geográfica de los pedidos

*Comentarios:*

Efectuando un análisis por zonas geográficas (Tabla 7.5) de las ventas del semestre, se aprecia una fuerte diversidad según el canal de ventas:

- Las zonas de Andalucía y Centro constituyen casos excepcionales.
- Las zonas de Levante y Castilla-León contienen grandes clientes mayoristas.
- Cataluña, País Vasco, Aragón y Galicia son zonas de pequeños clientes (ferreterías, etc.).

**Análisis temporal del picking: movimientos de 10 días**

Hay que analizar la evolución diaria de los pedidos para comprobar si es estable o existen fluctuaciones. ¿Para qué nivel de pedidos se establece la estrategia? ¿Para los días de máxima complejidad o para un día considerado normal?

De los datos suministrados por la empresa se extraen 10 días representativos:

Día	Nº LP	N.º pedidos	Ventas (en €)
15-07-01	240	22	2.759
16-07-01	314	26	4.532
17-07-01	640	31	16.510
18-07-01	430	30	7.753
19-07-01	567	31	9.815
20-07-01	767	28	817
22-07-01	304	22	4.441
23-07-01	403	30	5.619
24-07-01	678	26	18.217
25-07-01	140	6	1.790
	4.483	252	72.253

Tabla 7.6. Evolución temporal de los pedidos

Al analizar con más detalle, se observa que en un análisis por fechas (día a día) hay una irregularidad en cuanto a LP. Ello origina una fuerte variación en el trabajo diario de picking. La variable de control no son los euros vendidos, ni el número de pedidos, sino el número de LP.

### **Análisis de las ventas por productos: ABC general**

Para ahorrar desplazamientos y optimizar el picking es necesario saber si existe concentración en las ventas. Es decir, si se cumple la ley de ABC. Este hecho condiciona la distribución de las referencias en estanterías situando en lugar más próximo a la zona de preparación de pedidos las referencias con mayor número de salidas.

De los pedidos preparados en un semestre (albaranes expedidos) se obtiene el cuadro ABC. Se han dividido en cinco grupos homogéneos (quintiles) en cuanto al importe.

<b>% ventas</b>	<b>N.º ref.</b>	<b>N.º ref. acumuladas</b>	<b>N.º LP</b>	<b>Ventas (en miles €)</b>
0-20	42	42	6.018	276,2
20-40	166	208	10.420	276,2
40-60	384	592	13.182	276,2
60-80	1.035	1.627	16.021	276,2
80-100	7.738	9.365	25.935	276,2
<b>Total</b>	<b>9.365</b>		<b>71.576</b>	<b>1.381,0</b>

Tabla 7.7. Análisis ABC

#### *Comentario:*

Se cumple la ley del ABC, ya que con el 18% de las referencias (1627) se efectúan el 80% de las ventas. Lo que significa que con el resto de las referencias es decir el 82% (7.738) se realizan el 20% de las ventas.

### **Análisis de las ventas por productos: referencias más solicitadas**

<b>Referencias</b>	<b>Líneas</b>	<b>Días</b>
• 127LOC-3	309	131
• 127LOC-5	323	137
• 127LOC-20	170	102
• 018MQLLAVE-1	9	9
• 018TE-8I	640	156
• 018MQLLAVE-2	7	7
• 018MQLLAVE-3	10	10
• 192CART-T	217	113
• 018T-10	187	112
• 0035844-A	169	97

Tabla 7.8. Referencias más solicitadas



De la clasificación de ventas por referencias se entresacan las 10 referencias más vendidas y se ofrece el dato del número de líneas y el número de días que nos han pedido en un semestre.

### *Comentarios:*

1. El ABC de ventas utilizado en la gestión comercial se efectúa por los euros vendidos. Pero no necesariamente los artículos que generan mayor valor de ventas son los que ocasionan mayor volumen de picking; caso de los artículos: 018mqllave-1 y 018mqllave-2.
2. El número de líneas indica el número de veces totales que han pedido esa referencia en el período analizado. El número de días que piden indica la regularidad: todos los días/semanas, estacionalidad, esporádicamente. A nivel de cada artículo es necesario conocer los euros vendidos, el número de líneas de pedido y los días de venta.
3. De la misma forma que en gestión de stock se eliminan los meses de máxima y mínima venta, aquí se depuran los datos, eliminando dichos productos que no son significativos ni por el número de líneas ni por el número de días de venta. Su inclusión produce un sesgo en el análisis de los datos. Los casos excepcionales hay que tratarlos excepcionalmente.

### **Análisis de las ventas por proveedores**

<b>Código de proveedor</b>	<b>Nº ref.</b>	<b>Nº líneas pedido</b>	<b>Nº líneas pedido/día</b>
18	1.659	16.162	88
3	900	8.971	49
41	526	4.186	23
21	446	3.885	21
16	502	2.914	16
4	316	2.158	12
126	209	1.962	11
22	240	1.951	11
90	389	1.896	10
118	85	1.589	9

Tabla 7.9. Análisis de los pedidos según proveedores

Se ha indicado en el análisis de la situación actual que los pedidos llegan por catálogo de proveedores. Por ello es necesario analizar la composición de los pedidos desde este punto de vista. Suele ser normal, debido a este hecho, que los almacenes de ferretería se organicen según catálogo comercial de proveedores y para aprovechar la memoria visual del operario. Como subcriterio, dentro de cada proveedor, por ABC de LP.

Profundizando en el análisis de proveedores, el siguiente cuadro aúna ventas (importe) y composición de los pedidos, para los 10 proveedores más importantes:

Proveedor (código)	Importe (en €)	N.º ref.	N.º líneas pedido
18	293.780	1.659	16.162
3	244.984	900	8.971
127	73.546	13	912
22	63.052	240	1.951
6	61.856	165	860
126	52.546	209	1.962
21	49.734	446	3.885
27	41.740	224	1.577
16	39.625	502	2.914
4	39.583	316	2.158

Tabla 7.10. Análisis de ventas y pedidos según proveedores

## 4. LAY-OUT, ESTANTERÍAS Y MEDIOS DE MANIPULACIÓN

### 4.1. Las primeras actividades a realizar

Las primeras actividades son:

- elegir la trazada del almacén bien sea longitudinal o transversal,
- elegir la ubicación de los productos.

Se empieza proponiendo un doble esquema de lay-out según las estanterías se ubiquen en sentido longitudinal o transversal.

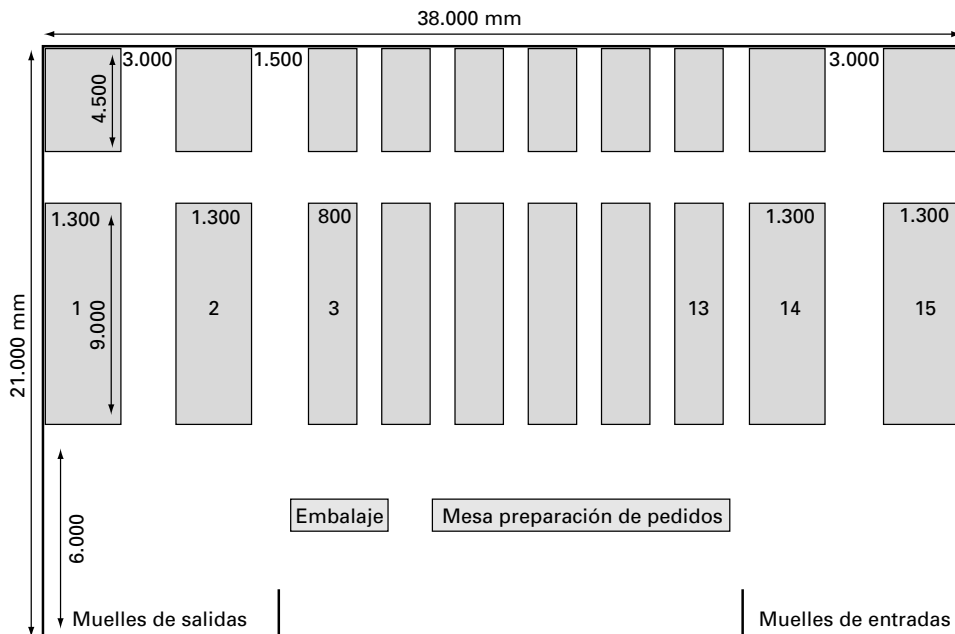
### 4.2. Planos del almacén

Las estanterías de los extremos (1-2 y 14-15) (Figura 7.4) están dedicadas a productos de gran volumen (azadas, rastrillos, palas,...). La proximidad a la puerta facilita los movimientos por palet completo y se aprovecha la altura del pabellón de 6 m para ubicar el stock de reserva (mangueras de riego,...). Los pasillos son de 3.000 mm. para permitir trabajar con el apilador.

Las estanterías interiores-centrales (3-13) disponen de un pasillo de 1.500 mm para el picking con un carrito

En una estantería ligera de 2 m de altura con baldas de 90 × 40 y 6 niveles se pueden colocar 100 referencias en 1 m, aunque hay muchas diferencias según los productos. Se debe estimar cuántos metros lineales de estantería son necesarios para colocar las 10.000 referencias en stock.

### Lay-out: ubicación transversal de las estanterías



3.000, 1.500, 1.300, 800, son medidas de las estanterías y pasillos expresadas en mm  
 1, 2, 3, ... 14, 15 son los números de estanterías  
 Las medidas de las estanterías son en mm

Figura 7.4. Lay-out: trazada transversal (esquema)

### Almacén, plano transversal, números

UBICACIÓN TRANSVERSAL (Longitud en m)		
Concepto	Número	m
Pasillos apilador	2 × 3 m	6
Pasillos a pie	12 × 1,5 m	18
<b>Pasillos total</b>	<b>14 m</b>	<b>24</b>
Estanterías apilador	4 × 1,3 m	5,2
Estanterías a pie	11 × 0,8 m	8,8
<b>Estanterías total</b>	<b>15</b>	<b>14</b>
<b>Longitud total</b>		<b>38</b>

Tabla 7.11. Trazada transversal. Longitud. Cálculos

<b>UBICACIÓN TRANSVERSAL</b> (Anchura en m)		
<b>Concepto</b>	<b>m</b>	
Muelle	6	
Estanterías primer tramo	9	
Pasillo longitudinal	1,5	
Estanterías segundo tramo	4,5	
<b>Anchura total</b>	<b>21,0</b>	
<b>Superficie total</b>	<b>21 × 38</b>	<b>798 m<sup>2</sup></b>

Tabla 7.12. Trazada transversal. Anchura. Cálculos

Longitud de los lineales:

- estanterías de palets:  $4 \times (9 + 4,5) = 54 \text{ m}$ ,
  - estanterías ligeras:  $11 \times (9 + 4,5) = 148,5 \text{ m}$ ;
- total 202,5 m lineales.



Figura 7.5. Apilador eléctrico con conductor montado

**Lay-out: ubicación longitudinal de las estanterías**

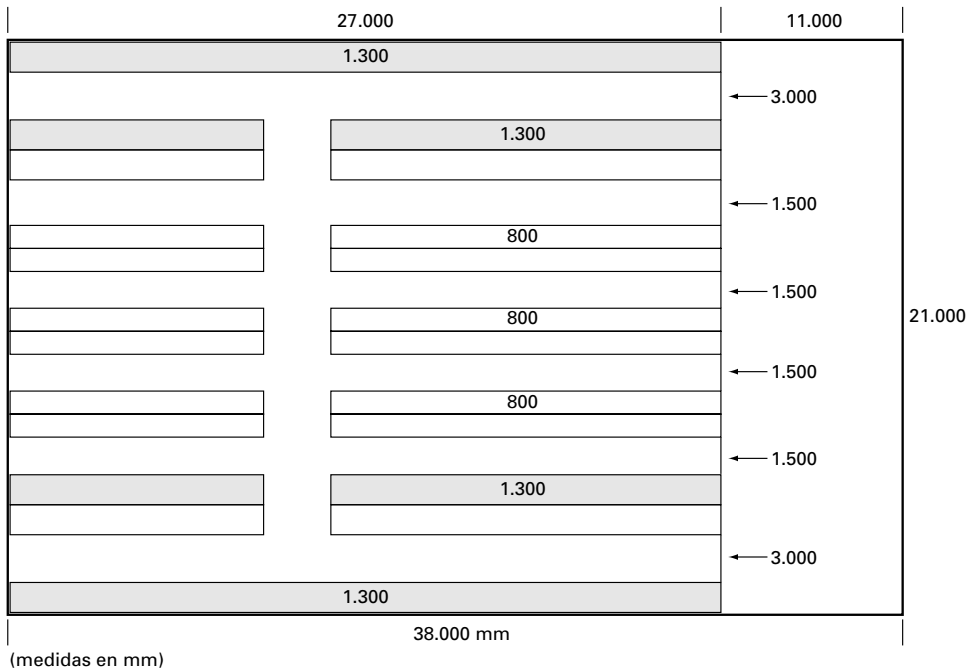


Figura 7.6. Lay-out: trazada longitudinal

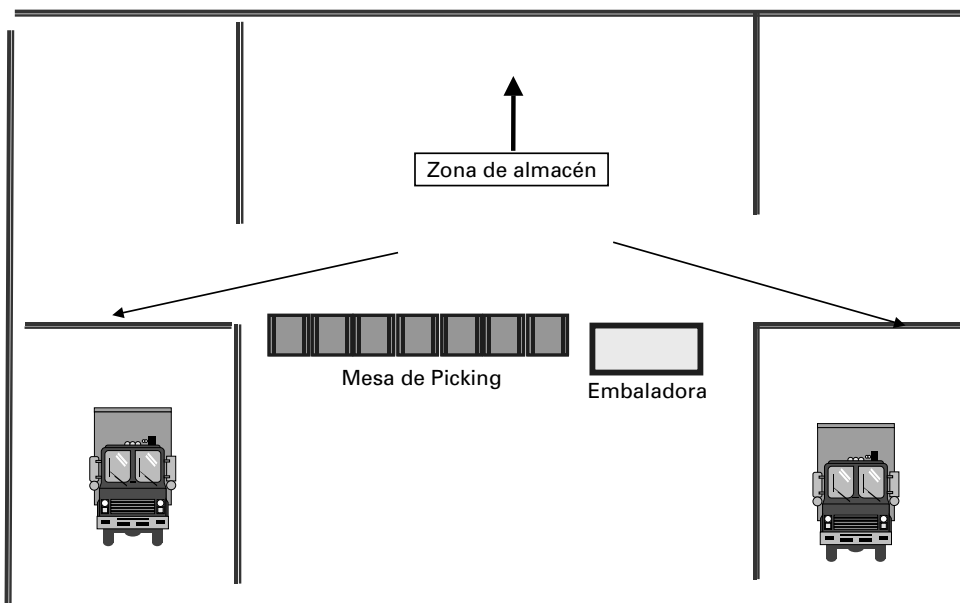


Figura 7.7. Lay-out: trazada transversal (gráfico)

### 4.3. Propuesta de diseño

Elegir la trazada transversal porque:

- reduce la distancia recorrida a pie: al tener muchos pasillos, uno por cada familia de productos, es posible que para preparar un pedido sólo se requiera recorrer dos pasillos,
- pueden trabajar varias personas simultáneamente con menor posibilidad de estorbarse.

Medios de manipulación:

- la carretilla sólo se utiliza para la descarga de las furgonetas de los proveedores y para colocar los palets de productos de gran tamaño (palas,...) en las estanterías laterales,
- el tiempo de trabajo es 1 hora diaria,
- el mínimo tiempo se conseguiría con un apilador de conductor a pie.

## 5. ZONIFICACIÓN, MÉTODOS ORGANIZATIVOS

### 5.1. Zonificación

En un almacén de ferretería el problema más importante es la identificación del producto. Por otra parte los operarios desarrollan una memoria visual.

La ordenación por ABC del número de LP requeriría una gestión de ubicaciones permanente y no favorece la memoria visual.

Tradicionalmente se ordenan de dos maneras:

- por productos,
- por proveedores.

En ambos casos se tiene en cuenta el ABC de productos o de proveedores.

Crterios	Ventajas	Inconvenientes
Según ABC	Rapidez	Obligatoria la gestión de ubicaciones por ordenador Lentitud en las entradas
Según proveedores	Memoria del operario* Rapidez en las entradas	
Según productos	Riesgo de errores de sustitución**	Lentitud en las entradas

\* Se dedica una estantería completa de 2.000 mm de altura y 900 mm de longitud para los proveedores importantes.

\*\* Si se colocan las llaves fijas de varias marcas/proveedores unas junto a otras en la misma balda es fácil equivocarse y servir de un proveedor en vez del que figura en el pedido; en estos casos se suele dedicar una balda distinta a cada proveedor.

Tabla 7.13. Análisis de criterios de zonificación

### Conclusión:

El elevado número de referencias recomienda hacer la clasificación de productos en el almacén con los siguientes criterios:

1. Una calle por cada tipo de productos (jardinería, pinturas, cerrajería, menaje).
2. En cada calle los proveedores por ABC de LP.
3. En cada balda ordenado por familias del catálogo.
4. Las cajas abiertas a la altura del operario. En las alturas superiores el resto del stock de esa referencia para la reposición, o en otra estantería para pallets.

## 5.2. Análisis de tipos de pedidos y propuestas organizativas

Se analizan los datos de Guipúzcoa como una muestra significativa de las ferreterías; el mismo análisis se puede repetir con Vizcaya y Álava.

Se analizan los datos de Alicante como una muestra de los pedidos de los distribuidores.

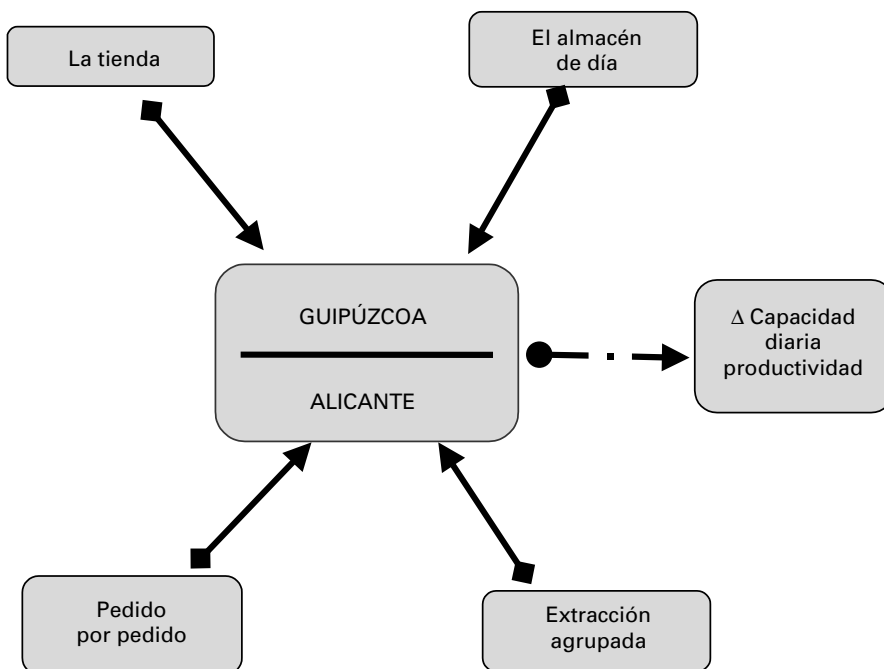


Figura 7.8. Análisis geográfico de los pedidos y propuestas

## Picking Guipúzcoa: la tienda

Referencia	N.º líneas pedido	Días
127loct-3	309	131
127loct-5	323	137
127loct-20	170	102
018te-8i	640	156
192cart-t	217	113
018t-10	187	112
0035844-a	169	97
018az-1d	324	132
109sb2-570	108	67
192cart-b	135	83
018te-8i-a	140	86
0035861-1	168	97

Tabla 7.14. Guipúzcoa: análisis de pedidos s/producto

### Comentarios:

Lista de las 12 referencias más vendidas (en euros), según la hoja de ventas (ABC-referencias) después de haber depurado las referencias distorsionantes (mucho valor monetario pero mínimo número días de pedido).

No procede este sistema de análisis para el picking, ya que:

- apenas hay referencias que se repitan varias veces al día (el período analizado es el semestre: 183 días),
- el elevado número de referencias (9.365) no hace recomendable este sistema por la dificultad de concentrar en poco espacio tan elevado número de referencias.

## Picking Guipúzcoa: el almacén de día

Todos los proveedores todos los destinos; día 6-11-2001:

Código proveedor	Nº pedidos	Nº líneas
18	18	57
3	15	45
30	6	33
21	8	26
52	2	4
41	9	35
90	7	11
150	6	10
118	7	9
4	5	8
22	3	7
Varios	25	69
Total	111	314

Tabla 7.15. Guipúzcoa: análisis de pedidos s/proveedores



*Comentarios:*

Esta tabla diaria 6/11/2001 es fiel reflejo de lo que sucede el resto de días y puede tomarse como representativa.

No procede este sistema, porque el espacio necesario para depositar 314 referencias en la mesa de preparación de pedidos tiene que ser grande. Además los pedidos no se conocen de antemano.

**Picking Alicante: pedido a pedido**

Alicante todos los proveedores, 6-11-2001 (Se trata de un sólo pedido de un distribuidor):

Código proveedor	N.º pedidos	N.º líneas
3		70
4		38
18		71
19		11
16		4
30		7
17		2
21		7
22		8
27		9
90		7
Varios		34
Total	1	268

Tabla 7.16. Alicante: análisis de pedidos

*Comentarios:*

La extracción pedido a pedido es adecuada para este tipo de pedidos (pedidos con muchas líneas). En estos pedidos largos la productividad es mayor ya que sólo se recorre una vez todo el almacén.

Caben dos alternativas:

- Un pedido un operario. Un operario preparando un pedido de 268 líneas emplea toda la mañana y resulta pesado.
- Un pedido varios operarios. Realizando la tarea entre 2-3 personas se puede terminar el trabajo en 2 horas.

Propuesta: sacar el pedido entre varios operarios

- El encargado debe distribuir las zonas (jardinería, herramientas, pinturas,...) entre cada operario para que la carga de trabajo quede compensada.

## Picking Guipúzcoa: extracción agrupada

Guipúzcoa todos los proveedores días 6-11-2001 (Se trata de varios pedidos de clientes pequeños):

Código proveedor	Nº pedidos	Nº líneas
3	5	20
18	13	18
21	2	13
127	1	1
16	3	27
90	1	5
125	3	14
4	1	4
17	2	3
150	2	3
22	1	2
Varios	6	7
Total	40	117

Tabla 7.17. Guipúzcoa: análisis de pedidos, 1 día

### Comentarios:

- Es el adecuado aunque conviene hacer cortes parciales del número de pedidos para evitar que aumente a un número excesivo las referencias a llevar en un viaje en el carro de preparación de pedidos.
- Si la extracción se realiza pedido a pedido, hay que ir 5 veces a la estantería del proveedor número 3.
- Si se efectúa de forma agrupada, sólo hay que ir 1 o 2 veces (los 40 pedidos se extraen agrupadamente en una o dos veces).

## Pedido extracción agrupada (elementos operativos)

El listado de picking debe agrupar los datos de 5 pedidos ordenados por ubicaciones:

Código proveedor	Ref.	Denominación	Pedido 1	Pedido 2	Pedido 3	Pedido 4	Pedido 5	Total
1	aaa	Llave fija	2			1		3
3	bbb	Alicate		1			1	2
5	ccc	Martillo			3	1		4
8	ddd	Destornillador	1				2	3

Tabla 7.18.

La asignación de un cestillo de color a cada pedido facilita el control visual. Los pedidos deben tener pocas líneas y la mercancía debe ocupar poco volumen.

El ordenador presenta los pedidos pendientes de picking:

- ordenados por vendedor,
- ordenados por provincias,
- ordenados por plazo de entrega,
- ordenados por algún criterio, que varía según empresas.

El jefe de almacén selecciona los pedidos.

El ordenador lista las referencias ordenadas por calles, estanterías, nichos, baldas y posición.

El operador saca varios pedidos en un solo recorrido y deposita los productos en la mesa de picking.

El sistema se autocontrola porque cuando se acaban de encajar los pedidos no debe faltar ni sobrar ningún elemento.

## **6. CONCLUSIONES, RESUMEN Y CASOS SIMILARES**

### **6.1. Conclusiones sobre métodos de picking**

Se descarta la tienda porque:

- el almacén es pequeño (800 m<sup>2</sup>) y los pasillos son cortos,
- no es posible concentrar el 60-80% de las ventas en 100 m<sup>2</sup> ya que existe una gran dispersión de productos.

Se descarta el almacén de día:

- se pretende preparar los pedidos a medida que se reciban por fax o por transmisión telefónica desde el PC de cada comercial,
- el picking se debe realizar en todo el almacén:
  - (50-100 referencias en cada extracción),
  - extracción agrupada en clientes pequeños: ferretería... 5-10-15 LP,
  - extracción pedido a pedido en clientes grandes.

### **6.2. Conclusiones sobre comunicaciones externas**

A partir de 100 LP al día debe plantearse la captura de pedidos por ordenador para evitar la transcripción al sistema, los errores de transcripción y las demoras que se pueden generar en el plazo de servicio.

Los comerciales pueden grabar los pedidos en un PC, y así se logra:

- evitar transcripciones,
- rapidez en la edición del picking list.

El distribuidor puede transmitir sus pedidos de PC a PC.

El ordenador puede preparar el picking list:

- ordenado por estanterías,
- agrupando varios pedidos por estanterías.

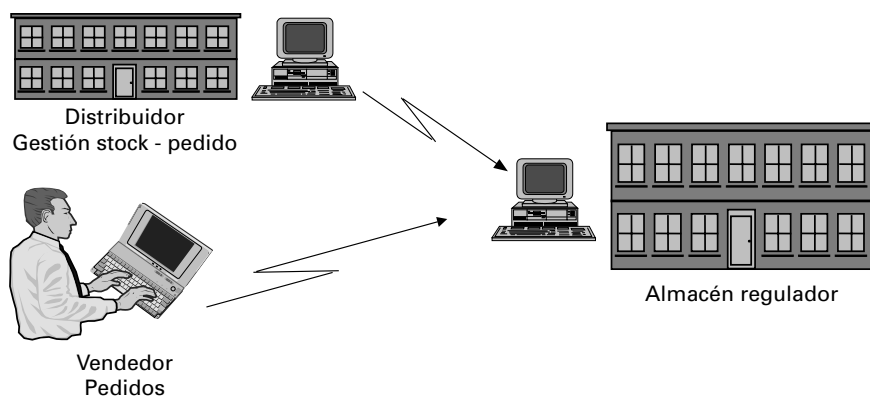


Figura 7.9. Esquema de comunicaciones informáticas

## Conclusiones sobre comunicaciones internas

PC con impresora en el almacén, conectado al Host en tiempo real.

Si el operario que hace el picking trabaja con el fax del cliente:

- no dispone de información de las ubicaciones,
- no conoce si hay stock de esos productos: recorridos innecesarios en caso de rupturas,
- no puede preparar la extracción agrupada.

Se pueden evitar los desplazamientos del personal de oficina a almacén y viceversa para recoger albaranes, etiquetas, ... etc., y las demoras que eso representa si los pedidos a preparar aparecen en la pantalla del ordenador del almacén en tiempo real.

El almacén actualiza el stock cada vez que se prepara un pedido completo y lo valida en el ordenador.

El almacén puede suministrar información complementaria (peso, número de bultos,...) válida para terceros (transportista, cliente,...).

## Conclusiones sobre comunicaciones con el transportista

El proceso de comunicaciones se debe ampliar hacia el transportista:

- traspasándole, vía comunicaciones, las expediciones de la hoja de ruta,
- y pudiendo acceder a nuestras expediciones que figuran en su base de datos,

Las ventajas que se pueden obtener con este sistema son:

- evitar duplicidad de trabajos administrativos: edición de albaranes y etiquetas
- en la revisión de facturas: autofactura del transporte
- en el control de calidad de servicio: trazabilidad de las expediciones, confirmación de entrega, notificación de incidencias

## 6.3. Conclusiones sobre envasado y embalado

Utilizando una caja de cartón de  $600 \times 400$  o de  $800 \times 400$  (mm) se colocan los productos:

- Efectuando una segunda revisión.
- Evitando que los productos se muevan dentro de la caja relleno con papel, cartón troceado, poliestireno expandido, bolsa de plástico con aire a presión, ...
- Se puede cerrar la caja, precintarla y flejarla una vez preparada individualmente o al final de la jornada.
- Pesar la caja.
- Editar la etiqueta y el albarán de transporte.
- Estibar la caja en el palet del transportista.



Figura 7.10. Flejadora

En los envíos a delegaciones cuando la cantidad es equivalente a dos palets se coloca la mercancía en un palet con cercos, utilizando una transpaleta de mano de tijera para evitar los esfuerzos del personal.



Figura 7.11. Acondicionado y preparación de la mercancía

#### 6.4. Conclusiones sobre plantilla

Una vez mejorada la productividad de la plantilla es posible abordar el aumento del catálogo y la apertura de distribuidores en Madrid y Andalucía sin necesidad de aumentar el gasto fijo en plantilla.

Actividades	Actual	Futura	Acciones
Almacén proveedores y verificación	1	1	=
Picking	3	2	Extracción agrupada
Grabación de albaranes	1	0,5	Comunicaciones PC-PC
Transporte	1	0,5	Comunicaciones PC-PC
Total	6	4	

## 6.5. Respuesta a solicitudes

JEFE DE ALMACÉN:

- No es necesario aumentar la plantilla ya que mejora la productividad con el método de la extracción agrupada.
- Se instala una línea de pesado y embalado.

RED COMERCIAL:

- Los pedidos recibidos antes de las 15 h se preparan de 15 a 18 h y el transportista los entrega al día siguiente.
- La toma de pedidos en PC y la edición del picking-list ordenado por estantería y agrupando pedidos mejorará la productividad del trabajo administrativo.
- El comercial propone al cliente el múltiplo de envasado si éste se aproxima a la cantidad solicitada.

## 6.6. Resumen

En el caso del laboratorio farmacéutico había pocas referencias (< 100) y muchas LP (> 500 LP/día). En el caso del distribuidor de ferretería hay muchas referencias (10.000-15.000) y pocas LP (400 LP/día).

En ambos casos el objetivo es el mismo, reducir la distancia recorrida.

En ambos casos los conocimientos aplicados han sido similares:

- elegir una trazada del almacén para reducir la distancia recorrida a pie,
- elegir entre la zonificación por familia, por proveedores o por ABC,
- elegir entre la extracción individual o la extracción agrupada,
- se ha cuantificado cada alternativa con un análisis informático,
- se han propuesto soluciones globales que van más allá del picking: comunicaciones, informática, nuevas tecnologías.

## 6.7. Casos similares

Tipos de almacén:

- de material eléctrico,
- ferretería y fontanería,
- de mantenimiento o repuestos.

Como características generales cabe enumerar:

- El número de referencias en stock varía de 10.000 a 30.000 referencias.
- La superficie del almacén varía de 1.000 m<sup>2</sup> a 5.000 m<sup>2</sup>.
- El número de LP varía de 500 LP/día a 1.500 LP/día.
- El stock de reserva puede ser importante si se realizan importaciones.

## 7. CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

Estimar la carga de trabajo en el almacén actual, suponiendo que el volumen de actividad corresponde a un periodo de 3 meses, es decir, 92 días naturales.

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 92 días	4.084	71.576	1.376.318
Media 1 día			

Estimar la carga de trabajo en el almacén actual, suponiendo que el volumen de actividad corresponde a un periodo de 2 meses, es decir, 61 días naturales.

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 61 días	4.084	71.576	1.376.318
Media 1 día			

### Cuestionario 2

Según los datos del cuestionario anterior estimar la productividad de la plantilla, considerando que en una jornada de 8 horas sólo se destinan 6 horas al trabajo efectivo.

1. Cuántas LP prepara toda la plantilla en 1 día.
2. Cuántas LP prepara toda la plantilla en 1 hora.
3. Cuántos LP prepara un operario en 1 día.
4. Cuántas LP prepara un operario en 1 hora.

	Clientes	N.º LP	Euros
2 operarios 1 día	44	778	14.959
2 operarios 1 hora			
1 operario 1 día			
1 operario 1 hora			

### Cuestionario 3

Estimar la carga de trabajo en el almacén actual, suponiendo que el volumen de actividad corresponde a un período de 3 meses de 22 días laborables, es decir, 66



días de trabajo; en cada mes hay 10 días en que la actividad aumenta hasta el 150% de la media.

Se desea diseñar el picking para poder absorber la punta de trabajo.

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 66 días Media 1 día Punta 150%	4.084	71.576	1.376.318

#### Cuestionario 4

Estimar la carga de trabajo en el almacén actual, suponiendo que el volumen de actividad corresponde a un período de 2 meses de 22 días laborables, es decir, 44 días de trabajo; en cada mes hay 10 días en que la actividad aumenta hasta el 150% de la media.

Se desea diseñar el picking para poder absorber la punta de trabajo.

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 61 días Media 1 día Punta 150%	4.084	71.576	1.376.318

#### Cuestionario 5

Con los datos de este cuestionario estimar la productividad de la plantilla, considerando que en una jornada de 8 horas sólo se destinan 6 horas al trabajo efectivo.

1. Cuántas LP prepara toda la plantilla de 8 operarios en 1 día.
2. Cuántas LP prepara toda la plantilla de 8 operarios en 1 hora.
3. Cuántos LP prepara un operario en 1 día.
4. Cuántas LP prepara un operario en 1 hora.

	Clientes	N.º LP	Euros
8 operarios 1 día 8 operarios 1 hora 1 operario 1 día 1 operario 1 hora	140	2.441	46.927

## Cuestionario 6

El almacén de ferretería vende sus productos por dos canales de distribución:

- venta directa a establecimientos de ferretería de venta al público (minoristas): 25 pedidos de 10 líneas cada uno,
- venta a mayoristas de ámbito regional: 1 pedido de 250 líneas.

En ambos casos se prepara la misma cantidad de mercancía y el método de picking es pedido a pedido.

Cuál es su opinión sobre la preparación de pedidos: más tiempo, menos tiempo, el mismo tiempo en cada una de la fases de preparación de pedidos.

Actividad	Mayorista	Minorista
Distancia hasta las estanterías		
Extracción		
Recuento		
Embalado		
Expediciones		

## Cuestionario 7

Los productos que se venden en una ferretería presentan las siguientes características:

- el precio de los productos puede variar entre 0,30 €/kg y 6 €/kg,
- un pedido de 150 € puede estar formado por un taladro eléctrico o por 20 LP de herramientas y materiales varios,
- un pedido para un obra de 200 manillas de puerta por importe de 721 € o un pedido para una ferretería por 721 € y 40 posiciones.

Se desea conocer su opinión sobre las siguientes variables de control:

- Valor medio de cada pedido.
- Número de pedidos servidos cada día.
- Número del líneas de pedido.

## Cuestionario 8

Un palet está formado por 72 cajas y cada caja contiene 12 unidades.

- Lunes: Un cliente nos pasa un pedido de 72 cajas.
- Martes: Otros clientes nos pasan 72 pedidos de 1 caja.
- Miércoles: Otros clientes nos pasan 144 pedidos de 6 unidades.

Atribuyendo un valor de 100 al esfuerzo necesario para preparar un pedido de 72 cajas (en negrita), indique cuál es la valoración más correcta:

Pedido	Valoración A	Valoración B	Valoración C
<b>1 pedido de 72 cajas</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
72 pedidos de 1 caja	100	200	400
144 pedidos de 6 Unidades	100	400	800
Criterio	€ vendidos	N.º pedidos	N.º LP

### Cuestionario 9

Se ha planteado la trazada transversal con 14 pasillos para picking manual.

Calcular la saturación de pasillos si en el 50% de los pasillos se concentra el 80% de las LP.

Estimar el riesgo de concentración de dos operarios en el mismo pasillo.

Personal	LP/hora	LP pasillo 50%-80%	LP/hora pasillo	Observación
2	66	$(66 \times 80\%) / (14 \times 50\%)$	7	
4-5	130			
6-7	196			
9	271			
13	407			

### Cuestionario 10

Se ha planteado la trazada longitudinal con 4 pasillos para picking con recogepedidos.

Estimar el riesgo de concentración de dos operarios en el mismo pasillo.

Personal	LP/hora	LP pasillo/hora	LP/hora pasillo	Observación
2	66	66/4	16	
4-5	130			
6-7	196			
9	271			
13	407			

### Cuestionario 11

En el caso de que la venta se realizara a través de 20 distribuidores tipo Alicante y se eliminaran los clientes tipo ferretería, indicar qué medios utilizaría para preparar los pedidos:

Trazada	Carretilla	A pie
Transversal Longitudinal		

### Cuestionario 12

En el caso de que se mantuvieran las ventas pero se duplicara el stock al pasar de proveedores regionales a proveedores de importación, es preciso duplicar los metros lineales de estanterías y aprovechando que en la altura de 6 m del pabellón caben 2 alternativas:

- Entreplanta.
- Estanterías hasta 6 m con escaleras y apilador.

Indicar cuál es la solución más adecuada en función del tipo de productos:

- Productos de pequeño volumen en baldas de  $90 \times 40$ .
- Productos de gran volumen en estanterías de palets.

### Cuestionario 13

1. El almacén general dispone de 4 pasillos de 80 m; calcular los metros necesarios para preparar un pedido con 10 referencias.
2. La tienda o el almacén de día disponen de un pasillo de 10 m; calcular los metros necesarios para preparar un pedido de 10 referencias.

### Cuestionario 14

Sea el caso de una empresa de venta directa al público de productos de alto precio y de poco volumen (material electrónico) y que prepara uno a uno los pedidos de pocas LP (menos de 10) y dispone de varios almacenes con unos niveles muy diferentes de número de referencias (entre 100 y 1.000) y de un número de movimientos muy variado (entre 100 LP y 1.000 LP).

En una estantería de 1 m de longitud y 2.20 de altura se coloca el stock de 10 referencias.

1. Valorar el número de LP en una hora y la distancia recorrida en una hora.
2. En qué casos y con qué criterios recomendaría unas estanterías convencionales o una solución automática de mercancía a operario (tipo pater-noster) que requiere una inversión de 60.000 euros.

Caso	N.º referencias en stock	LP/día	Pedidos/día
1	100	100	20
2	100	1.000	200
3	1.000	100	20
4	1.000	1.000	200

### Cuestionario 15

En la provincia de Cádiz se comercializa el catálogo a través de un distribuidor que realiza 4 pedidos de 100 LP al mes.

En la provincia de Huelva se comercializa el catálogo a través de un comercial que vende directamente a las ferreterías que realizan 40 pedidos de 25 LP al mes.

El volumen de ventas es similar en ambas provincias.

Estimar qué trabajo requiere más tiempo en el almacén:

1. Cádiz, porque se prepara más cantidad de mercancía cada vez y manejar pesos requiere un gran esfuerzo.
2. Huelva, porque hay más LP.
3. Las dos el mismo tiempo, porque se vende la misma cantidad de producto.

### Cuestionario 16

Una empresa de accesorios de fontanería (codos, tapones), comercializa sus productos a través de una red de 12 distribuidores que realizan un pedido semanal de 1.000 LP. Actualmente el almacén regulador dispone de 10 operarios. Cada distribuidor atiende a sus clientes en un local de 500 m<sup>2</sup> y prepara 40 pedidos de 25 LP a la semana, con 1 operario.

- Almacén regulador:  $12 \text{ pedidos} \times 1.000 \text{ LP} = 12.000 \text{ LP/semana} = 2.400 \text{ LP/día}$ .
- Distribuidor:  $45 \text{ pedidos} \times 20 \text{ LP} = 1.000 \text{ LP/semana} = 200 \text{ LP/día}$ .

La dirección comercial se ha planteado variar la estrategia enviando la mercancía directamente al cliente final desde el almacén regulador. En el futuro, ¿cuántas personas se necesitarán en el almacén regulador y en cada distribuidor?

## Cuestionario 17

Considerando los siguientes tiempos, en minutos, de preparación de pedidos:

• Preparativos: recogida de documentación, lectura, selección de carretilla, ... etc.	1
• Recorridos: desde la primera referencia solicitada a la última y retorno a base	4
• Extracción: elevación, sacar el palet, extraer las unidades, devolver el palet	1,5
• Acondicionado: control, embalado, etiquetado, flejado, packing list	2
<b>TOTAL:</b>	<b>8,5</b>

**PROBLEMA:** Calcule y justifique la mejora de productividad que se puede obtener para una actividad diaria de 100 pedidos haciendo extracción agrupada de 5 en 5 albaranes.

## Cuestionario 18

En el sector de bollería, productos congelados, etc., con vehículos dedicados en exclusiva a la distribución puerta por puerta, se realiza la siguiente actividad:

Un vehículo reparte 20 clientes en un día con 200 LP y 60 productos distintos. Se plantean dos alternativas:

1. Pedidos por cliente, pedido a pedido, que requiere 6 horas:
  - La furgoneta de reparto emplearía 1 minuto en extraer la mercancía si los pedidos van en una caja completa y cerrada.
2. Realizar la extracción agrupada por productos en el almacén, que sólo requiere 2 horas:
  - La furgoneta emplearía 5-10 minutos en acondicionar el pedido del cliente a partir de las bandejas de productos.

Calcular cuál es el sistema más económico:

- Si el coste de mano de obra de almacenero es 18 €/hora.
- Si el coste del reparto es 36 €/hora.

## 8. RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS

### Cuestionario 1

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 92 días	4.084	71.576	1.376.318
Media 1 día	67	778	

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 61 días	4.084	71.576	1.376.318
Media 1 día	67	1.173	22.562

### Cuestionario 2

	Clientes	N.º LP	Euros
2 operarios 1 día	44	778	14.959
2 operarios 1 hora	7	130	2.494
1 operario 1 día	22	389	7.362
1 operario 1 hora	4	65	1.226

### Cuestionario 3

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 66 días	4.084	71.576	1.376.318
Media 1 día	62	1.085 (1)	20.855
Punta 150%	93	1.628 (2)	31.283

(1) 71.576/66; (2) 1.085 × 1,5.

### Cuestionario 4

	Clientes	N.º LP	Euros
Total 61 días	4.084	71.576	1.376.318
Media 1 día	93	1.627	31.283
Punta 150%	140	2.441	46.927

**Cuestionario 5**

	Clientes	N.º LP	Euros
8 operarios 1 día	140	2.441	46.927
8 operarios 1 hora	23	407 (1)	7.819
1 operario 1 día	18	305	5.866
1 operario 1 hora	3	51	980

(1) 2.441/6.

**Cuestionario 6**

Actividad	Mayorista	Minorista
Distancia hasta las estanterías		Mucho más tiempo
Extracción	Igual	
Recuento	Igual	Igual
Embalado		Más tiempo
Expediciones		Más tiempo

**Cuestionario 7**

El precio medio de un pedido y el número de pedidos al día ayudan a controlar la actividad, pero la variable que mide la actividad de los operarios de picking es *el número de LP*.

**Cuestionario 8**

La valoración C refleja mejor la carga de trabajo.

**Cuestionario 9**

Personal	LP/hora	LP pasillo 50%-80%	LP/hora pasillo	Observación
2	66	$66 * 80\%/14 * 50\%$	7	
4-5	130	$130 * 80\%/14 * 50\%$	15	
6-7	196	$196 * 80\%/14 * 50\%$	22	
9	271	$271 * 80\%/14 * 50\%$	31	Riesgo
13	407	$407 * 80\%/14 * 50\%$	46	Riesgo



**Cuestionario 10**

Personal	LP/hora	LP pasillo/hora	LP/hora pasillo	Observación
2	66	66/4	16	
4-5	130	130/4	33	Riesgo
6-7	196	196/4	49	Riesgo
9	271	271/4	68	Riesgo
13	407	407/4	102	Riesgo

**Cuestionario 11**

Trazada	Carretilla	A pie
Transversal Longitudinal	Transpaleta eléctrica Recogepedidos	Carrito Transpaleta manual

**Cuestionario 12**

Productos de pequeño volumen en baldas de  $90 \times 40$  mm entreplanta.

Productos de gran volumen en estanterías de palets: estanterías hasta de 6 m con apilador.

**Cuestionario 13**

Existen diversas posibilidades:

1. En el peor de los casos (pasillos no comunicados en el fondo):  $4 \text{ pasillos} \times 2 \text{ (ida y vuelta)} \times 80 \text{ m} = 640 \text{ m}$ . Si los pasillos se comunican entre sí al fondo, la distancia se reduce a la mitad:  $4 \times 80 = 320$ .
2.  $2 \text{ viajes (ida y vuelta)} \times 10 \text{ m} = 20 \text{ m}$ . A este recorrido se debería sumar la parte proporcional de 1 recorrido al día para reponer los materiales consumidos.

**Cuestionario 14**

Se valora el número de LP en una hora y la distancia recorrida en una hora.

Caso	N.º LP/hora	Distancia	Pedidos/hora	Distancia/hora
1	$100/8 = 12,5 \text{ LP}$	$100/10 = 10 - 5 + 5$	$20/8 = 2,5$	$2,5 \times 10 = 25 \text{ m}$
2	$1.000/8 = 125 \text{ LP}$	$100/10 = 10 - 5 + 5$	$200/8 = 25$	$25 \times 10 = 250 \text{ m}$
3	$100/8 = 12,5 \text{ LP}$	$1.000/10 = 100 - 50 + 50$	$20/8 = 2,5$	$2,5 \times 100 = 250 \text{ m}$
4	$1.000/8 = 125 \text{ LP}$	$1.000/10 = 100 - 50 + 50$	$200/8 = 25$	$25 \times 100 = 2.500 \text{ m}$

A la vista del número de LP por hora y de la distancia recorrida estimar las ventajas e inconvenientes de utilizar estanterías convencionales o paternoster.

Caso	Estantería convencional	Paternoster
1	Poca distancia y pocas veces, es decir, poco tiempo personal.	Inversión excesiva.
2	Poca distancia y muchas veces.	Mejora la velocidad de extracción
3	Mucha distancia y pocas veces.	Mejora la distancia pero se usa pocas veces.
4	Mucha distancia y muchas veces, es decir, mucho tiempo del personal.	Inversión rentable.

### Cuestionario 15

Huelva, porque hay más LP.

### Cuestionario 16

En el almacén regulador más operarios, debido a que los pedidos que deben preparar son más numerosos.

En distribuidores disminuye sensiblemente. Si ningún pedido se atiende desde delegación, la preparación de pedidos queda recudida a 0.

### Cuestionario 17

	Estimación tiempos		Diferencias	
	5 pedidos (de 1 en 1)	5 pedidos agrupados	Unitarias	Totales
Preparativos	5	5	0	0
Recorridos	20	10	10	200
Extracción	7,5	3,75	3,75	75
Acondicionado	10	10	0	0
Total	42,5	28,75	12,75	275

(en minutos)

*Respuesta aproximada:*

Para los 100 pedidos se requieren 850 ( $100/5 \times 42,5$ ) minutos y se pueden obtener unas economías de 275 minutos ( $100/5 \times (42,5 - 28,75)$ ), lo que representa una reducción del tiempo de picking del 32%.

**Cuestionario 18**

(Tiempo en minutos)

Caso	Tiempo almacén	Tiempo reparto	Total
Pedido a pedido	$6 \times 60 = 360$	$20 \text{ clientes} \times 1 = 20$	380
Por producto (5 m)	$2 \times 60 = 120$	$20 \text{ clientes} \times 5 = 100$	220
Por producto (10 m)	$2 \times 60 = 120$	$20 \text{ clientes} \times 10 = 200$	320

6 horas  $\times$  60 minutos = 360 minutos.

(Importe en pesetas)

Caso	Euros almacén	Euros reparto	Total
Pedido a pedido	$6 \times 18 = 108$	$20 \times 36/60 = 12$	120
Por producto (5 m)	$2 \times 18 = 36$	$100 \times 36/60 = 60$	96
Por producto (10 m)	$2 \times 18 = 36$	$200 \times 36/60 = 120$	156

6 horas  $\times$  18 €/hora = 108 €/día.

---

# Ejercicio completo de almacenaje y picking

## 1. OBJETIVO

Se trata de diseñar un almacén de producto terminado en base a los datos que se suministran. No es un caso excesivamente complicado, pero a la finalización del ejercicio, el lector será capaz de enfrentarse con comodidad a planteamientos de diseño de almacén (lay-out) con experiencia y conocimiento de causa.

En este diseño se exige también un cálculo de costos, así como estimación de necesidades de medios de manipulación.

Es, en definitiva, un ejercicio de diseño de almacén —desde el punto de vista logístico— y cálculo de costos relacionados.

La solución tiene varias etapas que el lector debe ir resolviendo paulatinamente. Es necesario superar una etapa para acceder a la siguiente.

## 2. LA EMPRESA

### 2.1. Descripción

La empresa «Plasfor, S.A.» se halla situada en la provincia de Sevilla y se dedica a la producción de preformas de diferentes tipos que posteriormente se emplean, previamente infladas, para envasar bebidas: Coca-Cola, Kas, Pepsi-Cola, etc. Es decir, los recipientes que vemos de botellas de 1 litro, litro y medio, 2 litros, etc. se producen en unas plantas pero el envasado de líquido se efectúa en otras, muchas veces a cientos de kilómetros de distancia. Las botellas pueden viajar en su formato definitivo, pero en ese caso el trailer transportaría aire, con el costo que ello supondría. Por eso las preformas, como pequeñas probetas, viajan «compri-

midas» y en destino se inflan, con máquinas especiales, para proceder posteriormente a su llenado.

Estas preformas una vez fabricadas pasan al almacén de PT en cajas paletizadas.

Los tipos de preformas no son muchos (alrededor de 20) y en el 90% de los casos se venden en cantidades equivalentes a 30 palets (casi el contenido de un trailer).

La empresa ha construido un nuevo almacén de producto terminado (PT en adelante) de 65 m de longitud por 40 m de anchura y contrata los servicios de una consultoría logística para efectuar el diseño del mismo.

## 2.2. Los datos

### Stock

Efectuado un análisis del stock se desea mejorar la gestión del mismo pues se considera que en determinados productos o referencias existe un stock excesivo. Por ello se determina que la rotación mínima será de 12 veces/año para todos aquellos productos que tienen un nivel de rotación por debajo del mismo, respetándose el nivel de rotación actual en aquellos productos que superan ese ratio.

Los datos se ofrecen en la [Tabla 8.1](#).

### Niveles de stock y consumos

Referencia	Nº unidades/ palet (caja)	Stock medio (palets)	Consumo mensual (palets)
Prf;27-10	4.000	205	210
Prf; 28-24	4.000	290	300
Jdh; 45-22	5.000	280	150
Bpj; 52 grs	6.000	270	180
Pjn; 45 grs	5.000	153	67
Hwk; 22-20; 27 grs	6.000	139	85
Btr;15-48	6.500	100	60
Zvw; 14-45; 33 grs	7.000	128	100
Agua; 32-45; 56 grs	8.000	182	90
Prf; 49 grs	8.000	115	120
Pff; 15-26	5.000	82	70
Asd; 28 grs; 14-23	8.000	108	30
Lko; 50 grs; 25-25	6.000	100	70
Lka; 47 grs; 20-25	6.500	105	50
Gl5; 53,8 grs	8.000	78	60
Fsd; 22-22; 15 grs	7.000	50	0
Mjq;53 grs	5.000	420	390
Mjh; 55 grs	4.000	320	284
<b>Total</b>		<b>3.135</b>	<b>2.316</b>

Tabla 8.1. Datos de stock y consumos

- Se estima también que el nivel mínimo de existencias de cualquier referencia debe ser de 30 palets (los que aproximadamente caben en un camión).
- Si una referencia no ha tenido consumos, se da de baja del stock y se vende como material de segunda calidad o se recicla; es decir, no se considerará para el cálculo de necesidades de almacenamiento.

*Nota:*

En este caso se aprovecha el cambio a un nuevo almacén para revisar las pautas de gestión del stock. Después de un análisis de consumos, nivel de servicio e índices de rotación, se llega a la conclusión de que el índice de rotación de los productos es francamente mejorable, sin perder calidad de servicio a clientes, medida por la rapidez en la entrega y ausencia de faltas.

Es evidente que no a todos los productos se les puede, ni se les debe, asignar el mismo índice de rotación. A los productos A habrá que asignarles un índice mayor que a los C.

Sin embargo, a efectos del presente ejercicio por claridad en la exposición y rapidez en los cálculos, se asigna a todas las referencias un mismo índice de rotación 12. Equivale a decir que cada producto tiene como stock medio en almacén una cantidad equivalente al consumo de 1 mes (30 días).

### **Caja-palet (medidas)**

Europalet (800 mm × 1.200 mm), teniendo una altura de 2 m y un peso que oscila entre los 400-500 kg en función de la preforma. No remontables.

### **Almacén de PT**

Situado junto a producción.

Se adjunta plano del almacén en la página siguiente ([Figura 8.1](#)).

Medidas exteriores: 65.000 longitud × 40.000 ancho × 7.500 (nivel inferior de las cerchas) (medidas expresadas en mm).

El costo del almacén se ha elevado a 270 €/m<sup>2</sup> construido.

Se imputa una cuota anual de amortización del 2,5%.

### **Necesidades de almacenamiento**

Sobre el stock corregido en base al número de rotaciones indicado previamente hay que aplicar tres elementos correctores al alza (acumulativos):

- El índice de ocupación ideal se estima en un 85%. No es conveniente sobrepasar este índice.

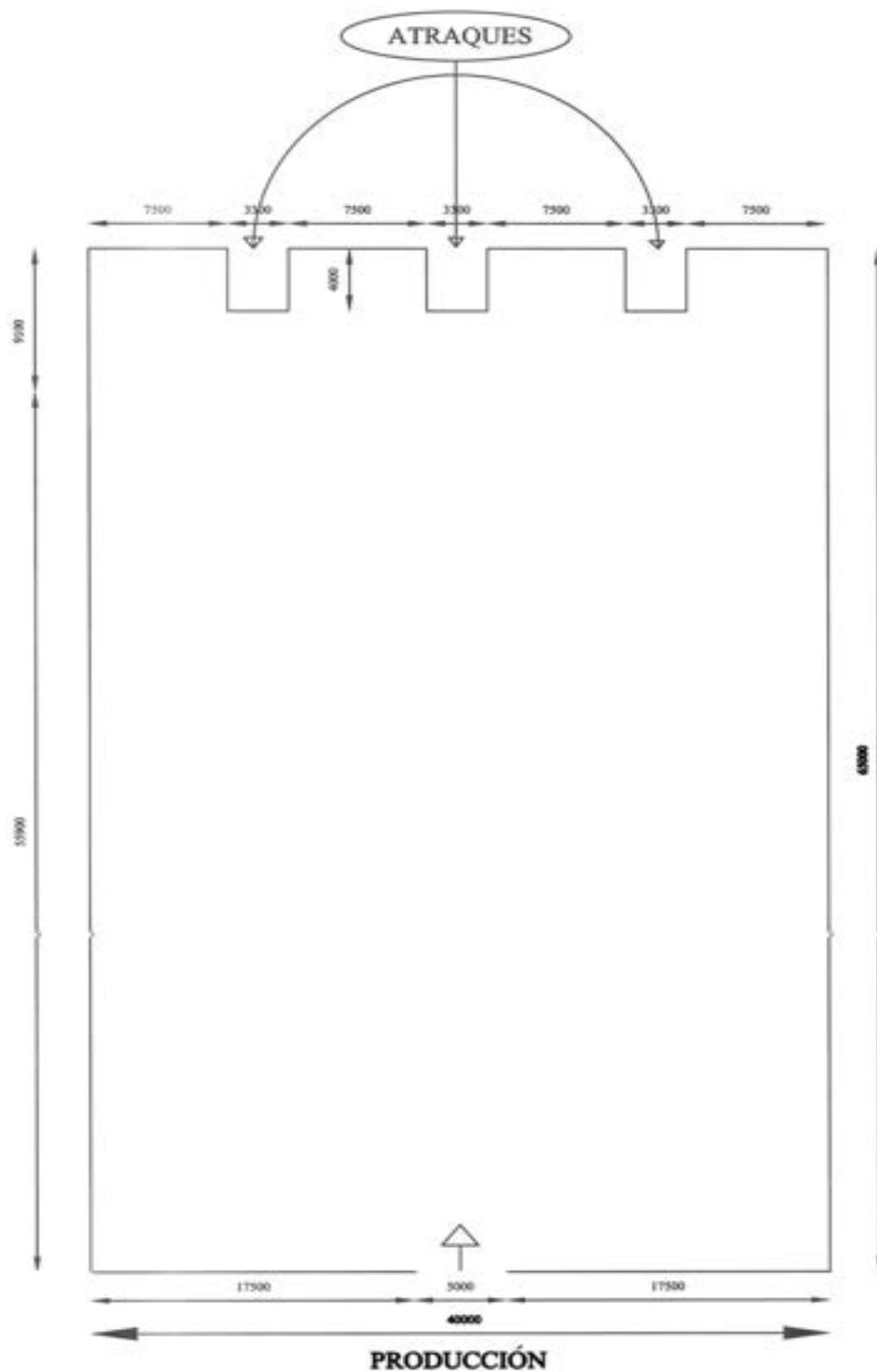


Figura 8.1. Lay-out del almacén (medidas en mm)

- Sobre las necesidades de almacenamiento así calculadas, se aplica un coeficiente de seguridad del 5% para tener en cuenta ciertas variaciones estacionales. No se desea recurrir a contratación de almacenamiento externo.
- Para hacer frente a una demanda creciente (en número de referencias y en volumen de cada referencia) se potenciará una mejor gestión del stock y se dejará en el diseño actual un coeficiente adicional para dicho crecimiento del 20% (además de los indicados anteriormente).

Es decir, que sobre el cálculo de necesidades hay que aplicar tres coeficientes correctores al alza, y acumulativos: 15%, 5% y 20%.

### **Funcionamiento (entradas a almacén PT)**

El almacén de preformas (PT) cara al servicio a clientes funciona 5 días a la semana en un turno partido de 8 horas, mientras que producción lo hace a dos turnos, 6 días a la semana. Es decir, hay entradas durante 6 días a la semana mientras que las salidas se producen únicamente de lunes a viernes.

Existen 4 máquinas de producción a un ritmo medio de 40 palets (cajas) por máquina y día (capacidad teórica máxima). Sin embargo, como es lógico, no trabajan a pleno rendimiento, únicamente para mantener los niveles de stock según el ritmo de las ventas.

Los palets salen de producción mediante un camino de rodillos, y del mismo los toma el carretillero para posicionarlos directamente en las estanterías. Esta operación la efectúa el carretillero del almacén, excepto los sábados, que la efectúa el carretillero de producción.

### **Volumen de trabajo (salidas a cliente)**

Consultar datos de la tabla anterior «datos de stock y consumos».

Las salidas se efectúan en trailers.

Hay que independizar la carga del trailer de su presencia física, por ello en el diseño del almacén es necesario disponer de una playa de expediciones (anchura entre 7 y 10 m).

Los trailers cargan 30 palets y suelen llevar una o, como mucho, dos referencias (dato a tener en cuenta para el diseño de calles) (1).

#### *Notas:*

(1) Un trailer puede cargar hasta 32 o 33 palets. Si el peso y la altura del palet lo permiten y la carga es remontable podría cargar el doble. En este caso los palets no son remontables, pues la altura de la caja-palet, 2 m, es excesiva.



## Elementos de manipulación

Consultados diversos proveedores, se establece la mejor oferta y ciertas características técnicas y de costo de diversos elementos de manipulación:

Conceptos de costo	Transpaleta manual	Transpaleta eléctrica	Carretilla térmica	Retráctil
Precio compra	379 €	1.683 €	22.237 €	36.061 €
Período amortización	7 años	7 años	7 años	7 años
Valor residual	0	0	1.202 €	2.404 €
Consumos	0	601 €/mes	300 litros gasoil/mes	400 litros gasoil/mes
Mantenimiento (1)	0	12% valor compra	12% valor compra	12% valor compra
Posicionamiento en estantería PT			45 seg.	60 seg.
Posicionamiento en muelle expediciones			45 seg.	60 seg.
Carga del camión	60 seg.	40 seg.	40 seg.	

Tabla 8.2. Elementos de manipulación

- Precio gasoil = 0,78 €/litro.
- A la hora de calcular tiempos, incrementar los tiempos de la tabla en un 20% (tiempos muertos, paradas, etc).
- Hay que añadir otros elementos no contemplados en la tabla, como es la anchura de pasillo necesaria:
  - Carretilla retráctil: 2,5 m.
  - Carretilla térmica: 3,5 m.
- Puesto que la carretilla retráctil (2) no sirve para cargar el camión, aunque sí para posicionar el palet en el muelle de expediciones, si se opta por este elemento de manipulación, es necesario adquirir, además, una transpaleta manual o una eléctrica.

### Notas:

(1) El mantenimiento se calcula como% del precio compra. En los primeros años la cuantía será menor, pero luego irá elevándose.

(2) Al ser sus ruedas macizas y de banda estrecha la presión que ejerce sobre la cama del camión es excesiva.

## Costos

Estanterías:

- Según las ofertas presentadas por diversos constructores, el costo del hueco para el almacenamiento de un palet es de 26,44 €.
- La duración de las estanterías se estima en 15 años. Por simplificar los cálculos no se le atribuye coste de mantenimiento y un valor residual nulo.

Sueldos:

- El de 1 persona polivalente (que sepa manejar carretilla) se estima en 24.040 € brutos/año (costo empresa).

Otros costos directos:

- Amortización del almacén (indicado anteriormente).
- Seguros: 1.800 €/año.
- Impuestos, luz, agua, teléfono, reparaciones: 1.800 €/año.
- Roturas, obsolescencia: 1.200 €/año.

Costos indirectos:

- Imputación gastos generales: (dirección, administración, ...): 15.025 €/año.

Para el cálculo de costos efectuar las imputaciones de acuerdo al nivel de stock calculado.

## 3. EJERCICIO PROPUESTO

El esquema de funcionamiento, en lo que resta de capítulo es el siguiente:

- En el apartado 3) —el presente— se plantean 6 cuestiones escalonadas que el lector deberá resolver progresivamente para afianzar conceptos y adquirir práctica.
- En el apartado 4) se ofrece una guía de solución para que el lector no se enfrente a un papel en blanco (la soledad del corredor de fondo). Esta guía de solución le ayudará a resolver las 6 cuestiones planteadas. Esfuércese en resolverlas sin consultar la respuesta que se halla en el siguiente apartado.
- El apartado 5) contiene la solución detallada para cada uno de los 6 planteamientos efectuados.

### 3.1. Elementos a calcular

#### 1. Cálculo de necesidades de almacenamiento

- Determinación de los niveles de stock para cada referencia.
- Tenga en cuenta el índice de rotación deseado y los márgenes correctores a que se ha aludido.

## 2. Diseño del lay-out

- Qué tipo estanterías utilizar y cómo distribuirlas.
- Presente dos modelos: uno con pasillos longitudinales y otro con pasillos transversales, comparando capacidades y operatividad.
- La solución con orientación longitudinal de las estanterías diseñela para carretillas convencionales (anchura de pasillo: 3,5 m).
- La solución con orientación transversal de las estanterías diseñela para carretilla retráctil (anchura de pasillo 2,5 m).
- Tenga en cuenta la holgura que se debe dar a cada palet: en este caso, al ser europalet, calcule sobre  $0,90 \times 1,40$  m. la ocupación del mismo (tanto si es estantería convencional como si es compacta), en cuanto a las dimensiones de la base. En cuanto a la altura, sabiendo que el palet mide 2 m, calcule una altura de nicho de 2,30 m.

## 3. Cálculo de necesidades de personal y de elementos de manutención

- Tenga presente el nivel de productividad de cada máquina (se han indicado los tiempos por operación) y añada un margen de holgura final (tiempos muertos) del 20%.
- En cada movimiento sólo se transporta 1 palet ya que los palets no son remontables y la empresa no desea trabajar con horquillas de doble carga (ni doble horquilla).
- Efectúe los cálculos sobre el volumen de movimientos actual incrementado en un 30% (aumento de ventas previsto por la empresa para los próximos años).

## 4. Elección de la alternativa

- Efectúe la comparación entre las 2 alternativas presentadas.

## 5. Cálculo de costos a nivel

- Anual.
- Palet.
- Preforma (para cada una de las referencias).

Y para cada uno de los tres tipos anteriores debe calcular el tipo de costo con el siguiente nivel de detalle:

Tipo de costo
---------------

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento (separando costo del edificio y costo de estantería).</li> <li>• Manipulación (separando costo de personal y de carretilla/transpaleta).</li> <li>• Otros costos directos.</li> <li>• Costos indirectos.</li> <li>• Total costo.</li> </ul> |
|---|

## 6. Asignación de referencias a estanterías

Se trata de que con criterios logísticos —minización de trabajo cara a manipulaciones en la carga de camiones— distribuya las referencias en las estanterías, de acuerdo al lay-out que Ud. haya seleccionado.

Haga la asignación según un tipo de organización a hueco fijo.

Se recuerda que es necesario respetar el FIFO.

## 4. GUÍA PARA RESOLVER EL PROBLEMA (6 PASOS)

Se presenta un esquema paso a paso para las 6 cuestiones planteadas de cómo debería enfocarse la solución. Ud. puede prescindir de esta guía y pensar por su cuenta sin esta ayuda. La solución que obtenga puede contrastarla con la propuesta en el punto siguiente (punto 5).

### 1. Cálculo de necesidades de almacenamiento

- Partiendo de la tabla «datos de stock y consumos» suministrada anteriormente, Ud. debe calcular las columnas (5), (6), (7) y (8) de la [Tabla 8.3](#), teniendo presente las indicaciones señaladas: se calcula el nivel de rotación/año

Referencia (1)	Unid./ caja (2)	Stock medio (3)	Consumo /mes (4)	Rotaciones/ año (5)	Stock (rotaciones =0 >12) (6)	Stock ajustado (mínimo 30) (7)	Correcciones de seguridad (15,5 y 20%) (8)
Prf; 27-10	4.000	205	210				
Prf; 28-24	4.000	290	300				
Jdh; 45-22	5.000	280	150				
Bpj; 52 grs	6.000	270	180				
Pjn; 45 grs	5.000	153	67				
Hwk; 22-10; 27 grs	6.000	139	85				
Btr; 15-48	6.500	110	60				
Zvw; 14-45; 33 grs	7.000	128	100				
Agua; 32-45; 56 grs	8.000	182	90				
Prf; 49 grs	8.000	115	120				
Pff; 15-26	5.000	82	70				
Asd; 28 grs; 14-23	8.000	108	30				
Lko; 50 grs; 25-25	6.000	100	70				
Lka; 47 grs; 20-25	6.500	105	50				
Gl5; 53,8 grs	8.000	78	60				
Fsd; 22-22;15 grs	7.000	50	0				
Mjq;53 grs	5.000	420	390				
Mjh; 55 grs	4.000	320	284				

Tabla 8.3. Cálculo del stock

por cada referencia; se eleva a 12 en las referencias que no lleguen y se respeta el mínimo exigido de almacenamiento (30 palets). Se añade el coeficiente de desocupación (15%), el coeficiente de estacionalidad (5%) y el coeficiente de crecimiento empresarial (20%).

- Los procedimientos de cálculo han sido los siguientes:

Notas sobre el cálculo de las columnas (5), (6), (7) y (8)

(5) Rotaciones/año = ((consumo mes) \* 12)/stock medio.

(6) a) rotaciones = 12 si tiene menos de 12; b) si rotaciones > 12, las que tenga.

(7) Stock ajustado; mínimo 30 palets.

(8) Stock ajustado  $\times 1,15 \times 1,05 \times 1,20$ .

## 2. Diseño de lay-out

Se le presentan dos lay-out vacíos —como el del enunciado— para que Usted haga los dos diseños solicitados.

- Alternativa —1— → Estanterías con orientación longitudinal y carretilla contrapesada.
- Alternativa —2— → Estanterías con orientación transversal y carretilla retráctil.

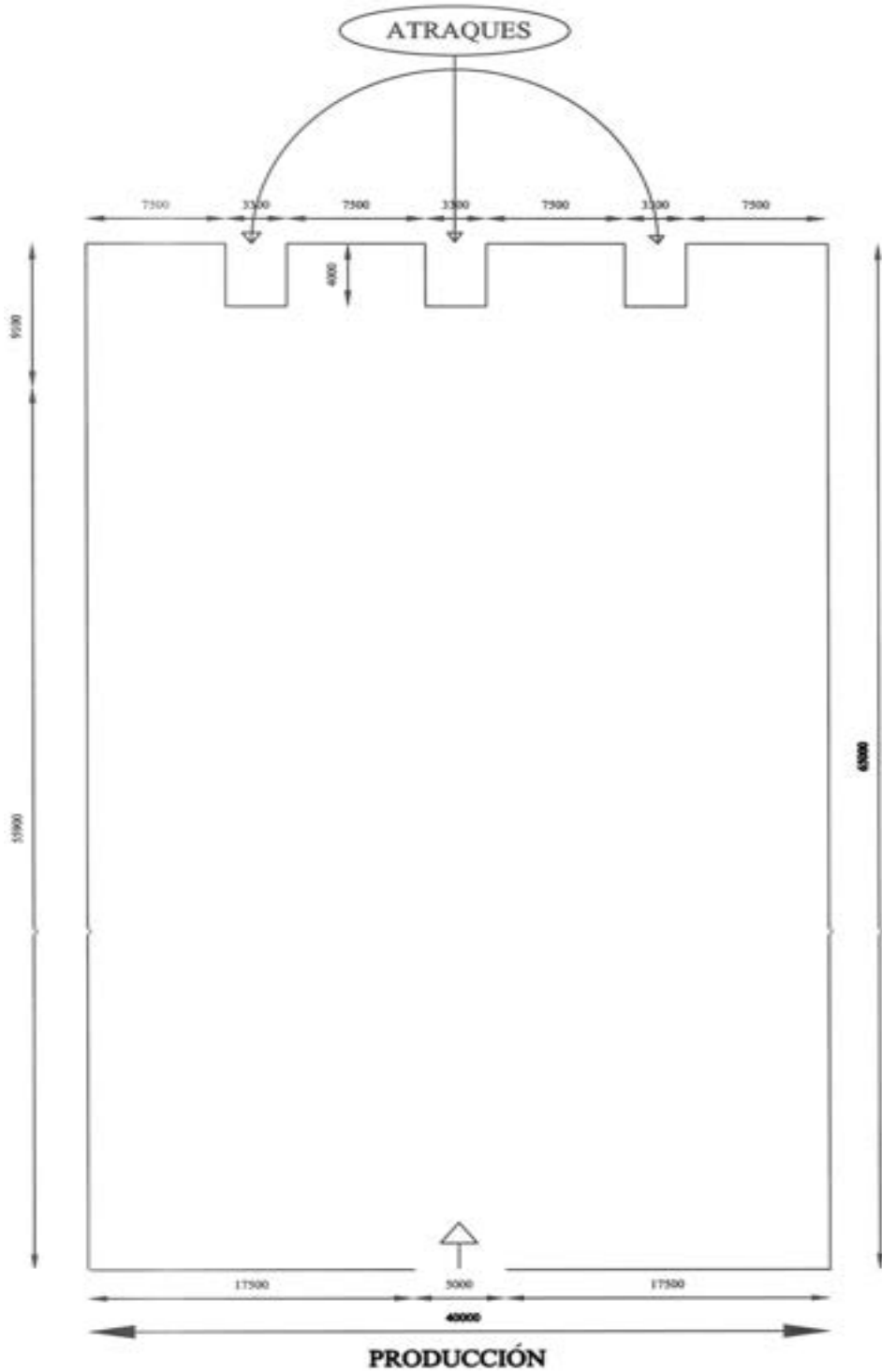
## 3. Cálculo de necesidades de personal y elementos de manipulación

Para el cálculo de las necesidades de personal y elementos de manipulación debe hallar el número de movimientos (entradas y salidas) que tienen lugar en el almacén.

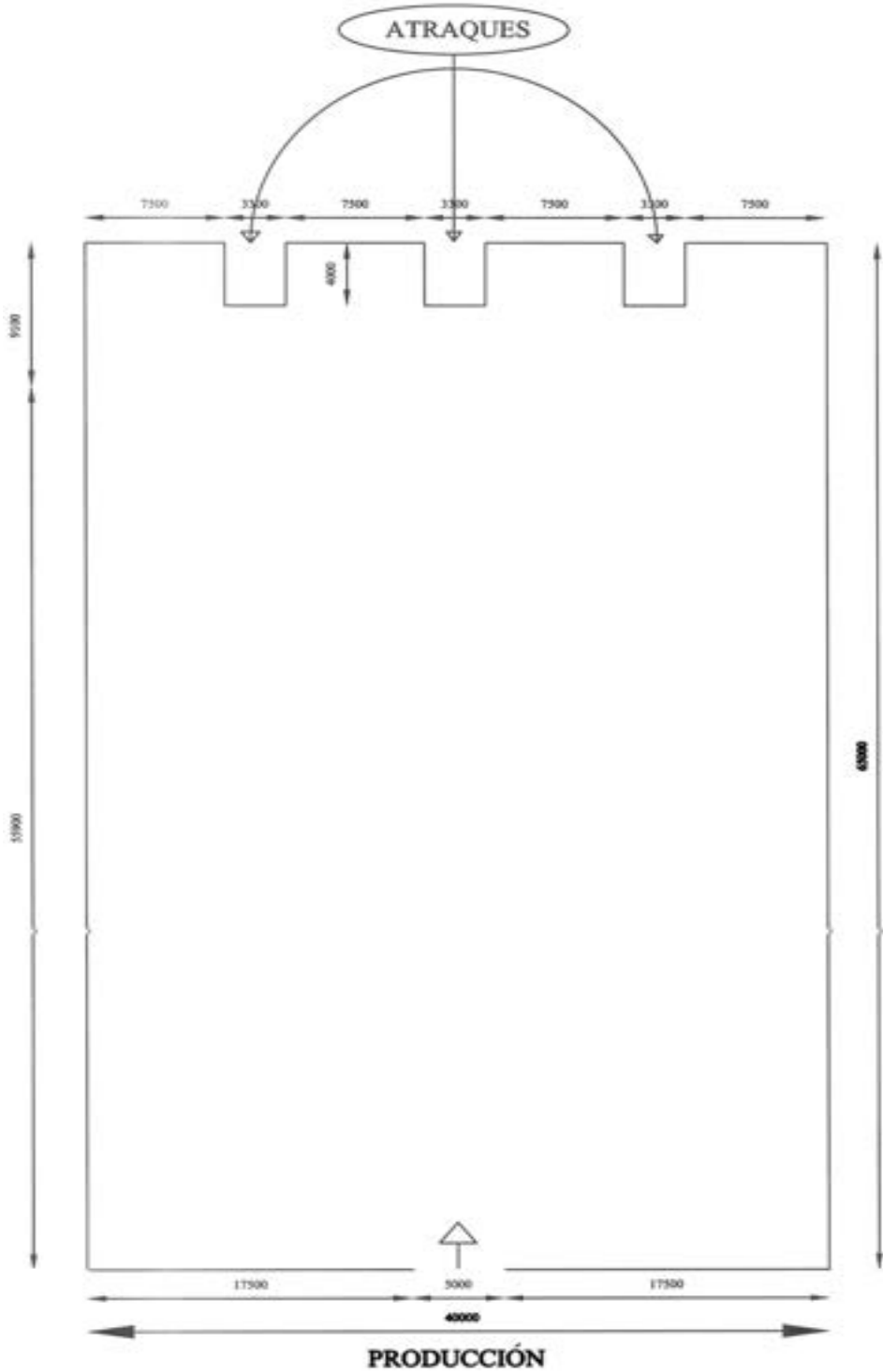
- El volumen de movimientos debe averiguarlo en función de las ventas, no del stock.
- Tenga presente que la empresa ha previsto incrementar sus ventas un 30% en los próximos años, por lo cual deberá tener presente este aumento de actividad.
- Los tiempos estimados por operación, según medio de manipulación, se indican en la tabla adjunta:

	Tiempo unitario (en segundos)			
	Transpaleta manual	Transpaleta eléctrica	Carretilla térmica	Carretilla retráctil
Colocar un palet en estantería PT (desde fabricación)	0	0	45	60
Posicionamiento en muelle expediciones			45	60
Carga camión	60	40	40	

Tabla 8.4. Tiempos de manipulación



Lay-out



Lay-out

#### 4. Elección de alternativa

- Como pista se indica que habiendo llegado hasta este punto la elección es bastante obvia.
- En otros casos no es así y es preciso efectuar previamente un análisis de costos de las diferentes alternativas.
- En el ejercicio propuesto, el elemento financiero (cálculo de costos) se introduce para un estudio completo del tema y una más profunda formación del lector.
- Usted debe comparar las alternativas según los criterios de capacidad de almacenamiento y operatividad. No importa tanto elegir una alternativa u otra. Se trata de razonar la elección con criterios logísticos.

Alternativa		Ventajas	Inconvenientes
Estantería	Carretilla		
Longitudinal	Contrapesada		
Transversal	Retráctil		

Tabla 8.5. Criterios de elección

#### 5. Cálculo de costos

- Para facilitarle la resolución del ejercicio se presenta una tabla. Usted debe rellenar las casillas.
- Las imputaciones a los palets hágalos sobre el volumen de palets del stock ajustado, no sobre el volumen de ventas.

Costos en euros								
	Tipo de preforma (s/nº unidades/caja)							
	(0) Costo total anual	Costo mensual						
		(9) palet	(10) 4.000	(11) 5.000	(12) 6.000	(13) 6.500	(14) 7.000	(15) 8.000
Almacenamiento								
(1) Edificio								
(2) Estanterías								
Manipulación								
(3) Amortización								
(4) Consumos								
(5) Mantenimiento								
(6) Personal								
(7) Otros costos directos								
Total costos directos								
(8) Costos indirectos								
Total general								

Tabla 8.6. Cálculo de costos



*Notas:*

- Debe presentar una explicación de los conceptos (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8).
- Debe presentar una explicación de la imputación de dichos conceptos a las columnas (0), (9) y (10).
- La imputación de los conceptos de costo a las columnas (12), (13), (14) y (15) es similar a la imputación a la columna (10).
- En el costo de las preformas, calcule hasta con 5 decimales para que sea significativo.
- Las preformas se han clasificado en 6 grupos atendiendo a la cantidad de ellas que caben en una caja/palet.

**6. Asignación de referencias a estanterías**

- Organización a hueco variable:
  - no hay asignación preestablecida, con la única salvedad de que en una calle sólo puede ir un tipo de preforma (según se vio en la teoría) para respetar el FIFO con comodidad.
- Organización a hueco fijo:
  - en una calle hay una sola referencia y siempre la misma.
- En el presente caso, y para que sirva de repaso y práctica de conceptos adquiridos, se supone que el almacén se organiza según el método de hueco fijo.
- Sobre el diseño de lay-out que Ud. haya seleccionado indique dónde colocaría las 20 referencias y cuántas calles asignaría a cada una de ellas.
- Razone su respuesta:
  - por qué esa ubicación,
  - por qué el número de calles asignado.
- Para facilitarle la solución se propone el siguiente método:
  - Se toma la tabla del paso (1) de la solución ([Tabla 8.3](#)).
  - Elija únicamente las columnas (1), (4) y (7).
  - Clasifique dicha tabla de acuerdo a las ventas.
  - Añada una columna que sea el cociente, redondeado al alza, del stock medio ajustado (7) y la capacidad de las estanterías en las que vaya a situar dicha referencia.
  - Empiece este cálculo asignando las referencias de más necesidad de almacenamiento a las estanterías de más capacidad. Así obtiene el número de estanterías necesarias para cada referencia.

- Si todas las estanterías fueran de la misma capacidad, deberá elegir la ubicación: en qué estantería y en qué punto de la misma colocaría las referencias.

## 5. SOLUCIÓN COMPLETA (6 PASOS)

### 1. Cálculo necesidades de almacenamiento

Referencia (1)	Unids./ caja (2)	Stock medio (3)	Consumo mes (4)	Rotaciones/ año (5)	Stock (rotaciones =0 >12) (6)	Stock ajustado (mínimo 30) (7)	Correcciones de seguridad (15,5 y 20%) (8)
Prf; 27-10	4.000	205	210	12,3	205	205	297
Prf; 28-24	4.000	290	300	12,4	290	290	420
Jdh; 45-22	5.000	280	150	6,4	150	150	217
Bpj; 52 g	6.000	270	180	8,0	180	180	261
Pjn; 45 g	5.000	153	67	5,3	67	67	97
Hwk; 22-10; 27 g	6.000	139	85	7,3	85	85	123
Btr; 15-48	6.500	110	60	6,5	60	60	87
Zvw; 14-45; 33 g	7.000	128	100	9,4	100	100	144
Agua; 32-45; 56 g	8.000	182	90	5,9	90	90	130
Prf; 49 g	8.000	115	120	12,5	115	115	167
Pff; 15-26	5.000	82	70	10,2	70	70	101
Asd; 28 g; 14-23	8.000	108	30	3,3	30	30	43
Lko; 50 g; 25-25	6.000	100	70	8,4	70	70	101
Lka; 47 g; 20-25	6.500	105	50	5,7	50	50	72
Gl5; 53,8 g	8.000	78	60	9,2	60	60	87
Fsd; 22-22;15 g	7.000	50	0	0,0	0	0	0
Mjq;53 g	5.000	420	390	11,1	390	390	565
Mjh; 55 g	4.000	320	284	10,7	284	284	412
<b>Totales</b>		<b>3.135</b>	<b>2.316</b>		<b>2.295</b>	<b>2.295</b>	<b>3.325</b>

(5) Rotaciones/año = ((consumo mes) × 12)/stock medio ((4) × 12)/(3). Si (5) < 12 → 12

(6) Stock (rotaciones > = 12) → si rotaciones > 12 -> la que tenga. Si (5) > 12 → (6) = (3)

(7) Stock ajustado: mínimo 30 = columna anterior, pues todos > 0 = 30 (7) = (6)

(8) (stock ajustado × 1,15 × 1,05 × 1,2) (8) = (7) × 1,15 × 1,05 × 1,2

Tabla 8.7. Cálculo de stock. Solución

### 2. Diseño de lay-out

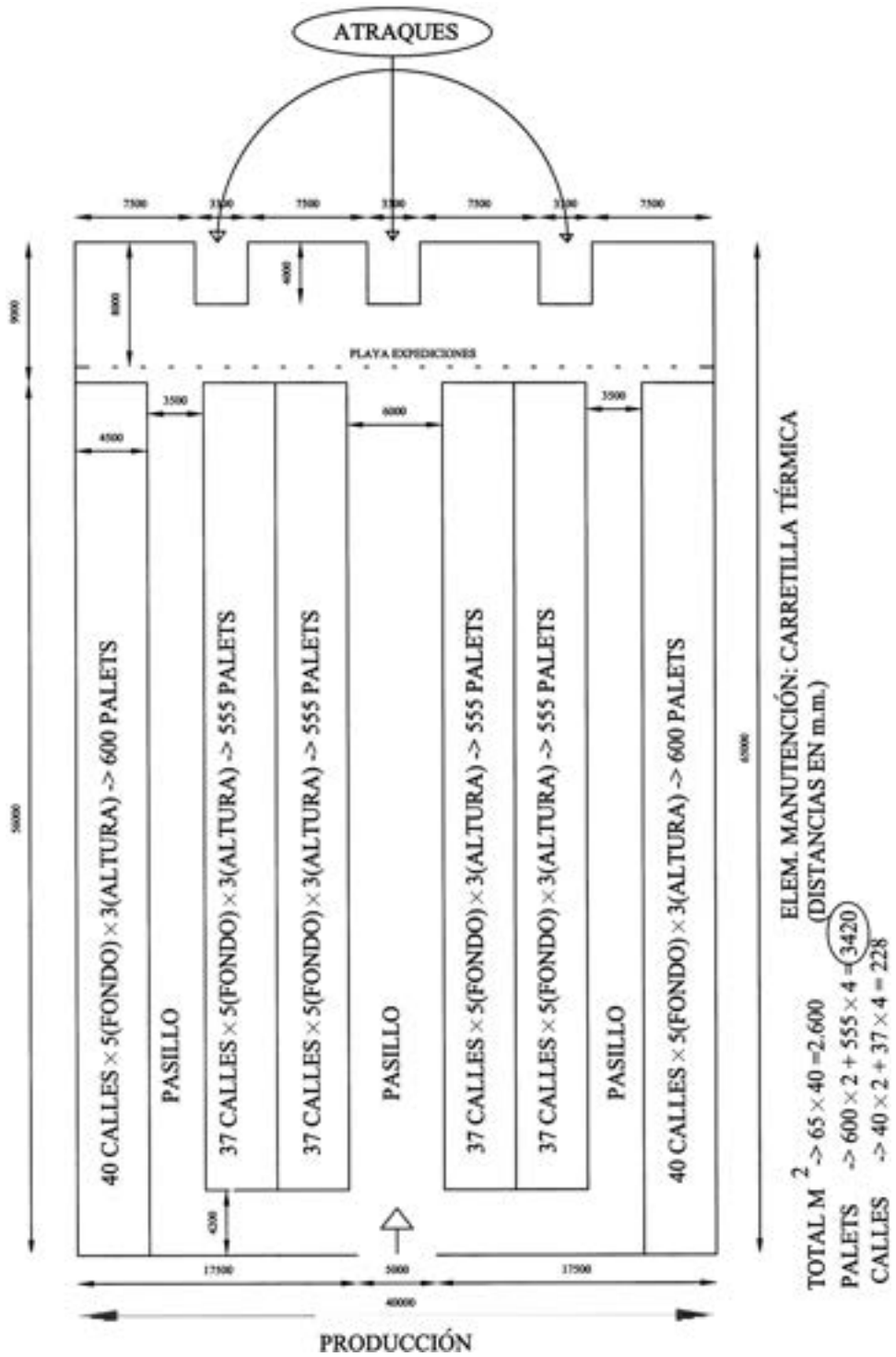
- Se han elegido estanterías drive-in y no convencionales para optimizar la ocupación. Las razones son las siguientes:
  - Pocas referencias.
  - Muchos palets por referencia.
  - Pedidos en buena medida de 1 referencia y trailer completo.

- Calles de 30 palets (ya que las salidas son en gran medida por trailer casi completo y una sola referencia; 26 a 30 palets).
- Se presentan las dos opciones solicitadas.
- Comparando estas dos alternativas se observa que las capacidades son bastante similares (siempre cubriendo la capacidad de stockaje obtenida en el punto anterior).
- La elección entre uno u otro puede deberse a varios motivos tales como: capacidad, operatividad, preferencias personales respecto a determinado tipo de orientación de las estanterías, costo de la inversión, etc.
- La solución de carretilla convencional presenta varias ventajas:
  - La carretilla convencional es más barata que la retráctil.
  - Con ella se puede cargar el camión y no necesita una transpaleta eléctrica adicional.
  - Es más rápida en los desplazamientos.
- La solución de carretilla convencional tiene algunos inconvenientes:
  - Necesita mayor anchura de pasillo.
  - Operando en el tercer nivel (base del palet a 4,60 m) aún es segura pero no tanto como la carretilla retráctil.
- En cuanto a la orientación de los pasillos:
  - Los pasillos longitudinales hacen el almacén más diáfano y con menos recovecos; se necesitan menos giros con la carretilla.
  - Permiten menos estanterías aunque más largas.
  - La orientación transversal de las estanterías permite unos pasillos laterales con menor flujo y un amplio pasillo longitudinal con un amplio flujo.

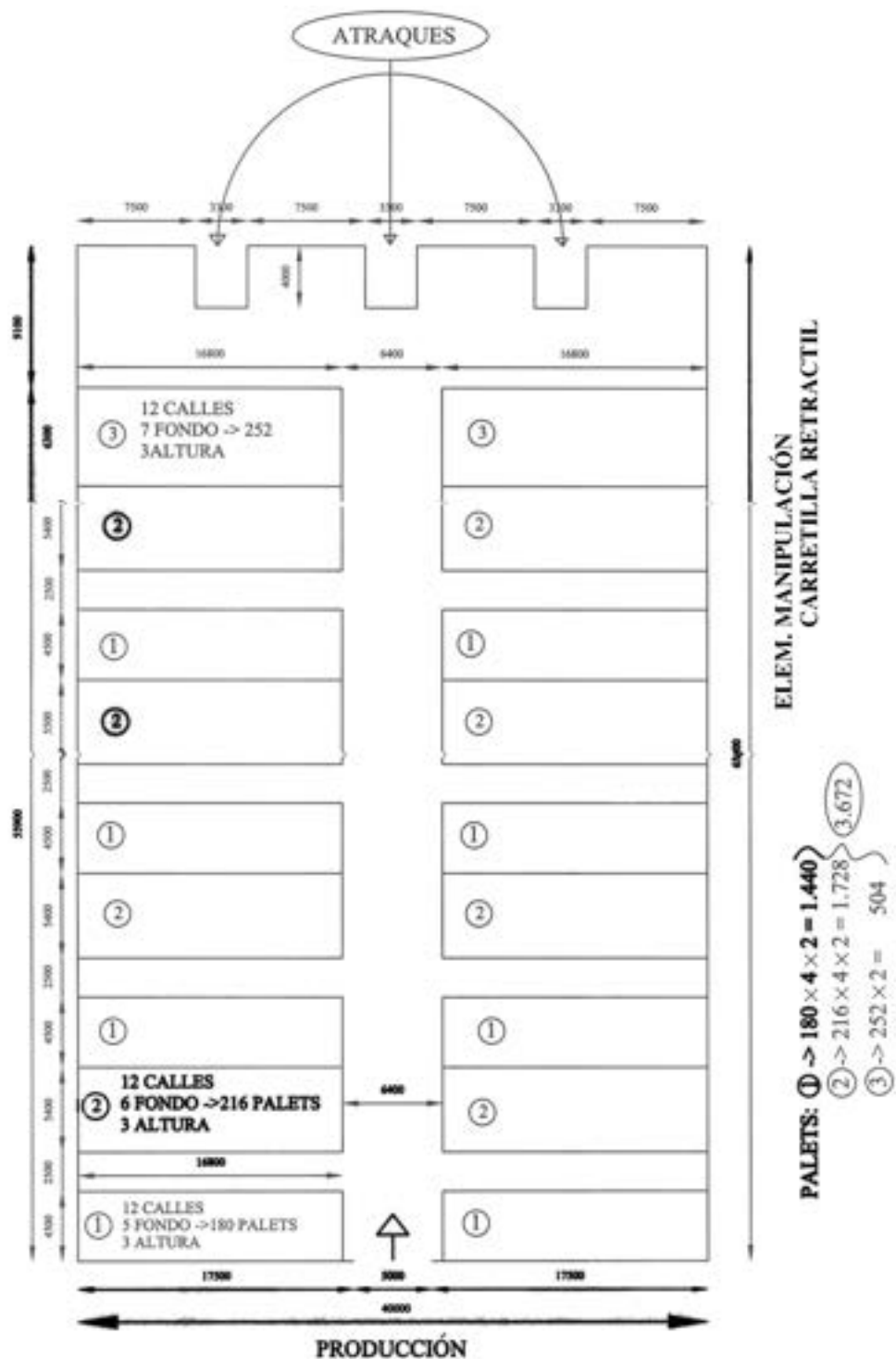
### 3. Cálculo de necesidades de personal y elementos de manipulación

Movimientos de palets:

- Capacidad teórica de producción:
  - $4 \text{ máquinas} \times 40 \text{ cajas/día} \times 25 \text{ días/mes} = 4.000 \text{ palets/mes}$  (25 días/mes es producción).
- Ventas mensuales:
  - = 2.316 palets/mes.
- Deben corregirse al alza (ver enunciado) en un 30%:
  - $2.316 \times 1,3 \approx 3.000 \text{ palets/mes}$ .



Lay-out 1



Lay-out 4

- Número movimientos mes =  $3.000 \times 2$  (entrada y salida) = 6.000.
- Número movimientos día =  $6.000/20 = 300$  (redondeando de 301 a 300) (20 días pues es almacén).
- Teniendo en cuenta los tiempos unitarios de cada una de las operaciones indicadas en la correspondiente tabla (solución guiada) se obtiene la tabla de tiempos completos.
- De estos 300 movimientos/día:
  - 150 movimientos son de entrada a almacén de PT.
  - 150 movimientos son de extracción a playa de expediciones y carga de camión.

*Comentarios:*

La utilización de carretilla retráctil eleva el tiempo necesario a más de 8 horas (más de una jornada laboral).

Cálculo tiempos diarios = tiempo unitario $\times$ n° movimientos (en segundos)				
	Transpaleta manual	Transpaleta eléctrica	Carretilla térmica	Carretilla retráctil
Colocar en estantería PT: 150 palets	0	0	$45 \times 150 = 6.750$	$60 \times 150 = 9.000$
Posicionamiento en muelle expediciones: 150 palets			$45 \times 150 = 6.750$	$60 \times 150 = 9.000$
Carga camión: 150 palets	$60 \times 150 = 9.000$	$40 \times 150 = 6.000$	$40 \times 150 = 6.000$	

Tabla 8.8. Tiempos de manipulación. Cálculos

Comparación alternativas (tiempos/día) (en segundos)			
	Alternativa -1- Carretilla térmica	Alternativa -2- Retráctil + transpaleta manual	Alternativa -3- Retráctil + transpaleta eléctrica
Colocar en estantería PT	6.750	9.000	9.000
Posicionamiento en muelle expediciones	6.750	9.000	9.000
Carga camión	6.000	9.000	6.750
Total (segundos)	19.500	27.000	25.750
Tiempos muertos (20%)	3.900	5.400	5.150
Tiempo total	23.400	32.400	30.900
<b>Total (horas)</b>	<b>6 h; 30 m</b>	<b>9 h</b>	<b>8 h; 30 m</b>

Tabla 8.9. Estimación tiempos y necesidades de personal

#### 4. Elección de alternativa

De las 2 alternativas se elige la Alternativa —1—: carretilla contrapesada y estanterías con orientación longitudinal.

##### *Criterio 1:*

- Puesto que los 2 lay-out presentados cubren las necesidades de almacenamiento con los márgenes requeridos (índice de desocupación, variación estacional e índice de crecimiento), se elegiría la alternativa que menor inversión global suponga: en estanterías y en medios de manipulación. La diferencia, sin ser excesiva, inclina la balanza hacia la alternativa que opera con carretilla convencional.
- Este criterio sin embargo debe complementarse.

##### *Criterio 2:*

- El criterio anterior hay que combinarlo con un análisis de operatividad (tiempos).
- Analizando la tabla comparativa de tiempos, la elección es clara: el elemento de manipulación a emplear es la carretilla térmica, ya que su utilización requiere una cantidad de tiempo que no excede de la jornada laboral.
- Ahorro considerable de tiempo y, en consecuencia, de dinero.
- Además, la carretilla retráctil requiere un mayor acondicionamiento del suelo del almacén (mayor costo) y otro elemento de manipulación (pues al ser las ruedas macizas y de bandaje estrecho no pueden entrar en el camión). Por otra parte su ventaja de alcanzar mayor altura no puede traducirse en su totalidad en este almacén, ya que la cota inferior del tercer nivel se sitúa a 4,60 m (las carretillas térmicas llegan hasta 5,20 – 5,40 m).

##### *Decisión:*

- Hay que elegir entre el lay-out 1 y el lay-out 2.
- Son similares en cuanto a capacidad variando únicamente la orientación de las estanterías.

##### *Se elige el lay-out 1:*

- Trazada longitudinal y carretilla contrapesada.
- Los pasillos son más largos y se aprovecha mejor la velocidad de la carretilla (exige menos giros).
- Al no existir un único pasillo central hay menos flujo en el mismo.
- Se tiene una visión más diáfana del muelle de expediciones.

En realidad, no son argumentos decisivos; en parte es cuestión de preferencias personales.

## 5. Cálculo de costos

Se presentan costos a nivel de:

- Costos totales, a nivel anual.
- Costos/palet, a nivel unitario.
- Costos preforma, a nivel unitario y por tipo de preforma.

Costos en euros								
	Tipo de preforma (s/nº unidades/caja)							
	(0) Costo total anual	Costo mensual						
		(9) palet	(10) 4.000	(11) 5.000	(12) 6.000	(13) 6.500	(14) 7.000	(15) 8.000
Almacenamiento	23.579	0,59	0,000148	0,000118	0,000098	0,000091	0,000084	0,000074
(1) Edificio	17.550	0,44	0,000110	0,000088	0,000073	0,000068	0,000063	0,000055
(2) Estanterías	6.029	0,15	0,000038	0,000030	0,000025	0,000023	0,000021	0,000019
Manipulación	32.521	0,82	0,000205	0,000164	0,000137	0,000126	0,000117	0,000103
(3) Amortización	3.005	0,08	0,000020	0,000016	0,000013	0,000012	0,000011	0,000010
(4) Consumos	2.808	0,07	0,000018	0,000014	0,000012	0,000011	0,000010	0,000009
(5) Mantenimiento	2.668	0,07	0,000018	0,000014	0,000012	0,000011	0,000010	0,000009
(6) Personal	24.040	0,60	0,000150	0,000120	0,000100	0,000092	0,000086	0,000075
(7) Otros costos directos	4.800	0,12	0,000030	0,000024	0,000020	0,000018	0,000017	0,000015
Total costos directos	60.900	1,53	0,000383	0,000306	0,000255	0,000235	0,000219	0,000191
(8) Costos indirectos	15.025	0,38	0,000095	0,000076	0,000063	0,000058	0,000054	0,000048
<b>Total general</b>	<b>75.925</b>	<b>1,90</b>	<b>0,000475</b>	<b>0,000380</b>	<b>0,000317</b>	<b>0,000292</b>	<b>0,000271</b>	<b>0,000238</b>

Tabla 8.10. Cálculo de costos. Detalle

*Notas explicativas:*

- (1)  $40 \text{ m. (ancho)} \times 65 \text{ m. (largo)} \times 270 \text{ €/m}^2 = 702.000 \text{ €} \rightarrow 2,5\% \text{ de } 702.000 = 17.550 \text{ €/año.}$
- (2)  $26,44 \text{ €/huevo (s/oferta)} \times 3.420 \text{ huecos} = 90.440 \text{ €}$  se toman 3.420 huecos del lay-out 1 (alternativa elegida)  $\rightarrow 90.440/15 \text{ (años)} = 6.029 \text{ €/año.}$
- (3)  $22.237 \text{ (precio compra)} - 1.202 \text{ (valor residual)} = 21.035 \text{ costo a amortizar/7 (n.º años)} = 3.005 \text{ €/año.}$
- (4)  $300 \text{ litros/mes} \times 12 \text{ meses/año} \times 0,78 \text{ €/litro} = 2.808 \text{ €/año.}$
- (5)  $22.237 \times 0,12 = 2.668 \text{ €/año}$  (es un promedio; los primeros años menos y los últimos más).
- (6) La persona encargada sólo necesita 6 horas 30 minutos. Pero teniendo en cuenta vacaciones y bajas por enfermedad, se calcula el costo imputando el tiempo completo de 8 horas. Según los datos:  $24.040 \text{ €/año.}$



- (7) Seguros + impuestos + luz + roturas + obsolescencia + ... (según datos)  
→ 4.800 €/año.
- (8) Prorrateo proporcional de acuerdo a criterios establecidos por la empresa.  
Se pone el dato dado por la empresa 15.025 €/año.
- (9) = (((cantidades columna (0))/n.º palets stock calculado = 3.325)/rotaciones  
= 12 ejemplo primera línea; 0,59 = (23.609/3.325)/12).
- (10) = columna (9)/4.000 (nº preformas/caja).
- (0) Suma de los diversos conceptos. Se obtiene el coste logístico anual del almacén.

## 6. Asignación de referencias a estanterías

- No hay asignación, con la única salvedad de que en una calle sólo puede ir un tipo de preforma (según se vio en la teoría).
- Se toma la tabla de consumos y de stock calculado del paso 1º de la solución y se ordena de mayor a menor consumo/mes.
- Se eliminan las columnas no significativas, quedándonos con la columna descripción, consumo/mes, nivel de stock corregido s/índices indicados.
- Se añaden dos columnas: capacidad calle en palets y nº calles necesarias. Esta última se calcula como cociente redondeado a la unidad superior: (7)/(A).

(1) Referencia	(4) Ventas mensuales	(7) Necesidades stocaje	(A) Capacidad calle	(B) Nº calles necesarias
Mjq; 53 g	390	568	15	38
Prf;28-24	300	422	15	29
Mjh; 55 g	284	413	15	28
Prf;27-10	210	298	15	20
Bpj; 52 g	180	262	15	18
Jdh; 45-22	150	218	15	15
Prf; 40 grs	120	167	15	12
Zvw; 14-45; 33 g	100	145	15	10
Agua; 32-45; 56 g	90	131	15	9
Hwk; 22-10; 27 g	85	123	15	9
Pff; 15-26	70	101	15	7
Lko; 50 g; 25-25	70	101	15	7
Gl5; 53,8 g	60	87	15	6
Btr; 15-48	60	87	15	6
Pjn; 45 g	60	87	15	6
Lka; 47 g; 20-25	50	72	15	5
Asd; 28 g; 14-23	30	43	15	3
Fsd; 22-22; 15 g	0	0		0

Capacidad calle = 15 palets

228

Tabla 8.11. Cálculo de necesidades de estanterías

Mediante este sistema de asignación se han completado las 228 calles cumpliendo todos los requisitos especificados en el planteamiento.

- No hay dos referencias en ninguna calle.
- Todas las referencias tienen más de una calle (para respetar el FIFO).

Puesto que hay 6 filas de estanterías, seguiremos el criterio de proximidad hacia el área de expediciones de las mercancías que más movimientos tienen, de modo que las 6 primeras mercancías (ver [Tabla 8.11](#)):

6 referencias de más stock			
Mjq;53 g	390	568	38
Prf;28-24	300	422	29
Mjh; 55 g	284	413	28
Prf; 27-10	210	298	20
Bpj; 52 g	180	262	18
Jdh;45-22	150	218	15

Tabla 8.12. Asignación referencias a estanterías

Estas 6 referencias ocuparán los extremos de las estanterías más próximos al muelle de carga.

Las otras referencias, con mucha menor significación a nivel de movimientos se adjudicarán agrupadamente en calles (a nivel de referencia).

## 6. HOJAS EXCEL UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DE LA SOLUCIÓN

Se presentan a continuación 3 hojas de cálculo Excel que se han utilizado como herramienta para la solución del problema:

- Cálculo del stock.
- Cálculo de costos.
- Asignación de referencias a calles y estanterías.

## 6.1. Cálculo del stock

A Referencia	B Unids./ caja	C Stock medio	D Consumo mes	E Rotaciones/ año	F Stock (rotaciones = 12)	G Columna «F», míni- mo 30	H Correcciones de seguridad (15,5 y 20%)
Prf; 27-10	4.000	205	210	12,3	205	205	298
Prf; 28-24	4.000	290	300	12,4	290	290	422
Jdh; 45-22	5.000	280	150	6,4	150	150	218
Bpj; 52 g	6.000	270	180	8,0	180	180	262
Pjn; 45 g	5.000	153	60	4,7	60	60	87
Hwk; 22-10; 27 g	6.000	139	85	7,3	85	85	123
Btr; 15-48	6.500	110	60	6,5	60	60	87
Zvw; 14-45; 33 g	7.000	128	100	9,4	100	100	145
Agua; 32-45; 56 g	8.000	182	90	5,9	90	90	131
Prf; 49 g	8.000	115	120	12,5	115	115	167
Pff; 15-26	5.000	82	70	10,2	70	70	101
Asd; 28 g; 14-23	8.000	108	30	3,3	30	30	43
Lko; 50 g; 25-25	6.000	100	70	8,4	70	70	101
Lka; 47 g; 20-25	6.500	105	50	5,7	50	50	72
GI5; 53,8 g	8.000	78	60	9,2	60	60	87
Fsd; 22-22;15 g	7.000	50	0	0,0	0	0	0
Mjq;53 g	5.000	420	390	11,1	390	390	568
Mjh; 55 g	4.000	320	284	10,7	284	284	413
TOTAL		3.135	2.309		2.289	2.289	3.325

### Cálculo celdas

$$e2 = (d2 \times 12)/c2$$

$$f2 = \text{si } (e2 \geq 12; c2; (c2 \times e2/12))$$

$$g2 = \text{si } ((f2 < 30; 30; f2))$$

$$h2 = \text{redondear.menos } (g2 \times 1,15 \times 1,05 \times 1,2)$$

**6.2. Cálculo de costos**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	Letra colum.
	Año	Palet	Caja 4000	Caja 5000	Caja 6000	Caja 6500	Caja 7000	Caja 8000	Nº fila
Almacenamiento	23.579	0,59	0,000148	0,000118	0,000098	0,000091	0,000084	0,000074	3
(1) Edificio	17.550	0,44	0,000110	0,000088	0,000073	0,000068	0,000063	0,000055	4
(2) Estanterías	6.029	0,15	0,000038	0,000030	0,000025	0,000023	0,000021	0,000019	5
Manipulación	32.521	0,82	0,000205	0,000164	0,000137	0,000126	0,000117	0,000103	6
(3) Amortización	3.005	0,08	0,000020	0,000016	0,000013	0,000012	0,000011	0,000010	7
(4) Consumos	2.808	0,07	0,000018	0,000014	0,000012	0,000011	0,000010	0,000009	8
(5) Mantenimiento	2.668	0,07	0,000018	0,000014	0,000012	0,000011	0,000010	0,000009	9
(6) Personal	24.040	0,60	0,000150	0,000120	0,000100	0,000092	0,000086	0,000075	10
Otros costos directos	4.800	0,12	0,000030	0,000024	0,000020	0,000018	0,000017	0,000015	11
Total costos directos	60.900	1,53	0,000383	0,000306	0,000255	0,000235	0,000219	0,000191	12
Costos indirectos	15.025	0,38	0,000095	0,000076	0,000063	0,000058	0,000054	0,000048	13
Total general	75.925	1,90	0,000475	0,000380	0,000317	0,000292	0,000271	0,000238	14

**Cálculo celdas**

$$b3 = b4 + b5$$

$$b6 = b7 + b8 + b9 + b10$$

$$b12 = b3 + b6 + b11$$

$$b14 = b12 + b13$$

$$c3 = \text{redondear.mas} ((b3/3325)/12)$$

$$d3 = c3/4000$$

$$f3 = c3/6000$$

### 6.3. Asignación de referencias a estanterías

A Referencia	B Consumo/mes	C Stock calculado	D Nº calles
Mjq;53 g	390	568	38
Prf; 28-24	300	422	29
Mjh; 55 g	284	413	28
Prf; 27-10	210	298	20
Bpj;52 g	180	262	18
Jdh; 45-22	150	218	15
Prf; 49 g	120	167	12
Zvw; 14-45; 33 g	100	145	10
Agua; 32-45; 56 g	90	131	9
Hwk; 22-10; 27 g	85	123	9
Pff; 15-26	70	101	7
Lko; 50 g; 25-25	70	101	7
Gl5; 53,8 g	60	87	6
Btr; 15-48	60	87	6
Pjn; 45 g	60	87	6
Lka; 47 g; 20-25	50	72	5
Asd; 28 g; 14-23	30	43	3
Fsd; 22-22; 15 g	0	0	0
			<b>228</b>

(capacidad calle = 15 palets)

D5 =redondear.mas (c5/15;0)

---

# Bibliografía

El objetivo de este apartado es suministrar fuentes útiles para la ampliación de los temas tratados en esta obra. No pretende ser una relación exhaustiva.

## Libros

- CHRISTOPHER, Martin: *Logística, aspectos estratégicos*, Noriega editores, México, 1999.
- MARTIN, Andre J.: *Distribution resource planning*, Ed. John Wiley & Cons., Inc., USA, 1995.
- PAU, Jordi: *Manual de logística para la distribución comercial*. AECOC y CP Consultores, Madrid, 1993.
- PAU, Jordi y DE NAVACUÉS, Ricardo: *Manual de logística integral*. Editorial Díaz de Santos, Madrid, 1998.
- PÉREZ HERRERO, Mariano: *Manual técnico de almacenaje*, ediciones JS, Madrid, 1991.
- PONENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA: *Almacenes industriales*, Santander, 1995.
- PONENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA: *Almacenes industriales de gran altura*, Santander, 1995.
- ROUX, Michel: *Manual de logística para la gestión de almacenes*, Gestión 2000, Barcelona, 1997.
- VALLHONRAT, Josep y COROMINAS, Albert: *Localización, distribución en planta y mantenimiento*, Marcombo Boixareu editores, Barcelona, 1991.



---

# Índice temático

- Abc, 59, 101, 102, 105
- AGV, 43
- Almacén, 1, 3, 4
  - a bloque, 9
  - automático, 11, 24
  - autoportante, 30, 31
  - de día, 239, 240, 301
  - delegación, 5
  - plataforma, 6
  - regulador, 4
- Almacenamiento dinámico, 11
- Apilador, 36, 335
  
- Caballote, 174
- Cadena logística, 89
- Cadena suministro, 53
- Calidad, 218, 251
- Cantilever, 23, 176, 177
- Carga larga, 172, 185
- Carretilla, 36, 180, 182, 183
- Carrusel, 24, 25, 228
- Código de barras, 63, 64, 249, 298
- Colmena, 175, 176
- Cross-docking, 6
- Cuatro caminos, 40, 181
- Cuna, 177, 179
  
- Depósito, 9
- DIS, 20, 21
  
- Diseño en planta, 55, 56
- Distribución sin stock, 8
  
- Errores, 248, 305
- Estantería, 10, 12, 13,
  - compacta, 15, 91
  - convencional, 13
  - dinámica, 17, 18, 227
  - drive-in, 15, 98
  - ligera, 10
  - móvil, 17, 19
  - paletización, 12, 14, 16
- Extracción, 241, 242, 243
  
- FIFO, 57
  
- Gestión ubicaciones, 59, 247
- Glide rail, 21, 22
- Grúa puente, 178, 179, 180
  
- Hueco fijo, 57, 98
- Hueco variable, 58
- Jaula, 177, 179
  
- Kasto, 185
  
- Layout, 56, 334, 336
- LIFO, 57
- Línea de pedido, 218, 224



- Megalift, 27  
Ménsula, 176  
Miniload, 30  
Muelles, 48, 49
- Nivel de ocupación, 111  
Nivel de servicio, 321
- Operación, 43  
Operador logístico, 32  
Operario a producto, 235
- Packing list, 219  
Palet, 13  
Paper less, 303  
Paternoster, 25, 26, 27, 184, 229  
Picking, 217, 218, 237, 238, 242, 245, 246, 255  
Picking list, 248  
Picking to light, 303  
Plataforma distribución, 8  
Plazo de servicio, 320  
Producto a operario, 235  
Puntal, 173
- Radiofrecuencia, 62, 63, 250, 251, 298  
Recogepedidos, 232, 233, 234
- Retráctil, 38  
Roldana, 228
- Selección, 241  
Shuttle, 27, 28  
Stock medio, 138  
Suelo móvil, 52  
Supply chain, 53  
Surtido, 222
- Tablero rotativo, 45  
Tienda, 239, 240, 301  
Transelevador, 29, 230, 231  
Transpaleta, 33, 34  
Transporte aéreo, 42  
Transporte por rodillos, 41  
Trazabilidad, 280, 296, 297  
Trilateral, 39  
Trípode, 174
- Unidad de manipulación, 60  
Unitización, 253
- Zonas del almacén, 46, 48, 50, 51, 53, 236, 238









