
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
- tripodes
- 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

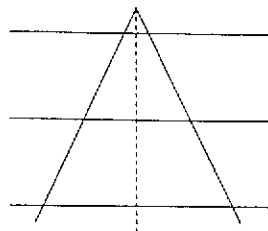
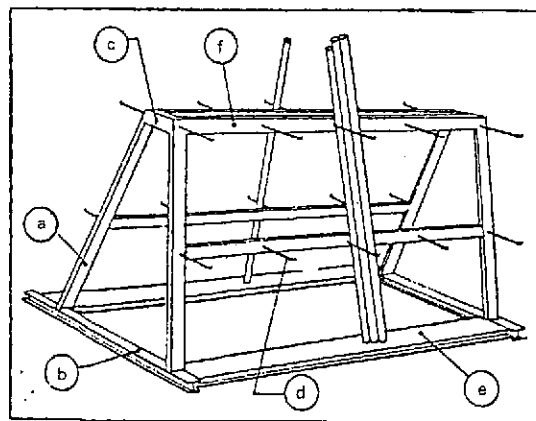


Figura 4.1. Trípode

- 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 d = Brazo
 b = Base e = Brazo de apoyo
 c = Travesaño 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.

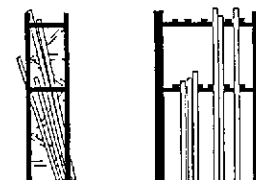
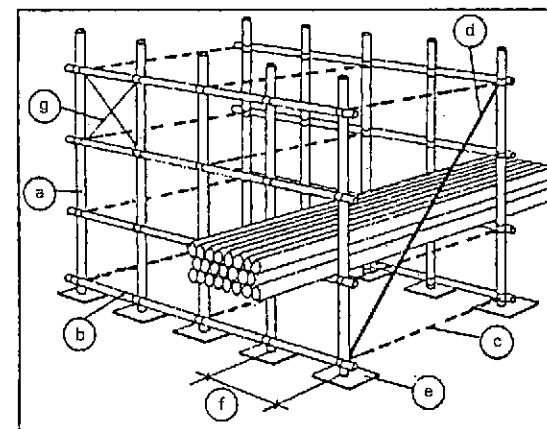


Figura 4.3. Almacenamiento contra pared

- 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)

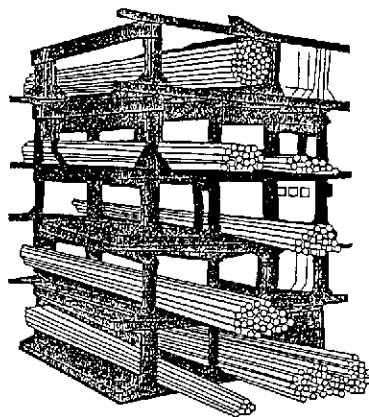


Figura 4.5. Colmena

- 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.

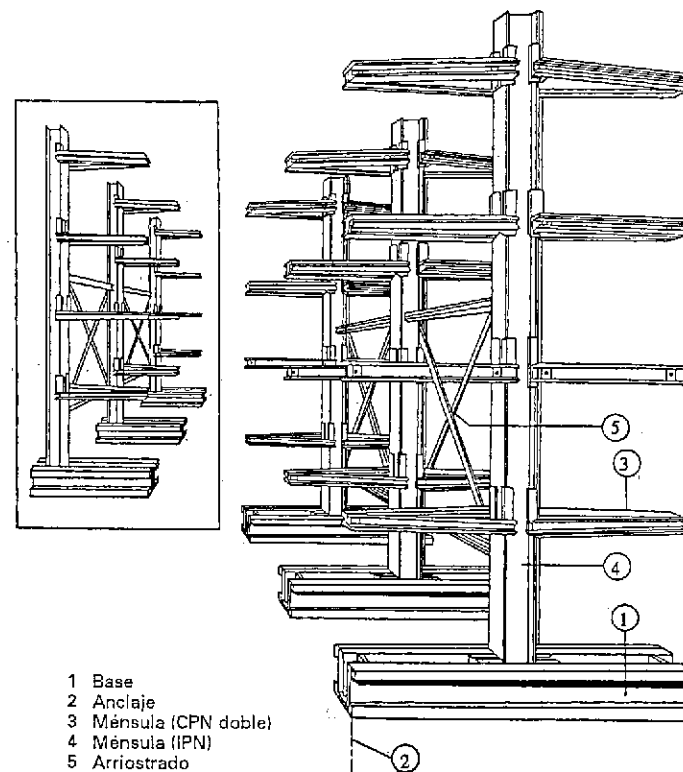


Figura 4.6. Cantilever

Cunas

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

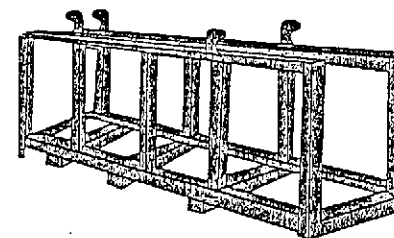


Figura 4.7. Cunas/jaulas

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.

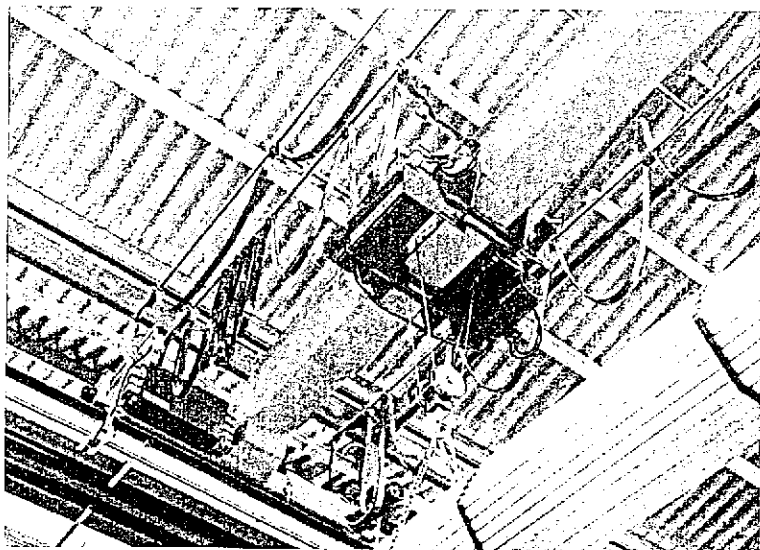


Figura 4.8. Grúa puente. Manejo de atados

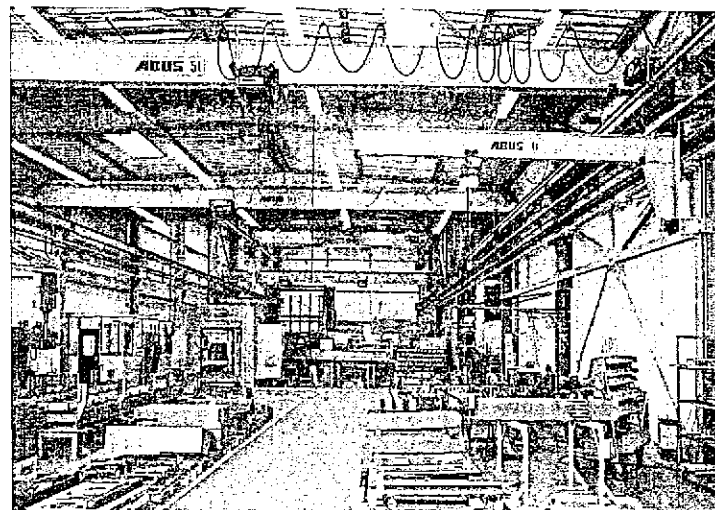


Figura 4.9. Grúas puente en una instalación

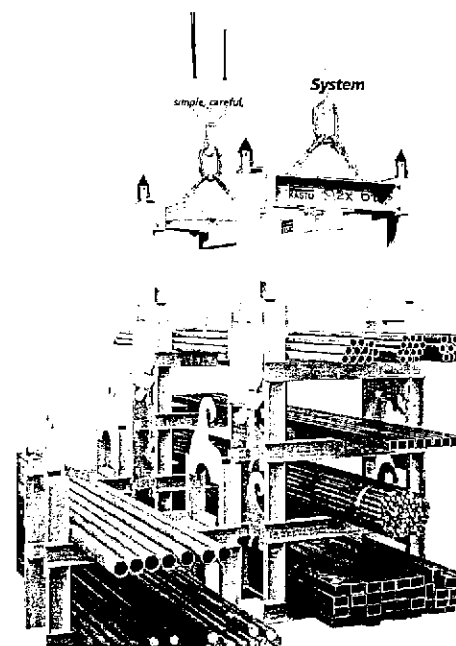


Figura 4.10. Cunas/jaulas especialmente diseñadas para manejo por grúa puente

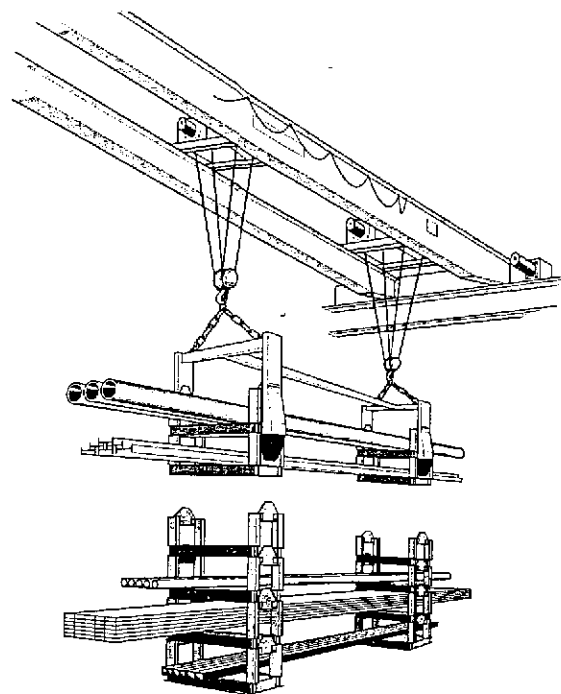


Figura 4.11. Manejo de cargas largas mediante grúa-puente

- 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.

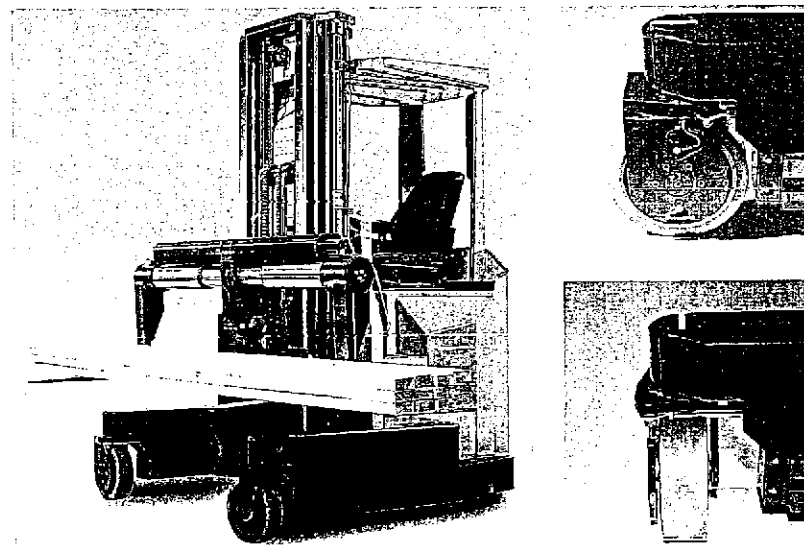


Figura 4.12. Carretilla cuatrocaminos

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).

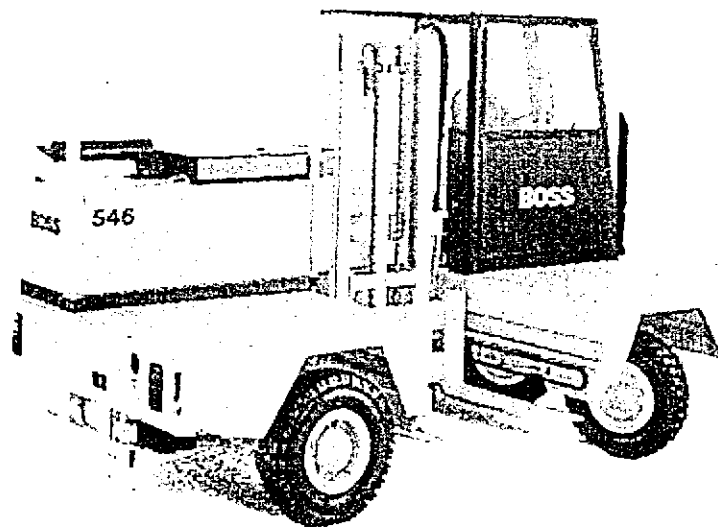


Figura 4.13. Carretilla lateral

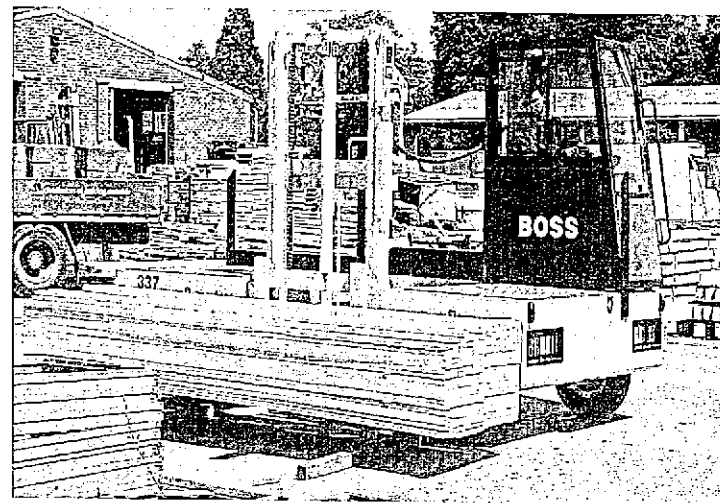


Figura 4.14. Carretilla lateral para manejo de tableros



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 utilizó una grúa.

Datos Técnicos:

Medidas Generales:	Alto 2,5 m x Ancho 7,6 m x Largo 6,1 m
Capacidad:	48 guindidos
Carga:	96 ton
Plataje:	Solución electrónica
Tiempo acceso:	1,5 min

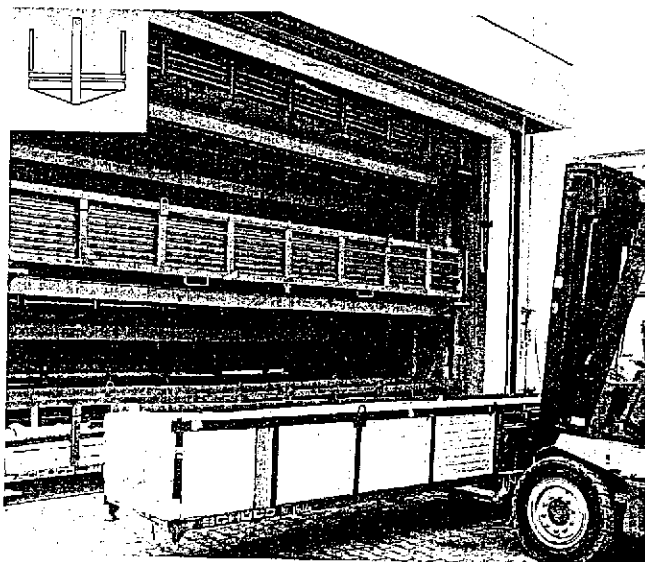
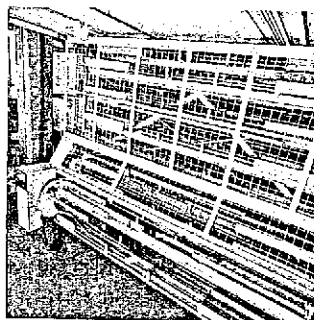
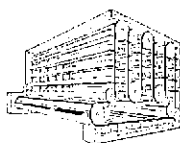


Figura 4.16. Paternoster para cargas largas

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.

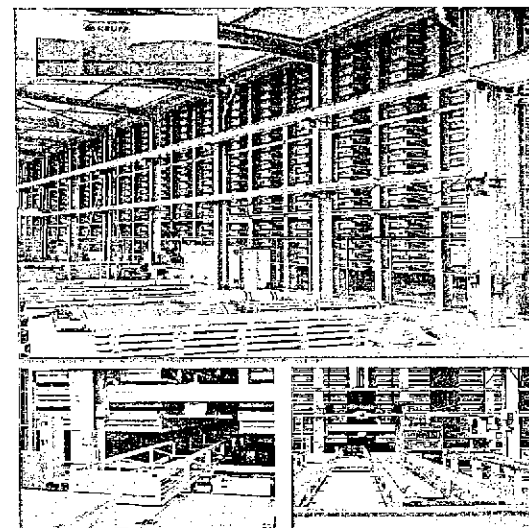


Figura 4.17. Almacenamiento masivo cargas largas

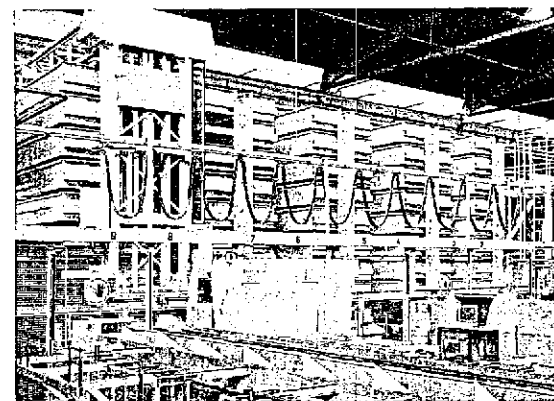


Figura 4.18. Sistema Kasto. Almacenamiento automático cargas largas

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,
 - la 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) $\times 1,833$.)

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.)	Rota- ciones
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
Total 10		34		239.604	737	29.027	3.071.298	
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
Total 20		31		181.080	576	22.516	899.200	
TOTAL		65		420.684	1.314	51.542	3.970.498	

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.

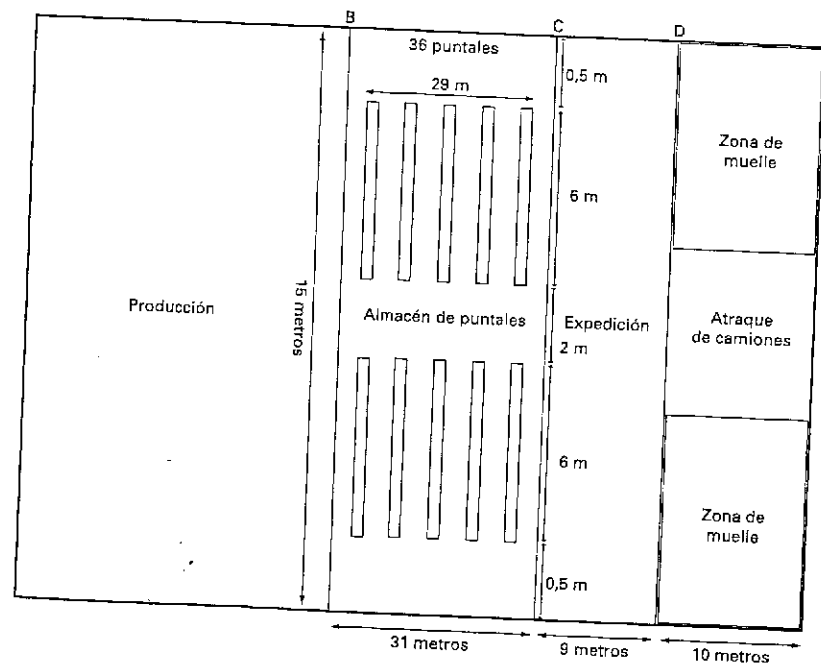


Figura 4.19. Plano del almacén

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 dos 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).

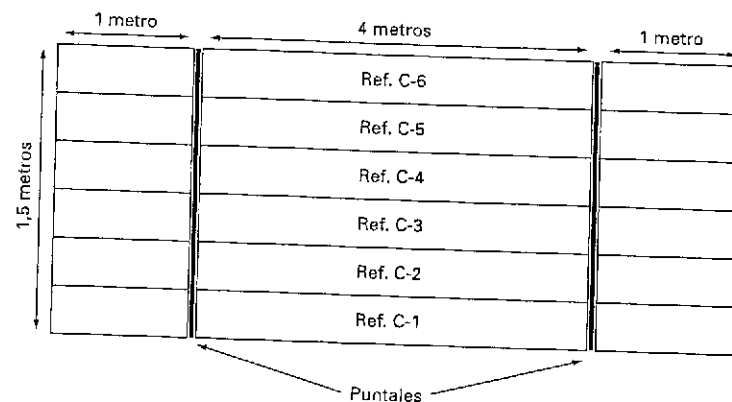


Figura 4.20. Visión frontal

— Visión lateral de varios puntales de 0,6 m anchura interna (0,8 m anchura externa, puntal incluido).

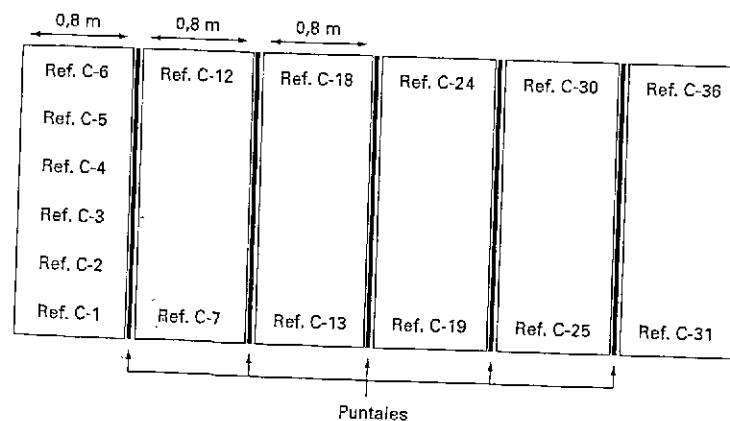


Figura 4.21. Visión lateral

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).

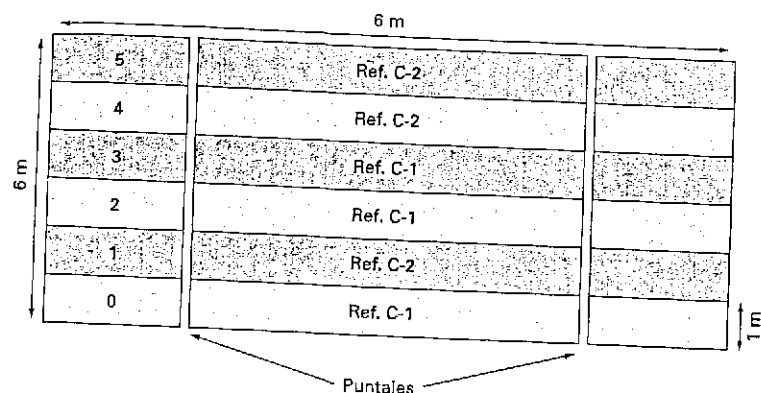


Figura 4.22. Nueva distribución de referencias. Visión frontal

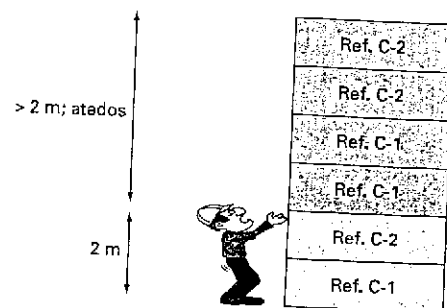


Figura 4.23. Puntales, nuevo esquema. Visión lateral

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.

Familia	Nº ref.	Denominación	STOCK		VENTAS	
			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).

Famili-	Denominación	Ud/	Kg/	Stock	Ventas	Rota-	N cajas	Kilos	Kilos	%	Categ.
lia		caja	caja	(unid.)	(unid.)	ción	stock	stock	acum.		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
				110000	1134100		333,3	13250			Total A0
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	15003	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
				106000	706906		319,4	12608			Total A1
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
				95640	950987		307,3	12083			Total A2

Tabla 4.5. Análisis ABC de stock y ventas (detalle). (Continúa)

Fam- 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	17738	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	34058	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	49610	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	103,5	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	51154	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
48				109044	1178505	353,7	33,5	13061			Total C
65				420684	3970498	1313,8	51542				TOTAL

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
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	(40 × 12) 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.

Fam. lia	Denominación	Unid./ caja	Kg/ caja	Stock (unids.)	Stock (cajas)	Stock (kilos)	Stock (kg acum.)	Est. 5 brazos		Est. 10 brazos	
								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		
	referencias → 17			311.640	960	37.941		17	64		
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	330	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)

Famili- a	Denominación	Unid./ caja	Kg/ caja	Stock (unids.)	Stock (cajas)	Stock (kilos)	Stock (kg acum.)	Est. 5 brazos		Est. 10 brazos	
								Cota manual	>2 métr.	Cota manual	>2 métr.
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	
	referencias → 48			109.044	354	13.601				48	43
	Total ref. → 65			420.684	1.314	51.542		17	64	48	43

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	
	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
TOTAL	65	51.592	1.314	17	64	48	43
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:

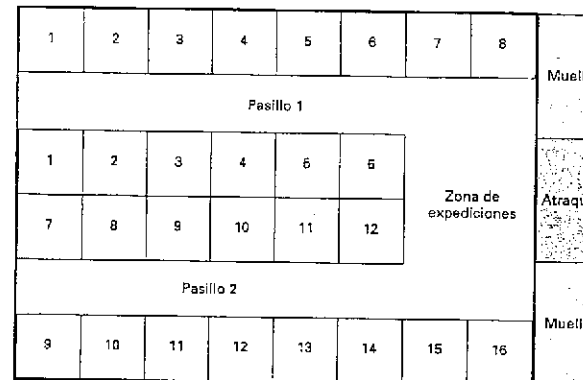


Figura 4.24. Nuevo lay-out del almacén

- 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 $4.200 \text{ mm} \times 2 = 8.400$ 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
TOTAL	60	13		780

(Dimensiones en metros. Superficie en m².)

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
Almacenamiento (muelle incluido)		
Superficie (m ²) Método o sistema Inversión Inversión comparativa	650 m ² Puntales Alta	780 m ² Estanterías cantilever Alta 130 m ² más de almacén Las estanterías cantilever son más caras que los puntales
Manipulación		
Elemento de manipulación Inversión Inversión comparativa	Grúa puente Elevada	Carretilla lateral Elevada Similar
Accesibilidad		
Referencias A	Buena en los atados	Buena
Referencias C	Regular en las cajas Mala	Buena
Plantilla		
Personas y medios	Gruista y 2 operarios 8 horas	Carretillero y 1 operario 4 horas
Costes operativos	Altos (3 operarios)	Bajos (1 operario)
Calidad		
	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:
 - 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).
 - 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.