



Estanterías para paletización
compacta



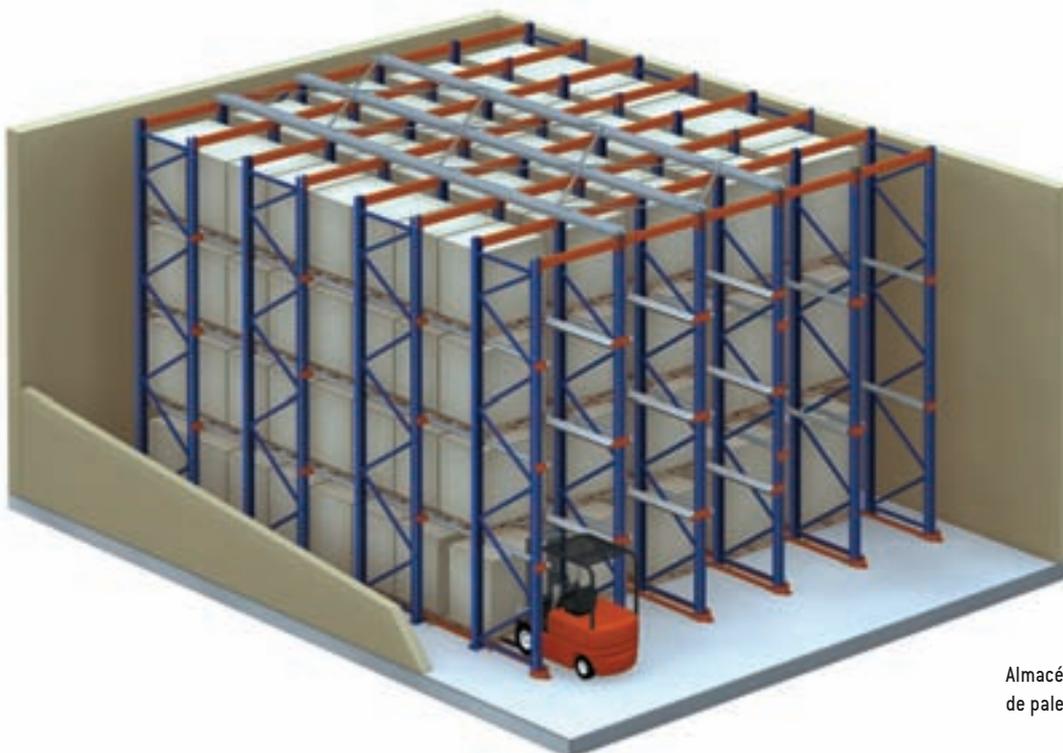




El sistema de paletización compacta está desarrollado para almacenar productos homogéneos, con gran cantidad de paletas por referencia. Es el sistema que permite la máxima utilización del espacio disponible, tanto en superficie como en altura.

Esta instalación está constituida por un conjunto de estanterías, que forman calles interiores de carga, con carriles de apoyo para las paletas. Las carretillas penetran en dichas calles interiores con la carga elevada por encima del nivel en el que va a ser depositada.

Cada calle de carga está dotada de carriles de apoyo a ambos lados, dispuestos en distintos niveles, sobre los que se depositan las paletas. La elevada resistencia de los materiales que forman este tipo de estanterías permite el almacenaje de paletas de gran carga.



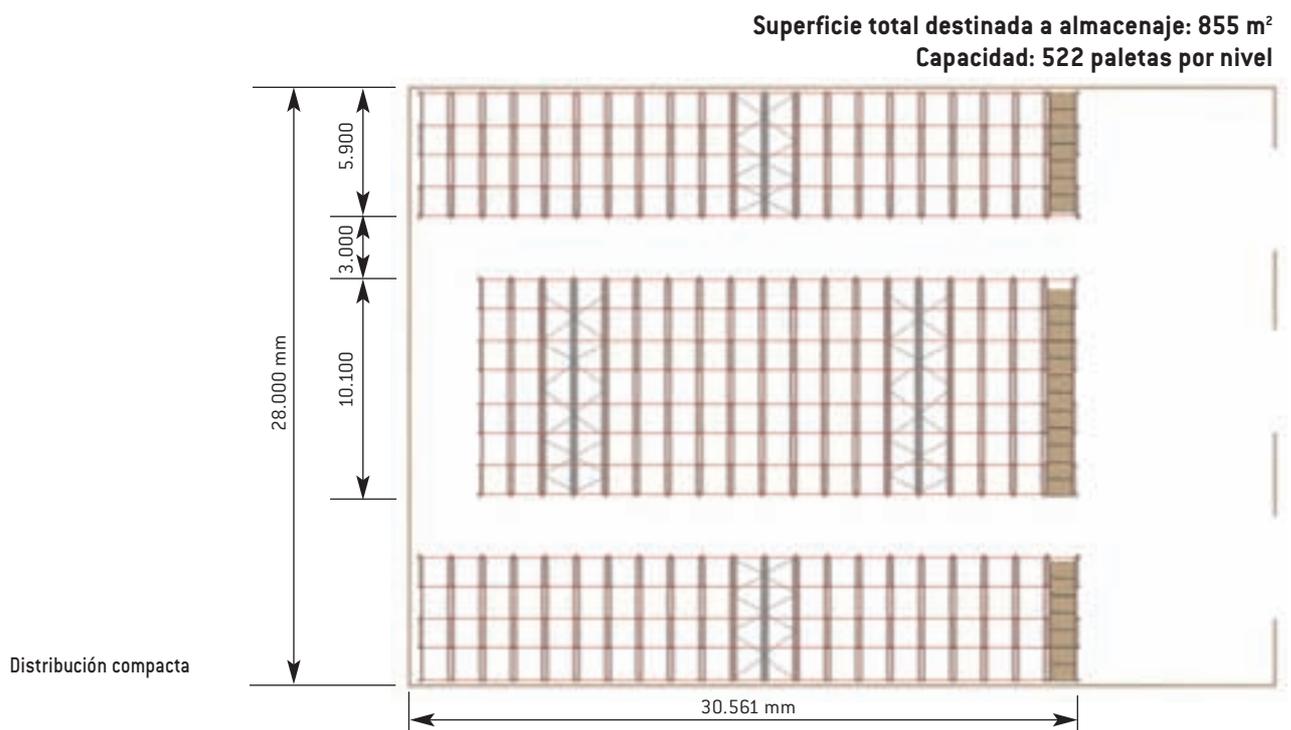
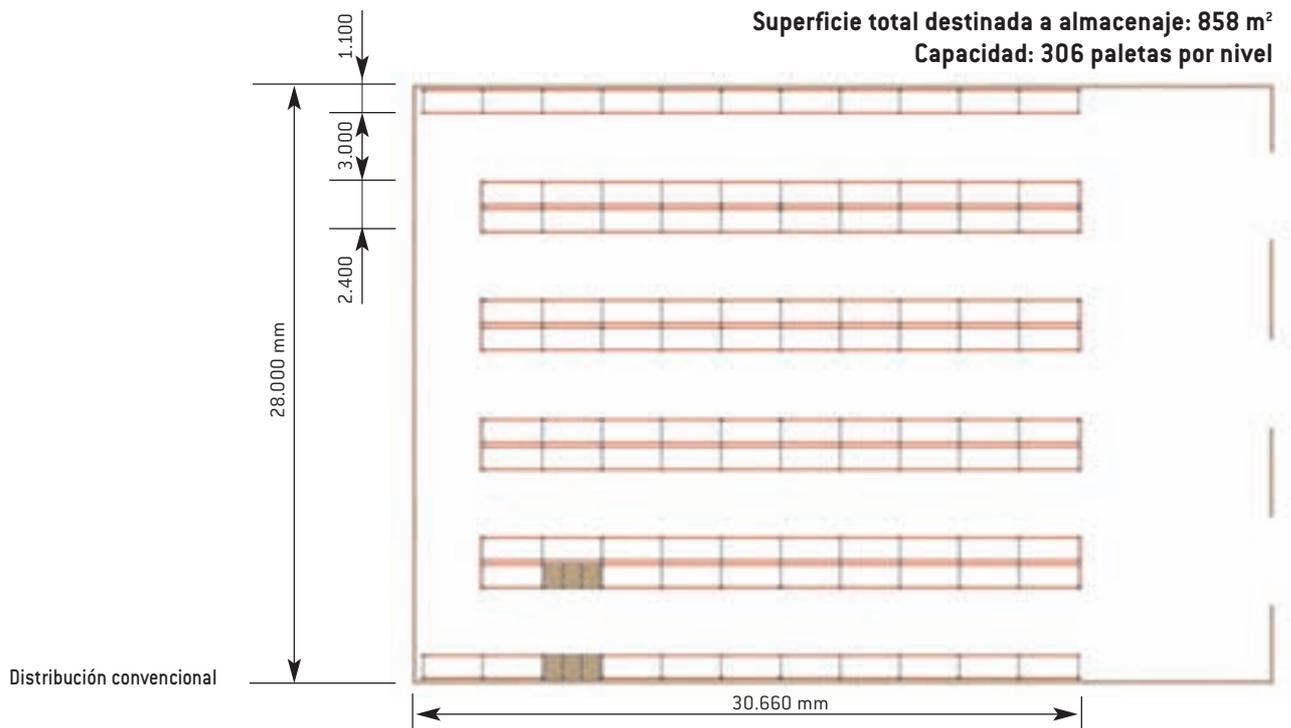
Almacén con estanterías de paletización compacta.

Características generales

Generalmente, el sistema compacto admite tantas referencias como calles de carga existen. La cantidad de paletas dependerá de la profundidad y altura de las calles de carga.

Es aconsejable que todos los productos almacenados en una calle de carga sean de la misma referencia para evitar manipulaciones innecesarias de las paletas. La profundidad de cada calle dependerá del número de paletas por referencia, del espacio a ocupar y del tiempo que estén almacenadas.

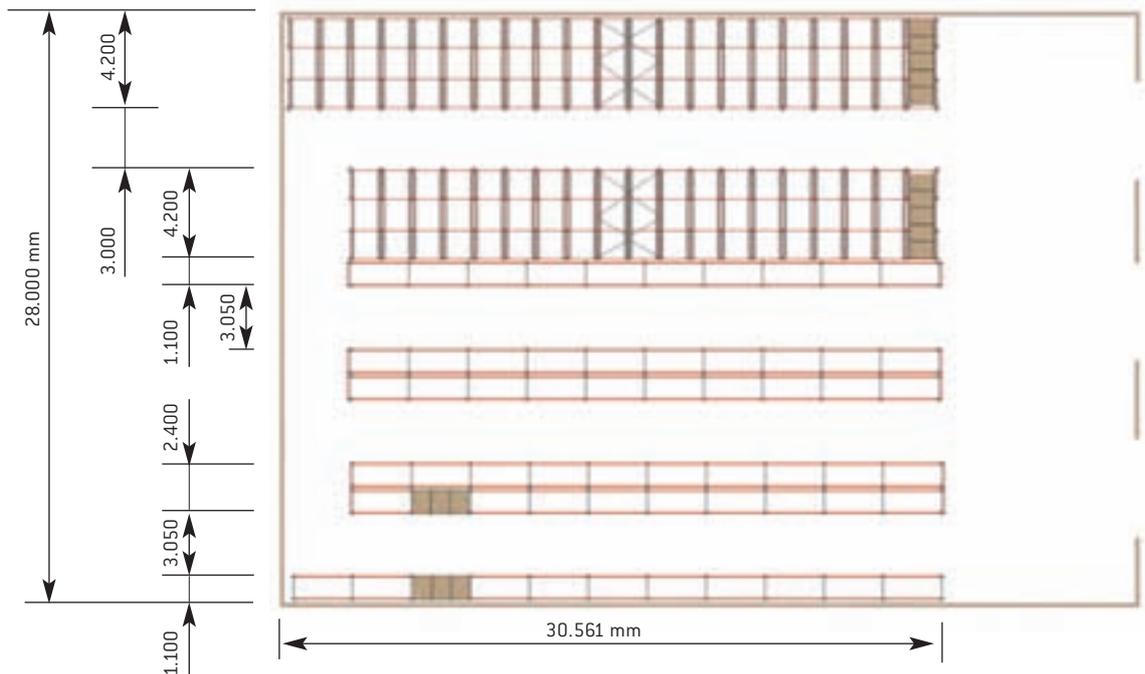
La capacidad de almacenaje del sistema compacto es superior a la del sistema convencional, tal y como queda reflejado en los dibujos siguientes. Éstos presentan un mismo local con 3 distribuciones diferentes y distinta capacidad.





Es habitual combinar en un almacén las estanterías convencionales y las compactas, dedicando el sistema compacto para los productos de gran rotación.

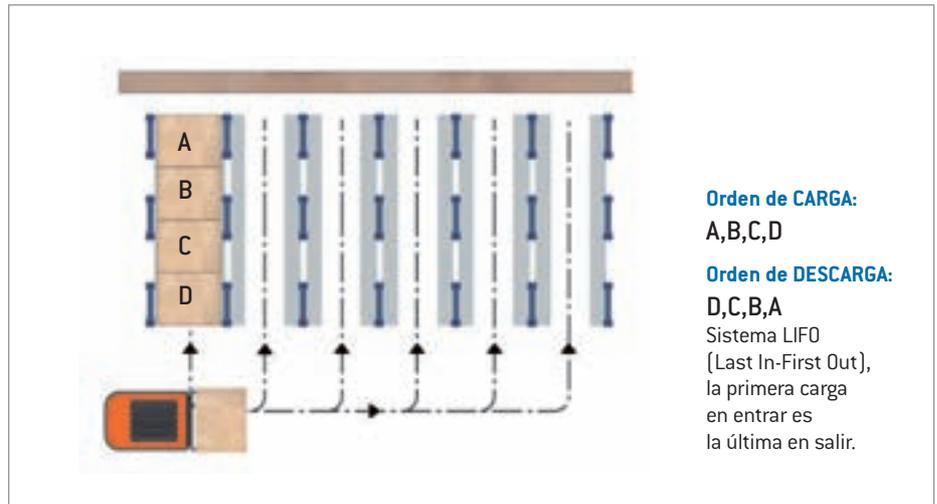
**Capacidad: 383 paletas por nivel
(200 paletas en compacta y 183 paletas en convencional)**



Gestión de la carga en estanterías para paletización compacta

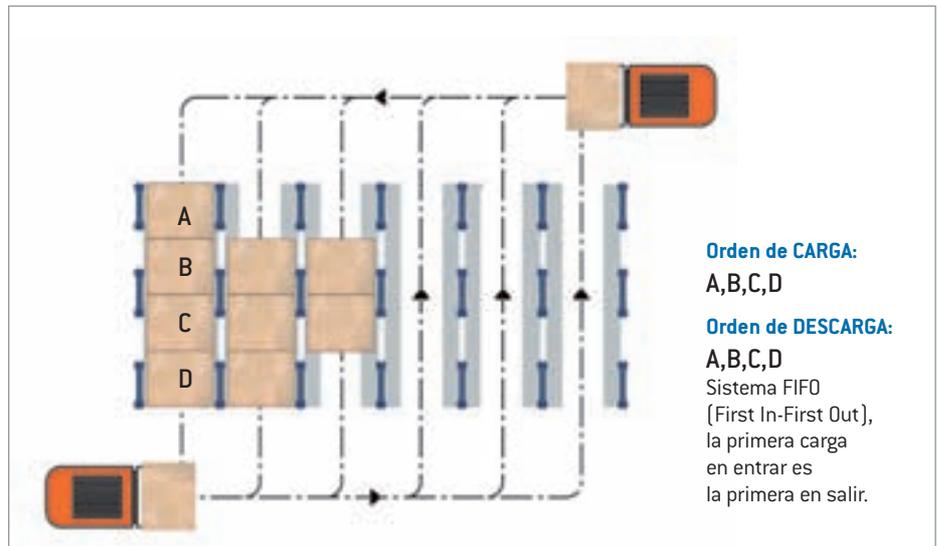
Drive-in

Es la forma más habitual de gestionar la carga en el sistema compacto. Las estanterías funcionan como almacén de depósito. Disponen de un único pasillo de acceso, donde la carga y la descarga se hacen en orden inverso.



Drive-through

La carga se gestiona en este caso utilizando las estanterías como almacén regulador, con dos accesos a la carga, uno a cada lado de la estantería. Este sistema permite regular las diferencias de producción, por ejemplo, entre fabricación y expedición, entre producción fase 1 y fase 2 o entre producción y muelles de carga.





Carretillas elevadoras

Las carretillas elevadoras se introducen en las calles de almacenaje con la carga elevada por encima del nivel en el que va a ser depositada. Las carretillas utilizadas en el sistema compacto son las contrapesadas y las retráctiles.



A diferencia del sistema convencional, las paletas se han de manipular en sentido perpendicular a sus patines inferiores. En estanterías de paletización compacta, la carretilla deposita la paleta asentando los patines inferiores en los carriles de apoyo. El esfuerzo de los patines inferiores es muy alto, por lo que las paletas que se utilicen deben estar en óptimas condiciones.

En los dibujos siguientes se aprecia la forma correcta de colocarlas (figura 1).

Sólo se pueden colocar las paletas en el sentido contrario cuando su resistencia y rigidez lo permitan, y dependiendo del peso de la mercancía.

Si la mercancía sobresale de la paleta, las cotas A y B (medidas de la paleta) pueden ser diferentes a A' y B' (medidas de la mercancía), lo que influye en las dimensiones de las estanterías y soportes, como se indica en las páginas de tolerancias.



Figura 1

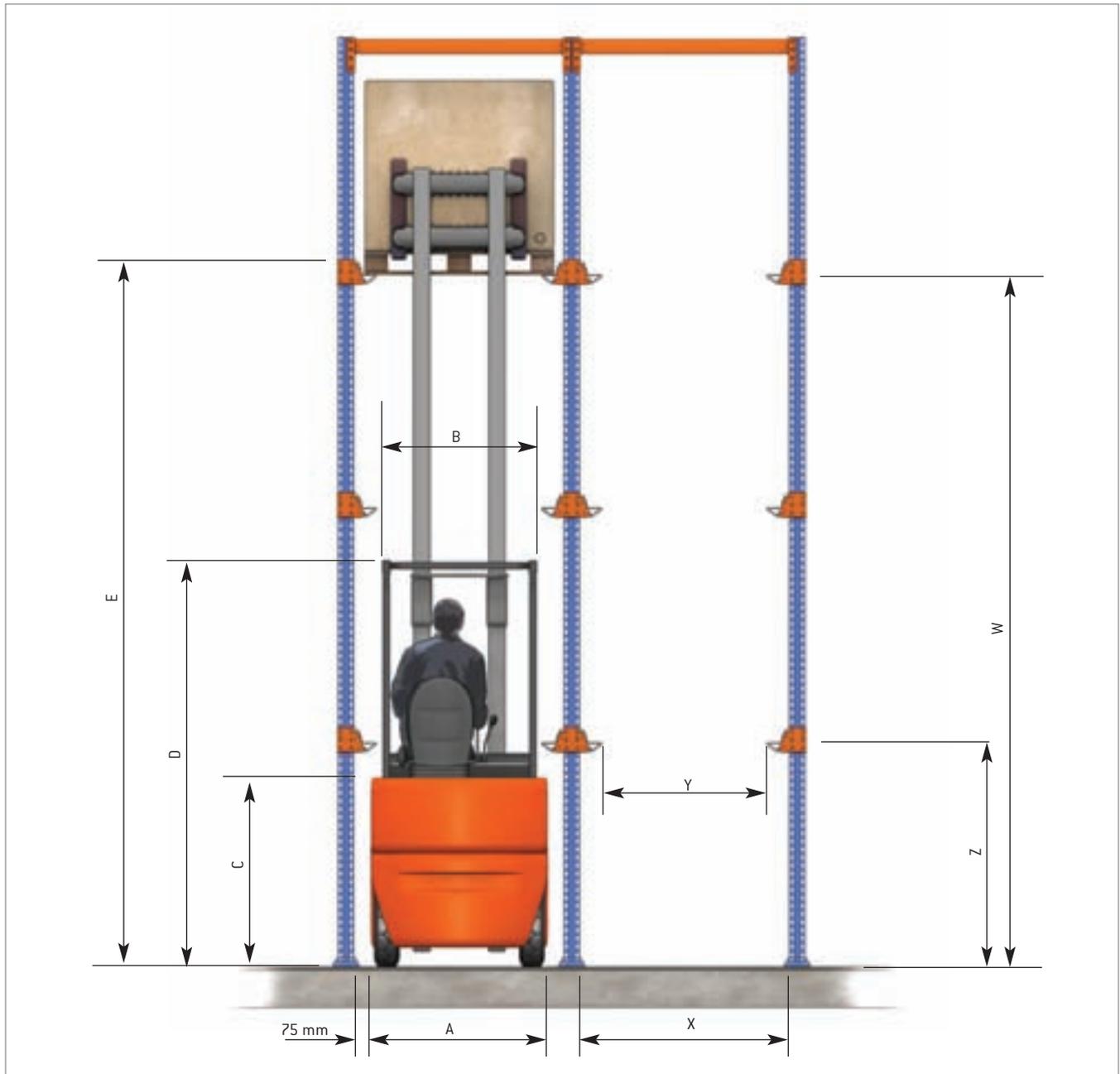


Figura 2

Al circular las carretillas por el interior de las calles de almacenaje es necesario calcular los márgenes necesarios para que puedan trabajar con seguridad. Existen ciertas medidas que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar la instalación:

- A.** Ancho total de la carretilla. Se exige una tolerancia mínima por cada lado de la carretilla de 75 mm hasta los elementos verticales de la estantería. La cota X, distancia entre los puntales, debe contemplarla.
- B.** Estructura de protección del operario. Se requiere una tolerancia mínima de 50 mm hasta los carriles de apoyo (cota Y).
- C y D.** Altura de la base y protección de la carretilla. Ha de salvar con holgura la cota Z y la cota Y.
- E.** Altura máxima de elevación. Debe ser como mínimo 200 mm superior a la cota W.

Normas y recomendaciones

Existen en el mercado distintas normas y recomendaciones que sin ser de obligado cumplimiento, ya que no hacen referencia específica a este tipo de estructuras, sí que recogen en algunos de sus apartados criterios y directrices que son los utilizados por Mecalux para realizar los cálculos de estanterías compactas.

NBE-EA-95. Estructuras de acero en edificación

F.E.M. Documento 10.2.07 (Borrador)

RAL-RG 614/2. Lager und Betriebseinrichtungen Gütesicherung (Alemania)

S.I.M.MA. Syndicat des Industries de Matériels de Manutention (Francia)

S.E.M.A. Storage Equipment Manufacturer Association (Gran Bretaña)

Criterios de cálculo

Mecalux realiza sus cálculos de estanterías compactas siguiendo las directrices indicadas en las normas y directrices anteriores. Estas directrices se aplican concretamente al cálculo de:

1. Fuerzas horizontales debidas a posibles imperfecciones de fabricación y montaje.
2. Empujes de la carretilla.
3. Deformación máxima de los puntales.
4. Apoyo mínimo de las paletas.
5. Flecha máxima de los carriles de apoyo de las paletas.
6. Coeficientes de seguridad.

1. Fuerzas horizontales

Además de las cargas verticales originadas por las paletas, hay que considerar en el cálculo el efecto de un sistema de fuerzas horizontales aplicadas en cada soporte y de valor $P/200$ (siendo P el valor de la carga por soporte debida a las paletas almacenadas) (figura 1).

Estas fuerzas engloban las posibles imperfecciones de fabricación y montaje.

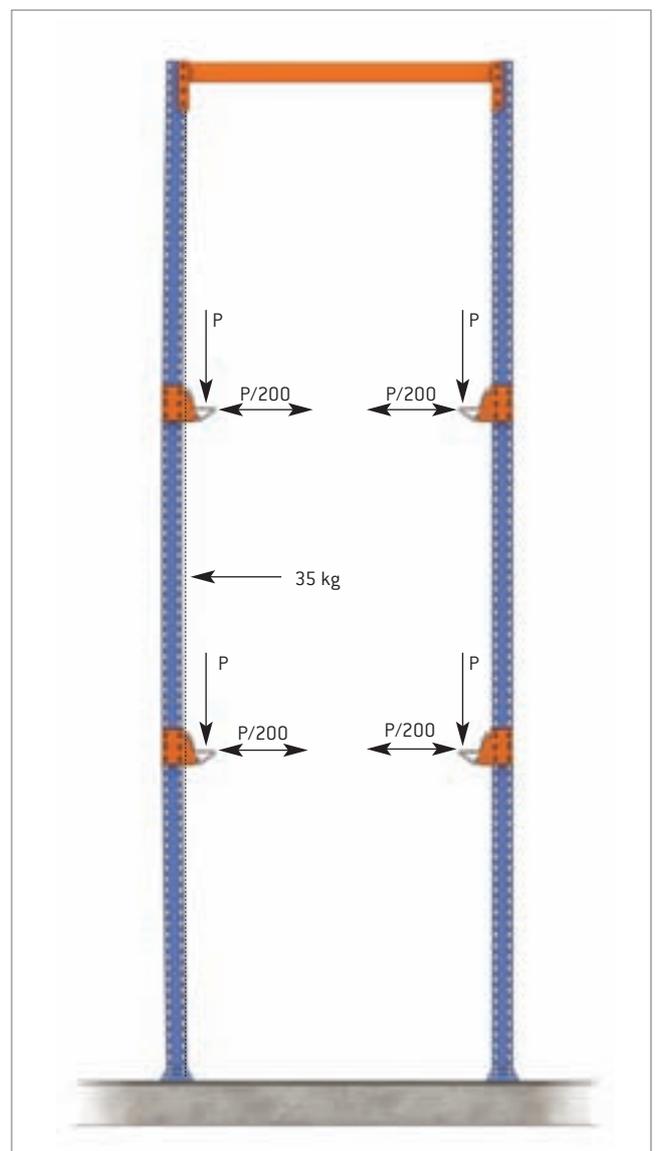


Figura 1. Acciones consideradas en el cálculo.

2. Empujes de la carretilla

En el cálculo se tiene en cuenta, de acuerdo con las normas y recomendaciones, un empuje de valor 35 kg producido por la carretilla elevadora y aplicado en el punto más desfavorable (figura 1).

3. Deformación máxima de los puntales

En el cálculo se considera que la deformación máxima de los puntales, al aplicarles las fuerzas y reacciones por las cargas verticales y horizontales, no debe superar los 25 mm (figura 2).

El hecho de que la carga pueda sobresalir de la paleta condiciona enormemente las dimensiones y longitud de los soportes y, por lo tanto, el cálculo del puntal. A mayor longitud de soporte se generan mayores esfuerzos sobre el puntal, por lo que los perfiles empleados deberán reforzarse más.

4. Apoyo mínimo de paletas

Como criterio de seguridad, se considera que cuando la paleta está totalmente desplazada hacia un lado apoya en el lado opuesto un mínimo de 30 mm (figura 3).

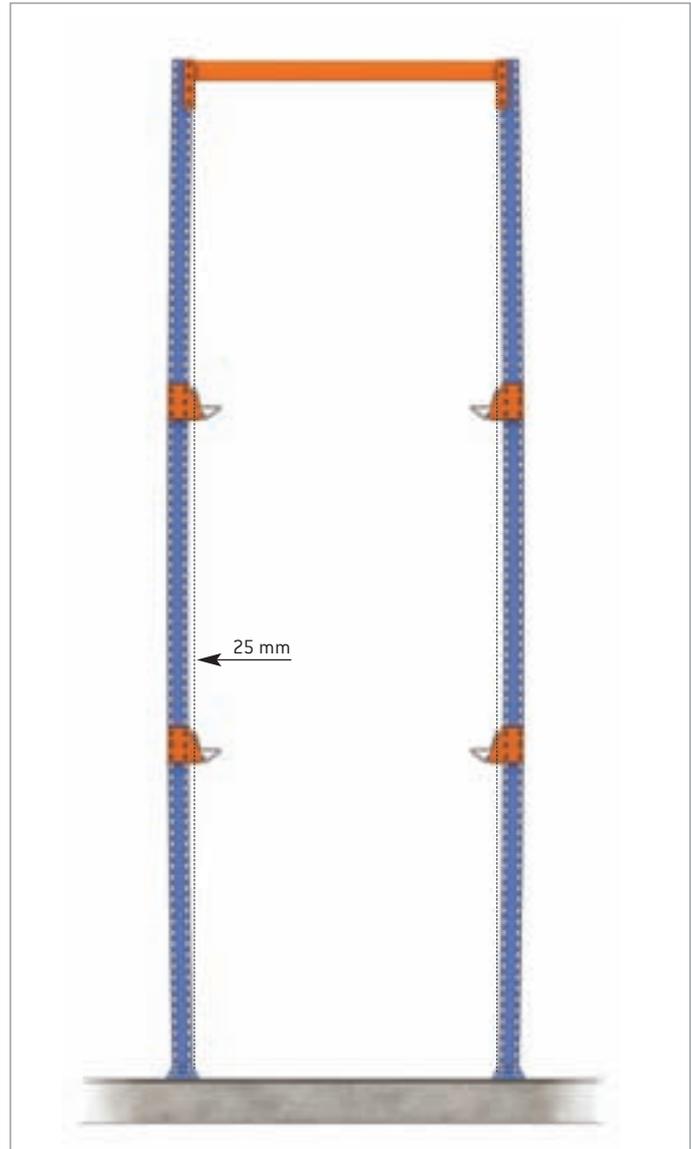


Figura 2. Deformaciones en el puntal.

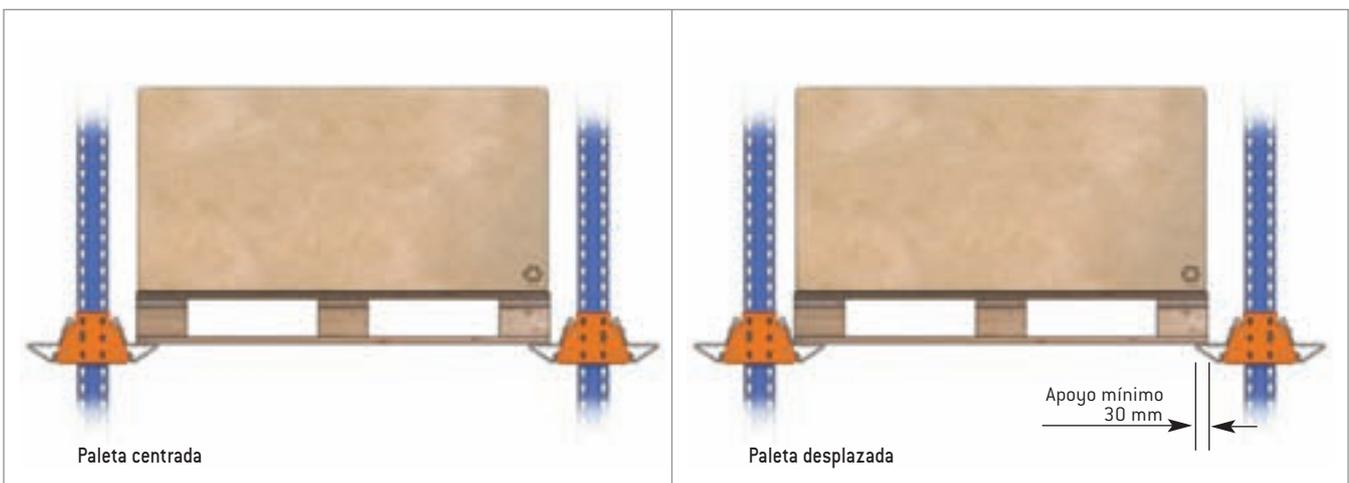


Figura 3



5. Flecha máxima de los carriles de apoyo de las paletas

La flecha o deformación máxima del carril de apoyo de las paletas se limita a la distancia entre apoyos/200. Al tratarse de perfiles abiertos y de formas no simétricas, el cálculo de los carriles se efectúa mediante programas de elementos finitos (figura 4).

6. Coeficientes de seguridad

Como coeficientes de mayoración de cargas se emplean los valores 1, 1,33 ó 1,50 dependiendo de la combinación de cargas que se esté comprobando. Los resultados definirán el tipo de puntal y soporte a utilizar.

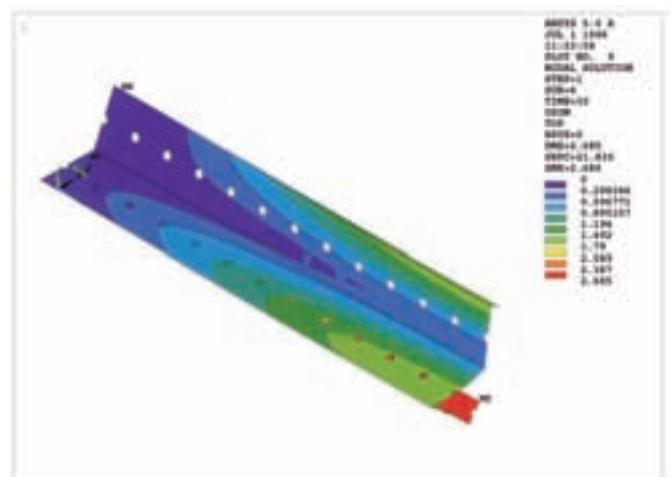


Figura 4. Ejemplo de ensayo de carril para paletización compacta.



Estabilidad de las estanterías

Las estanterías han de garantizar su estabilidad tanto transversal como longitudinalmente. El plano transversal es el que incluye a los bastidores y el plano longitudinal es el perpendicular a las calles de almacenamiento (figuras 5 y 6).

Estabilidad transversal

La estabilidad se asegura por la rigidez de los bastidores y de las diagonales y por el hecho de estar éstos entrelazados entre sí por los propios carriles de apoyo.

Estabilidad longitudinal

La estabilidad se garantiza por:

- Los anclajes de los bastidores (2 por pie).
- Un sistema de arriostrados horizontales ubicados en el plano superior cuya misión es conseguir que sea indeformable.
- Los largueros de atado superior.
- Un conjunto de arriostrados verticales situados en la parte posterior de la estanterías (en el sistema Drive-in) y que transmiten los esfuerzos directamente al suelo.

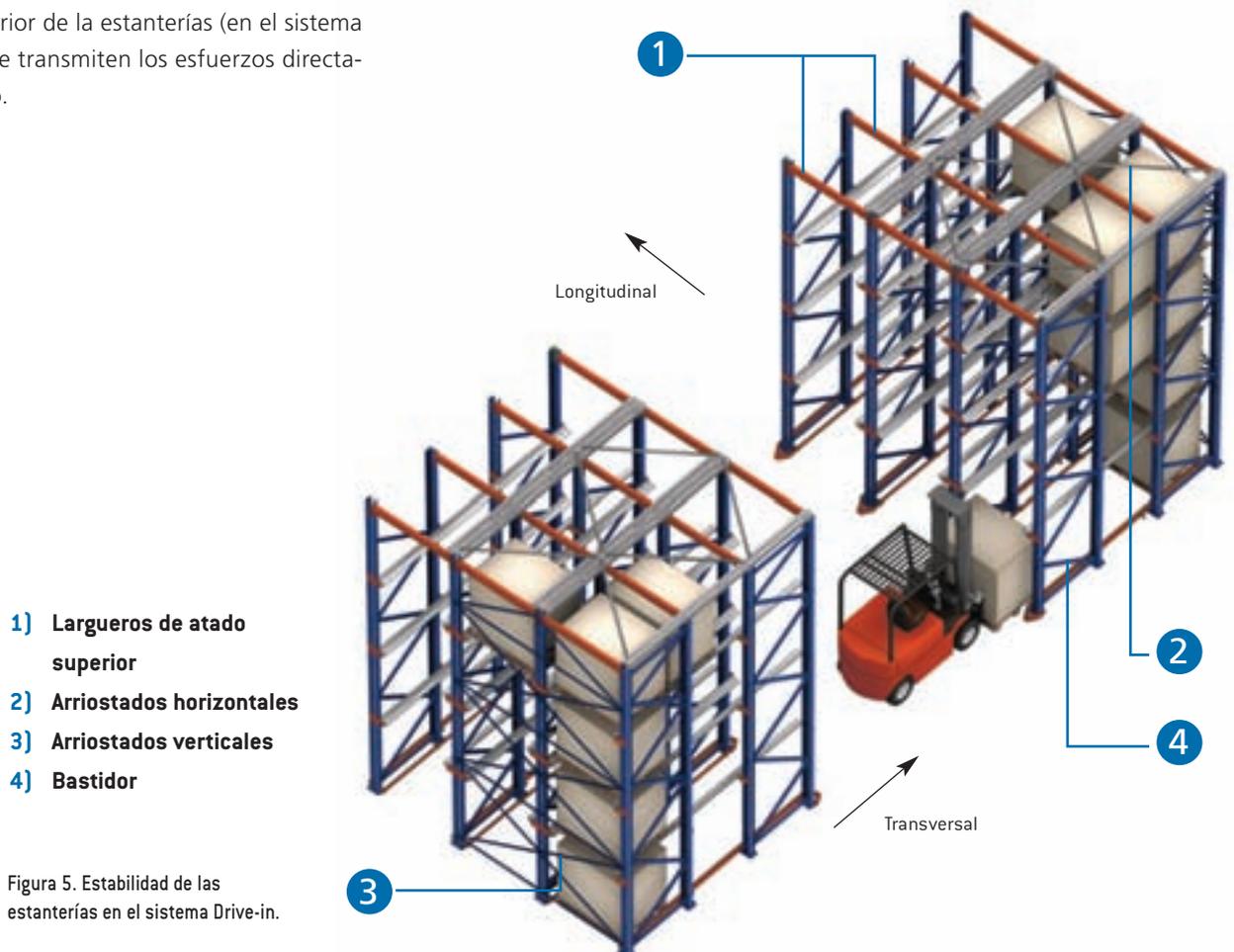
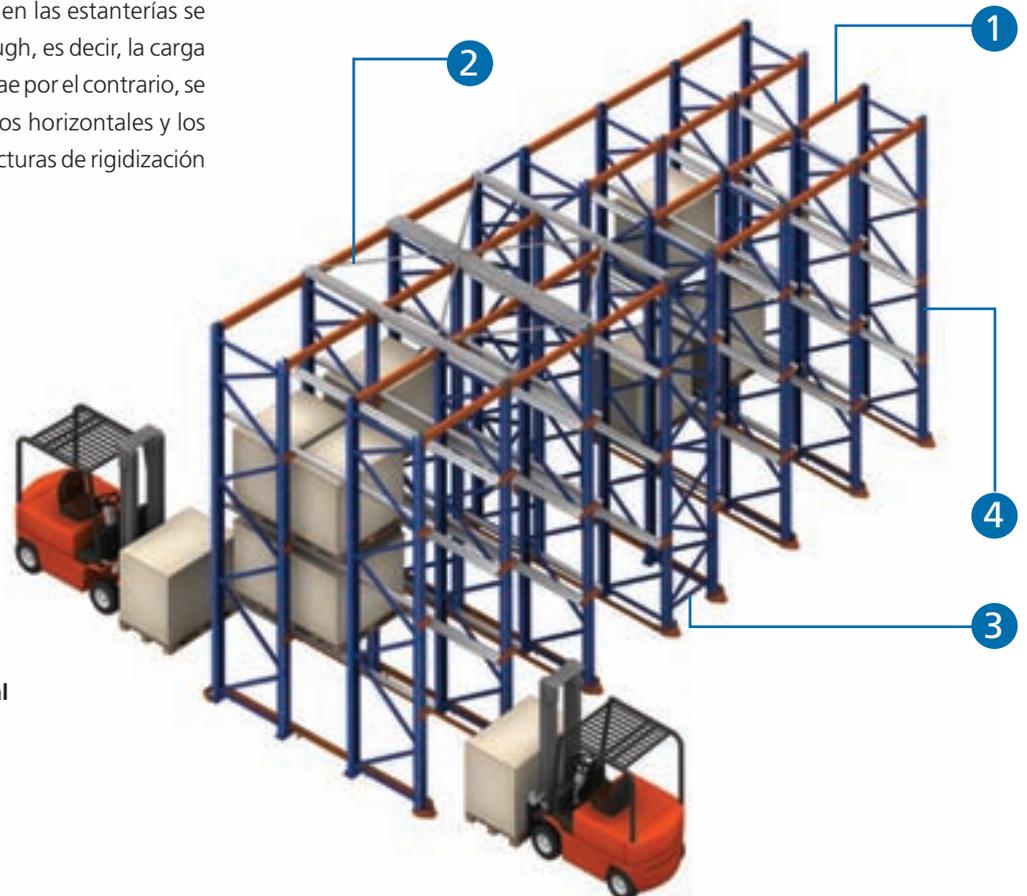


Figura 5. Estabilidad de las estanterías en el sistema Drive-in.



Cuando las cargas depositadas en las estanterías se gestionan por el tipo Drive-through, es decir, la carga se introduce por un lado y se extrae por el contrario, se siguen colocando los arriostros horizontales y los verticales se sustituyen por estructuras de rigidización (figura 6).



- 1) Largueros de atado superior
- 2) Arriostado horizontal
- 3) Cable de rigidación vertical
- 4) Bastidor

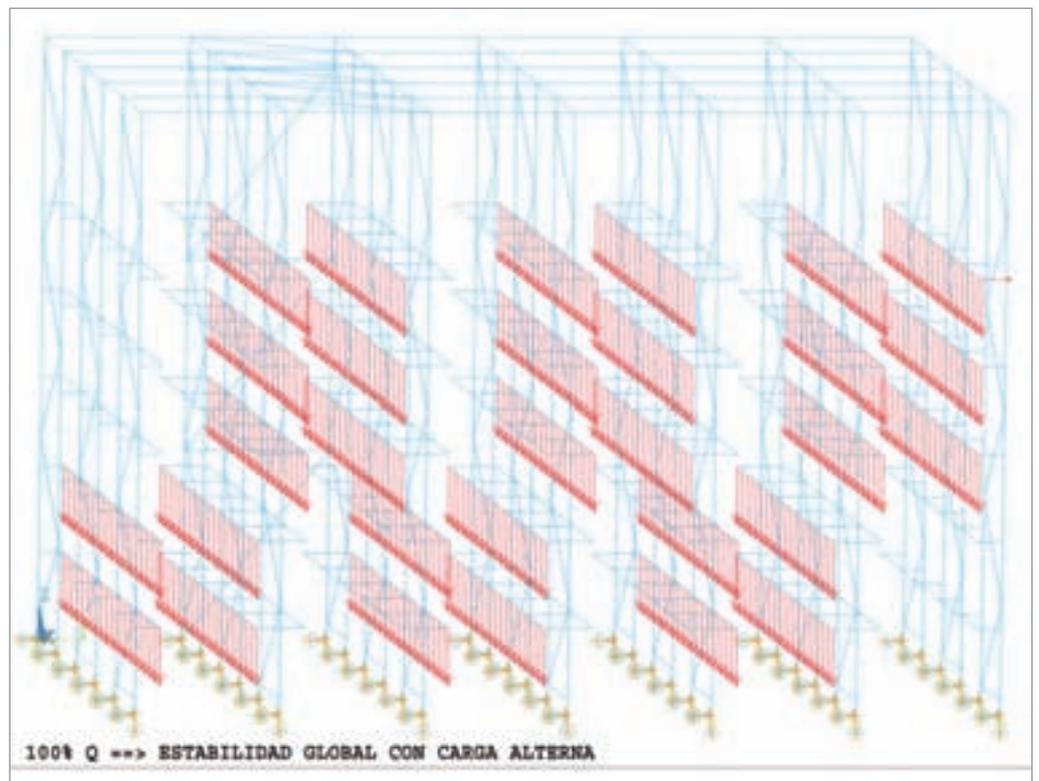
Figura 6. Estabilidad de las estanterías en el sistema Drive-through.

Cálculo de puntales

El puntal es el elemento principal de las estanterías compactas y, por tanto, su cálculo debe ser muy riguroso. A diferencia de lo que ocurre en otros sistemas de almacenaje, en este tipo de estanterías el puntal está sometido no sólo a fuerzas de compresión sino también de flexión, por lo que es necesario dotar al puntal de la inercia necesaria.

Mecalux dispone de un potente programa informático que estudia las distintas cargas y fuerzas que actúan sobre la instalación y calcula todas las posibles combinaciones de carga, obteniendo la hipótesis más desfavorable a efectos de tensión y deformación (figura 7).

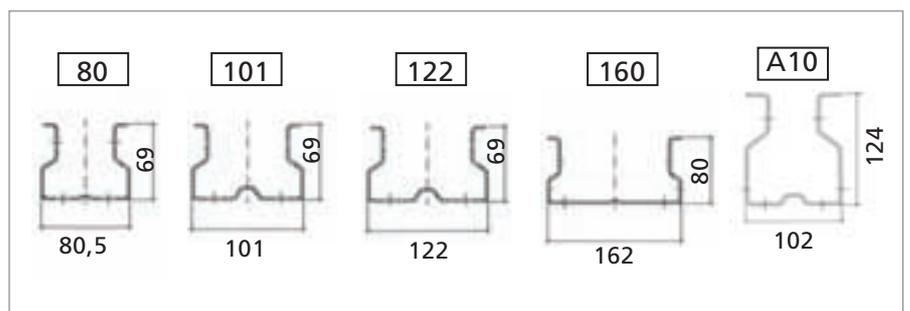
Figura 7. Combinación de carga en el cálculo del puntal.



Los puntales utilizados como resultado de dichos cálculos se han desarrollado con geometrías específicas para cada tipo de instalación y cubren todas las necesidades de almacenaje en función de la altura, la carga y la distribución de la instalación (figura 8).

Figura 8. Puntales empleados.

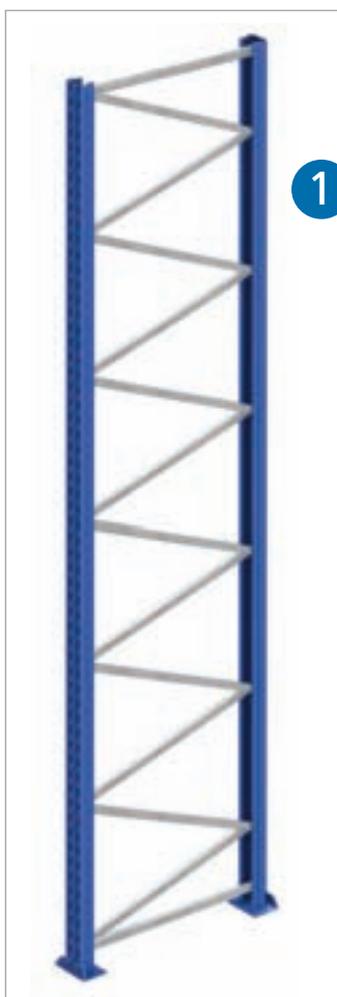
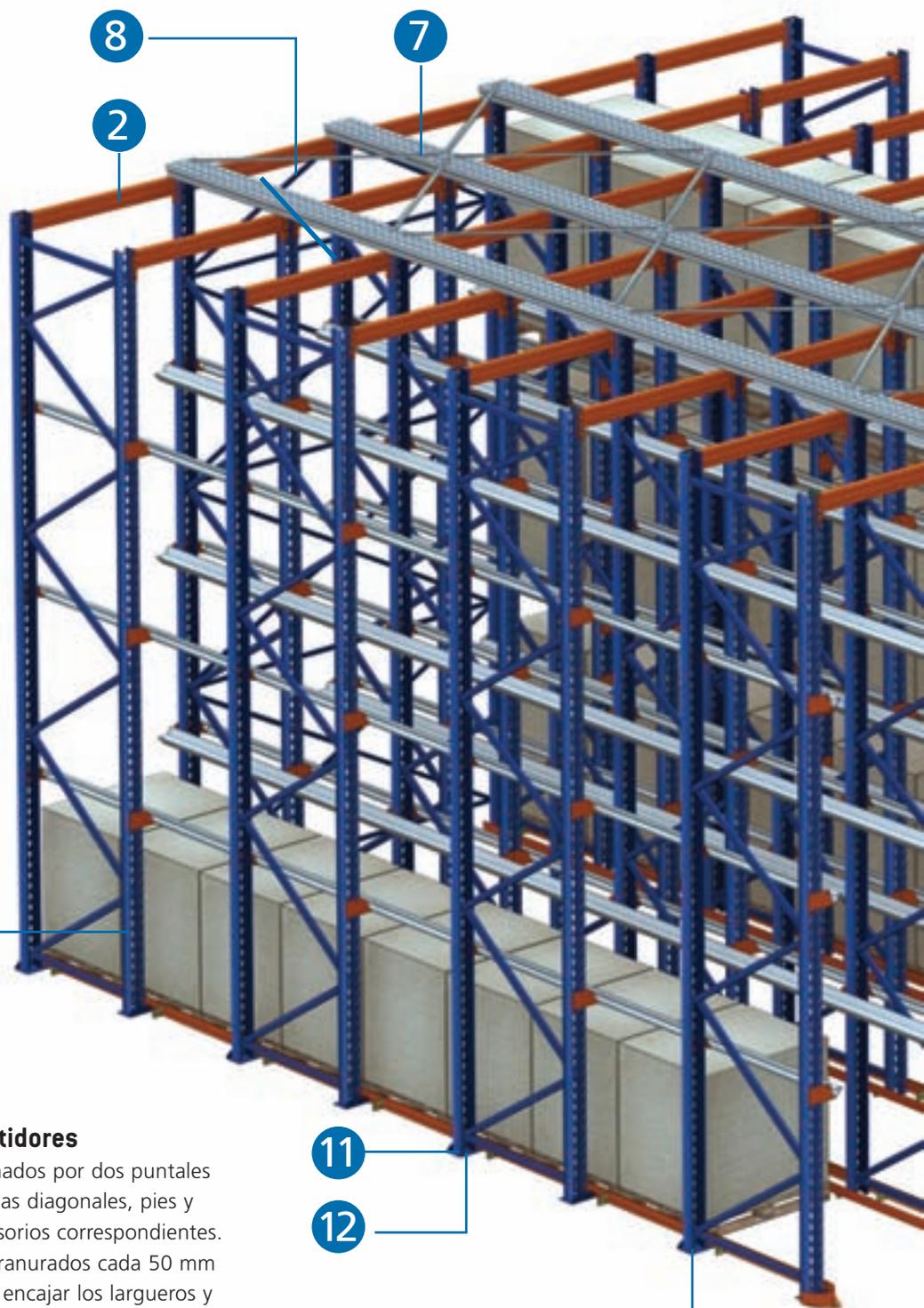
NÚMERO DE NIVELES DE CARGA	NÚMERO DE COMBINACIONES CALCULADAS (sin contar el suelo)
1	5
2	29
3	185
4	1.241
5	8.525
6	59.189





Elementos básicos de las estanterías para paletización compacta

- 1) Bastidor
- 2) Larguero compacta
- 3) Cartela
- 4) Carril GP-4
- 5) Carril C
- 6) Pie puntal
- 7) Atirantado superior
- 8) Atirantado posterior
- 9) Puntera carril guía
- 10) Carril guía
- 11) Placas de nivelación
- 12) Anclajes



1

Bastidores

Formados por dos puntales con las diagonales, pies y accesorios correspondientes. Van ranurados cada 50 mm para encajar los largueros y soportes. El fondo del bastidor viene definido por las dimensiones de la calle de almacenaje, la altura, la medida y el peso de las paletas.

11

12

6

Pie puntal

Forma parte del bastidor. Preparado para admitir dos anclajes y las placas de nivelación.





4

Carril GP-4

Perfil de apoyo de paletas fabricado con chapa de acero galvanizado, de formas triangulares, que permite el centrado de las paletas, con un mínimo de pérdida de espacio (50 mm). Los perfiles se apoyan y unen a los puntales mediante cartelas GP-4.

5



Carril C

Perfil de chapa de acero, en forma de C de 100 mm de altura para el apoyo de las paletas sin centrado. Se utiliza cuando las cargas sobrepasan las paletas, apoyándose y uniéndose a los puntales mediante cartelas C.

10



Carriles guía y punteras

Favorecen las maniobras de las carretillas en sus desplazamientos y reducen la posibilidad de daños accidentales.

8



Conjunto atirantado

Dependiendo de la distribución, se atirantan 2 calles contiguas para garantizar la estabilidad. Deben coincidir las calles horizontales superiores con las verticales posteriores, ya que éstas son las encargadas de transmitir los esfuerzos al suelo. El número de calles atirantadas dependerá de los esfuerzos que se produzcan. Estos están relacionados con el peso de la carga, la altura de la instalación, el número de los niveles y la profundidad de la estantería.

Sistema constructivo con carril GP-4

El carril GP-4 es el idóneo cuando todas las paletas a almacenar tienen las mismas dimensiones, ya que permite centrarlas y evitar que la mercancía choque contra la estructura lateral de las estanterías.

Las formas triangulares del soporte GP-4 le dan una gran capacidad de carga perdiendo en altura tan sólo 50 mm (parte del perfil que queda debajo de la paleta), lo que permite reducir la altura entre niveles o aumentar las tolerancias de trabajo (figura 1).

El ancho de la calle viene definido por la medida frontal de las paletas más los márgenes mínimos necesarios. Si la mercancía sobresale de la paleta, la calle ha de ser más ancha y los soportes más largos, ya que se ha de garantizar que la paleta apoye como mínimo 30 mm cuando está totalmente desplazada hacia un lado, tal y como se indica en la página 71 de este catálogo (figura 2).

TOLERANCIAS FRONTALES (en mm)				
A	B	C	D	E
1.200	1.200	141	1.066	1.350
1.200	1.250	166	1.066	1.400
1.200	1.300	191	1.066	1.450
1.200	1.350	216	1.066	1.500
1.200	1.400	241	1.066	1.550

La tolerancia de 75 mm es mínima. En paletas altas se aconseja aumentar esta tolerancia.

Las cotas frontales están calculadas para paletas que miden en su base 1.200 mm de frente. Para otras paletas se ha de seguir el mismo criterio (figura 3).

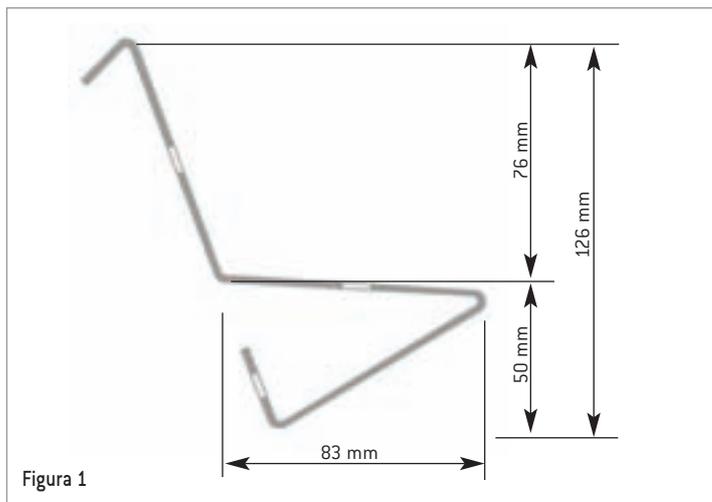


Figura 1

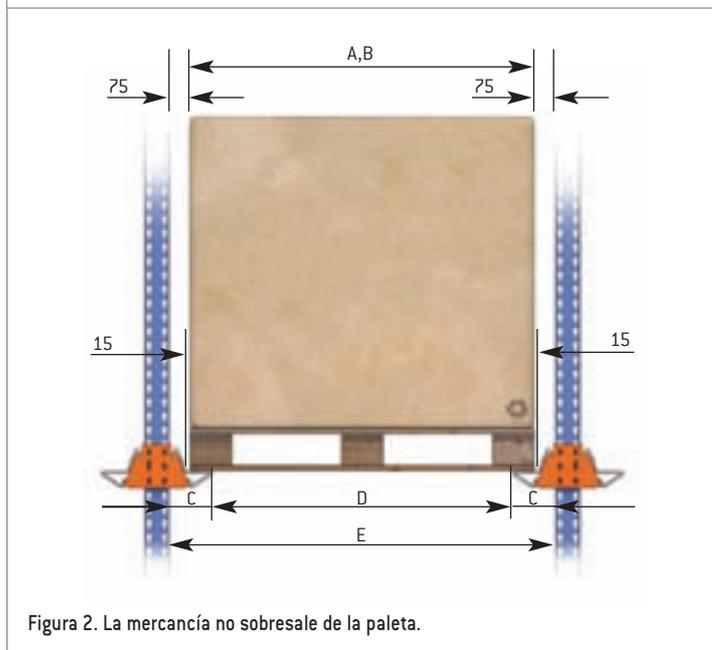


Figura 2. La mercancía no sobresale de la paleta.

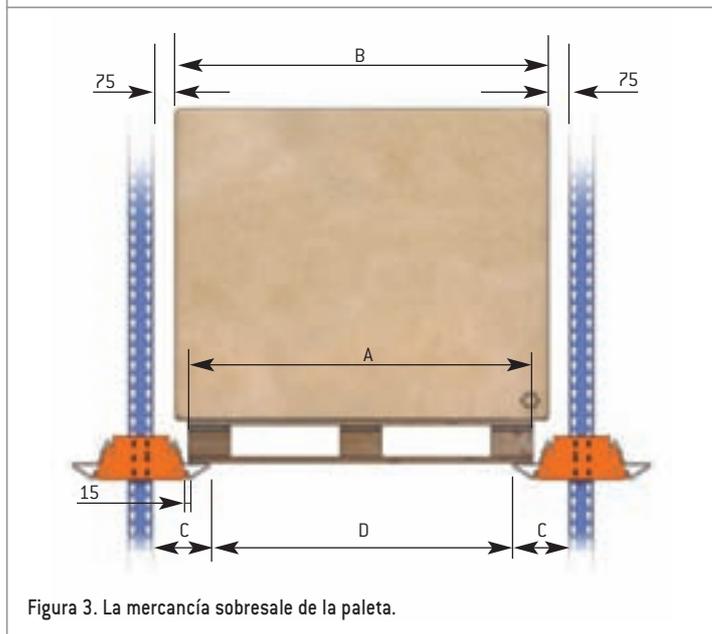


Figura 3. La mercancía sobresale de la paleta.

Altura

Las medidas mínimas a considerar en altura son las siguientes:

F = Altura nivel inferior y niveles intermedios = altura paletas + 150 mm

G = Altura nivel superior = Altura paletas + 200 mm

H = Altura total = la suma de todos los niveles como mínimo.

Las cotas F, G y H han de ser siempre múltiplos de 50 mm (figura 4).

Fondo

Las medidas mínimas a considerar en fondo son las siguientes:

X = Suma del fondo de todas las paletas (si sobresa la carga se ha contar esta medida) más una tolerancia por posicionado, que varía de 35 a 50 mm por paleta dependiendo del número de paletas (a mayor número se considera una tolerancia menor) (figura 5).

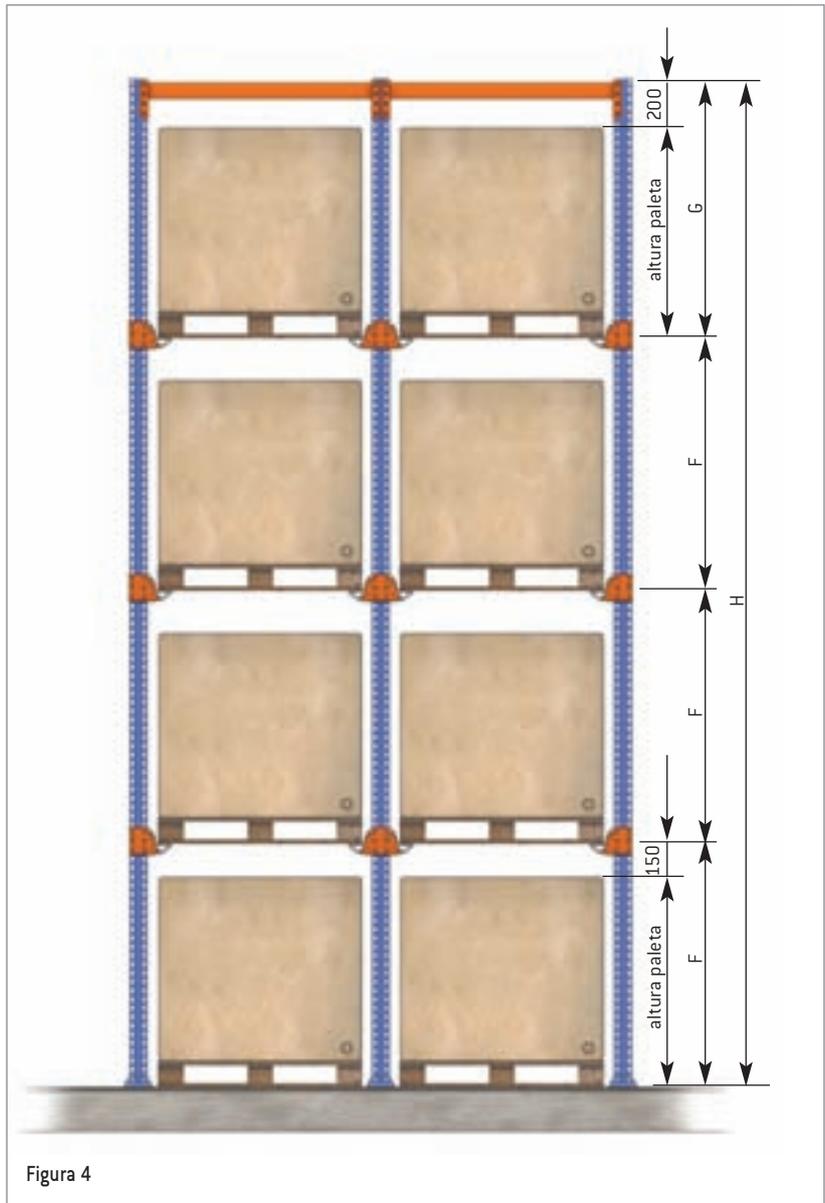


Figura 4

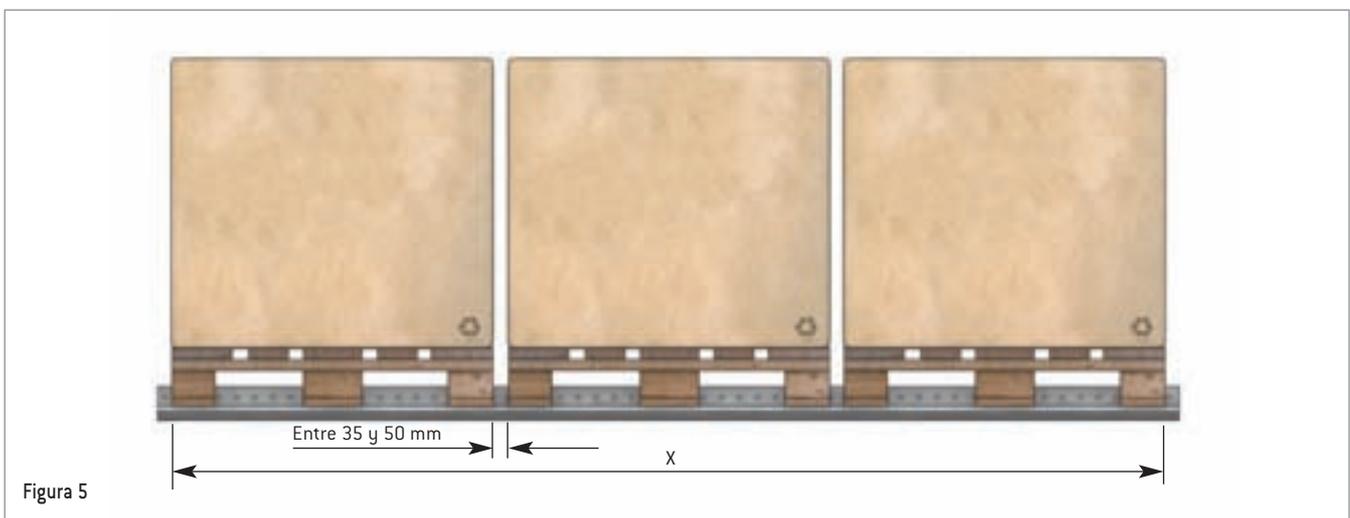


Figura 5

Sistema constructivo con carril C

Este sistema se emplea cuando se utilizan paletas de diferentes medidas frontales y unidades de almacenaje muy grandes que requieren mayores tolerancias de apoyo.

El carril C no permite el autocentraje de las diferentes paletas que se puedan almacenar en una calle y requiere un mayor cuidado por parte de los operarios que realizan los movimientos con las carretillas (figura 6).

Es necesario realizar un análisis previo de las paletas para definir las medidas de los soportes.

Los dibujos siguientes contemplan una solución para almacenar paletas de 1.200 y 1.300 mm de frente; en ambos casos la mercancía no sobresale de la paleta (figura 7 y 8).

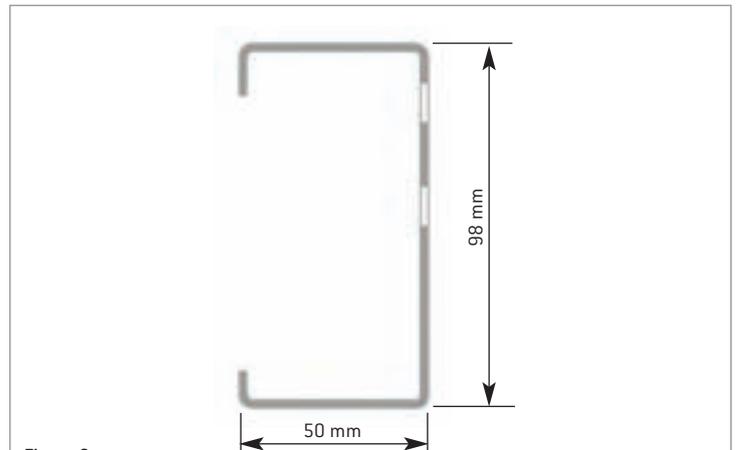


Figura 6

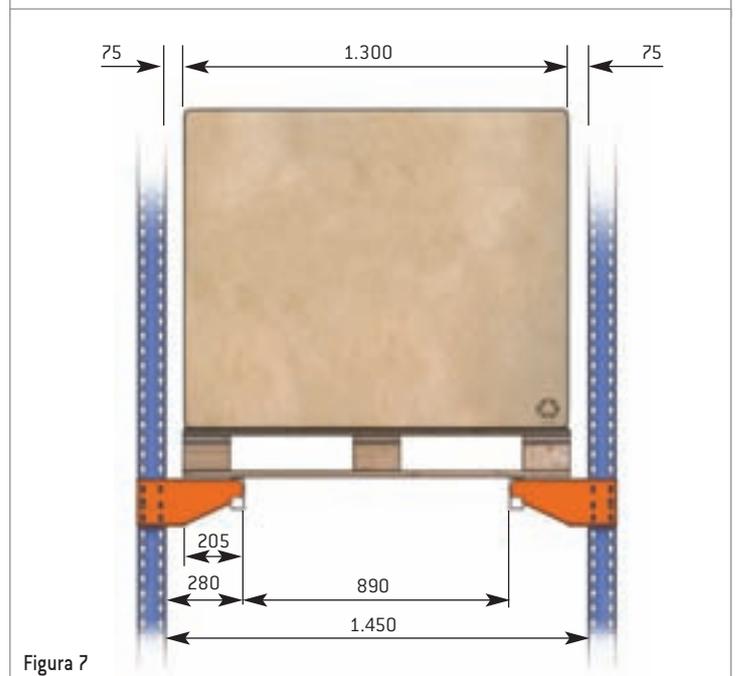


Figura 7

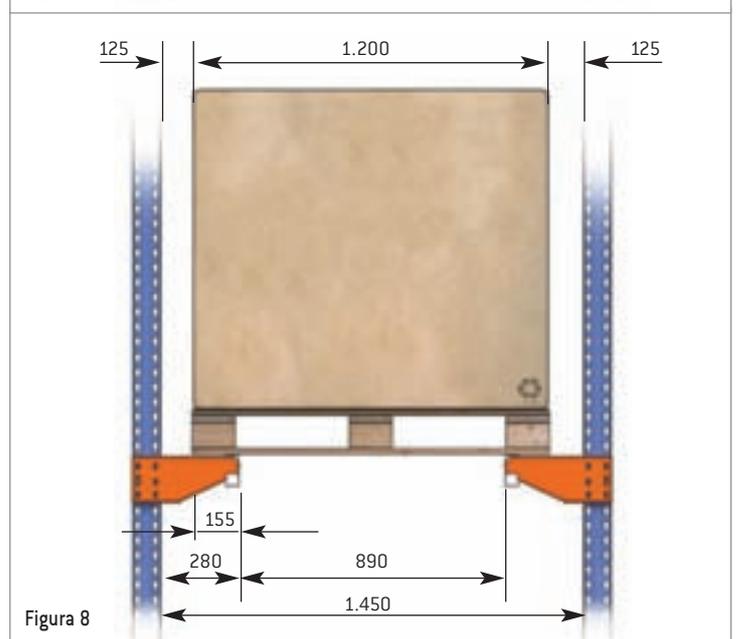


Figura 8



Altura

Las tolerancias en altura a considerar son:

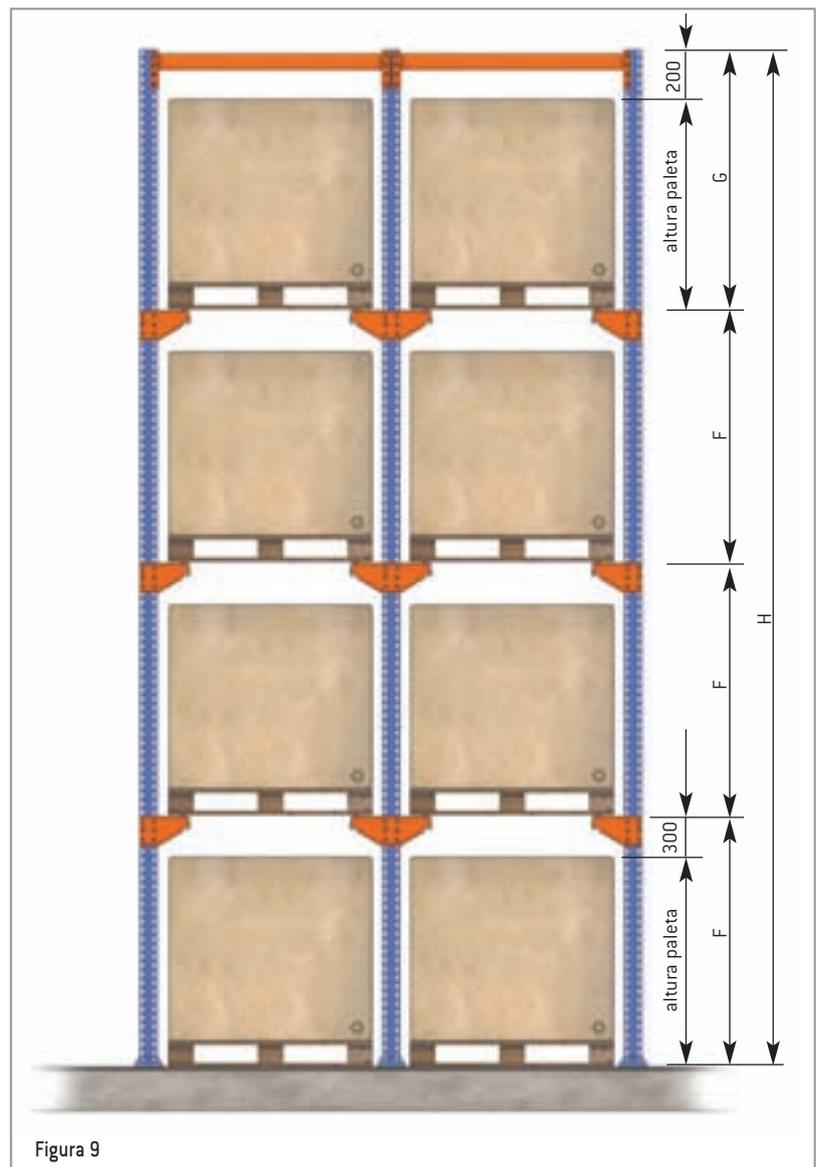
F = Altura nivel inferior y niveles intermedios = Altura paletas + 300 mm.

G = Altura nivel superior = Altura paletas + 200 mm.

H = Altura total = como mínimo la suma de todos los niveles.

Las cotas F, G y H han de ser múltiplos de 50 mm (figura 9).

Para las tolerancias en fondo se ha de utilizar el mismo criterio que con carril GP-4 (figura 5).



Carriles guía inferiores

El sistema de guiado con carril guía se utiliza para:

- Evitar que las paletas choquen con la estructura lateral de la estantería.
- Colocar ruedas laterales a las carretillas para que se desplacen centradas por el interior de las calles de almacenaje.
- Evitar riesgos de golpes a las estanterías, posibles daños a las cargas y facilitar las maniobras.

Es aconsejable colocarlos en calles de gran longitud.

En las instalaciones donde se coloquen carriles guía hay que tener en cuenta que el ancho de calle se calcula en función de la distancia que necesite la carretilla para moverse, más el ancho y tolerancias del perfil de los carriles.



El sistema más usual es el que utiliza perfiles LPN50 asentados sobre soportes fijados al suelo, con punteras de centrado colocadas al frente de las estanterías. Éstas se unen a los perfiles y también se anclan al suelo.

Este sistema evita la transmisión de esfuerzos y vibraciones a la propia estructura de las estanterías.

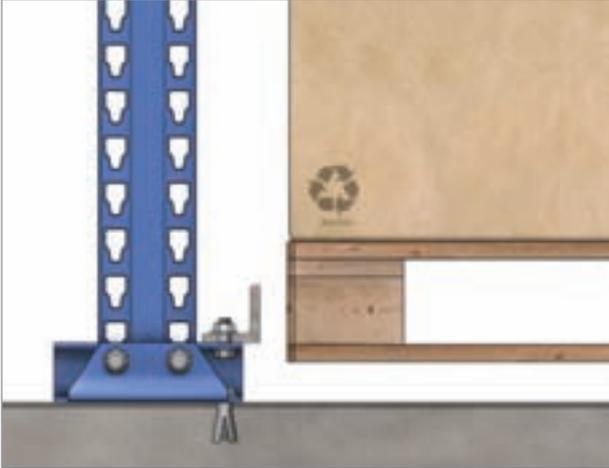
La construcción se realiza con perfil simple o perfil doble.





Guiado con perfil simple

La solución con perfil simple es suficiente cuando sólo es necesario guiar las paletas.



Las medidas entre guías con perfiles LPN50 y punteras estándar son las siguientes:

TOLERANCIAS EN GUÍAS Y PUNTERAS ESTÁNDAR (en mm)	
X	Y
1.350	1.240
1.400	1.290
1.450	1.340
1.500	1.390
1.550	1.440

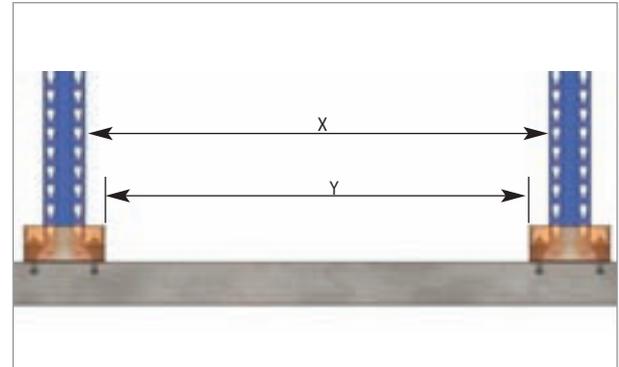
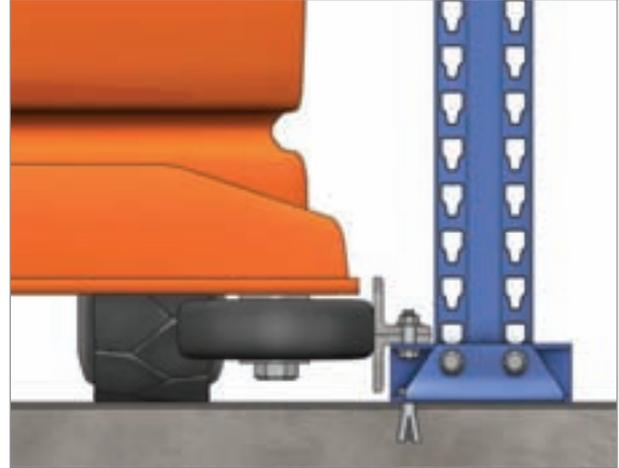
Otro sistema de guiado que se puede utilizar es mediante la colocación de perfiles en U ubicados en la parte inferior de los puntales de la estantería y sujetos al suelo mediante los mismos anclajes.

Este sistema de guiado permite una mayor separación entre guías para carretillas de chasis ancho sin obligar, por este motivo, a hacer calles más anchas. También se pueden instalar punteras frontales.

La elección de cada sistema requiere un análisis específico.

Guiado con perfil doble

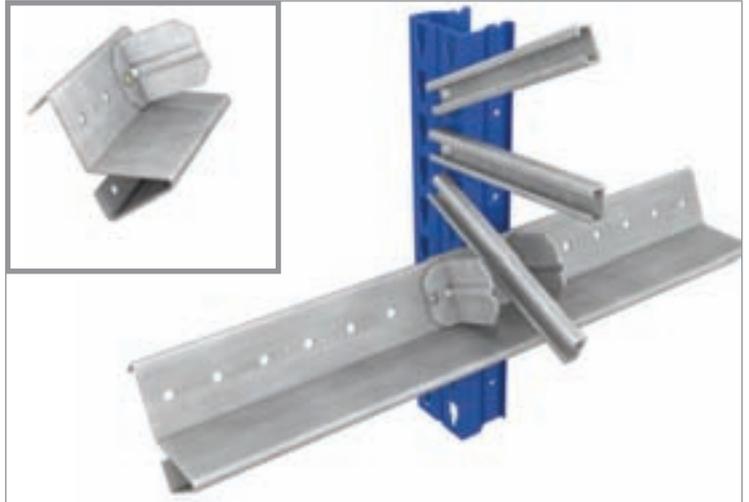
La solución con doble perfil es más usual cuando la máquina va guiada con ruedas y las dimensiones y esfuerzos que transmiten así lo requieren.



Tope carril GP-4

Retiene la paleta para que no sobresalga del carril por la parte posterior. Hay topes en los dos carriles que forman un nivel de carga.

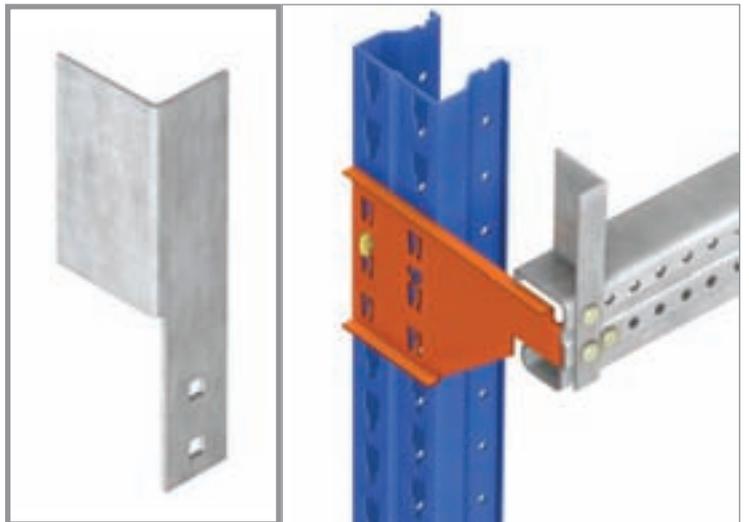
Se puede colocar en el centro de un nivel para separar las paletas en estanterías de doble acceso.



Tope carril GP-4

Tope carril C

Se coloca cuando el carril de carga es de tipo C. Tiene la misma finalidad que los topes carril GP-4.



Tope carril C

Centradores carril GP-4

Los centradores carril GP-4 se colocan en la embocadura de esos mismos carriles, en cada una de las calles de carga del sistema de paletización compacta.

Se trata de piezas de material plástico inyectado de gran resistencia ensambladas a los extremos de la parte frontal de los carriles. Ayudan a encarrilar la paleta en la entrada de cada calle.



Cámaras frigoríficas con sistema compacto

Este sistema de almacenaje es muy utilizado en cámaras frigoríficas, tanto de refrigeración como de congelación, que precisan aprovechar al máximo el espacio destinado al almacenaje de sus productos a temperatura controlada.



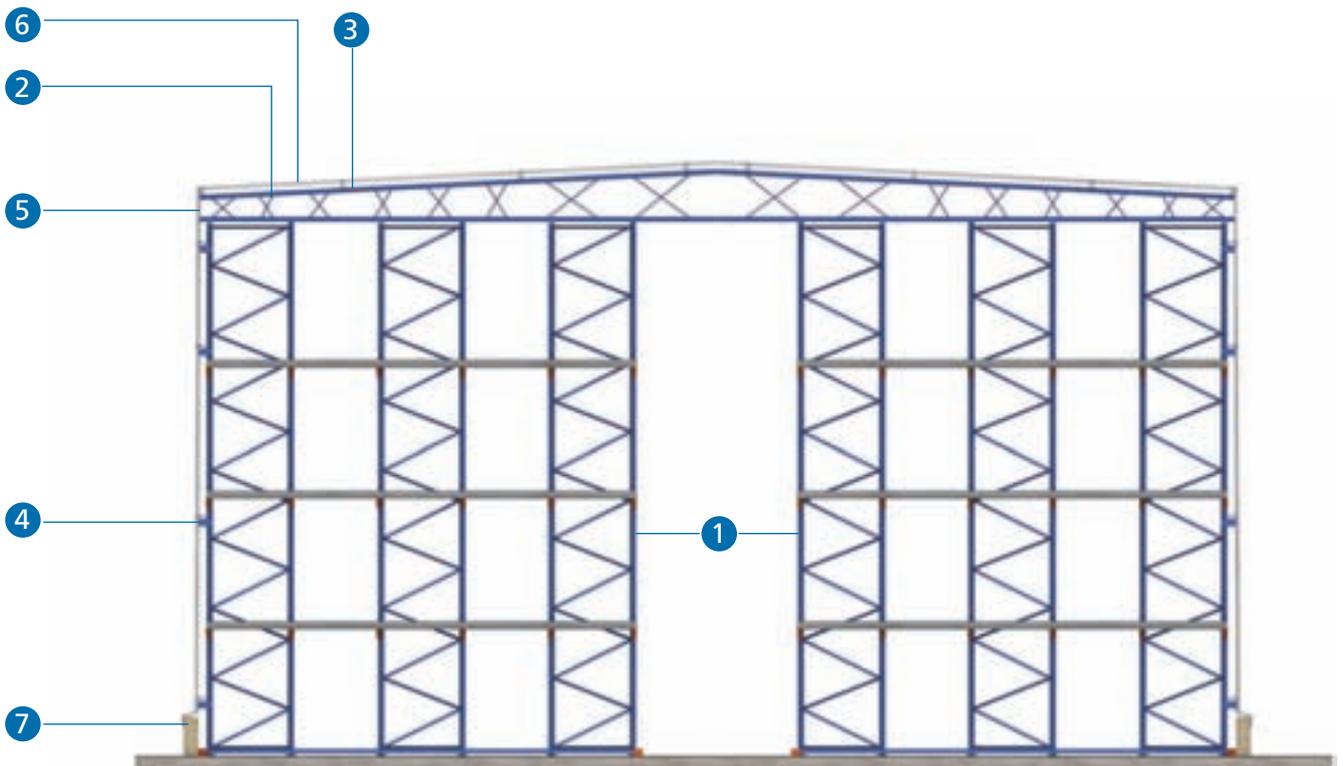


Almacenes integrales con sistema compacto

El sistema de paletización compacta también permite construir almacenes autoportantes cuya principal característica es que no precisan la construcción de un edificio previo, con la consecuente reducción de tiempo y coste.

En estas instalaciones, las estanterías soportan su propio peso, la carga de los productos que almacenan y las fuerzas adicionales correspondientes, como en un almacén clásico. Asimismo resisten el peso de la estructura y las fuerzas externas (viento, nieve, etc.).

Estos almacenes están diseñados para trabajar tanto a temperatura ambiente como en frío (cámaras frigoríficas).



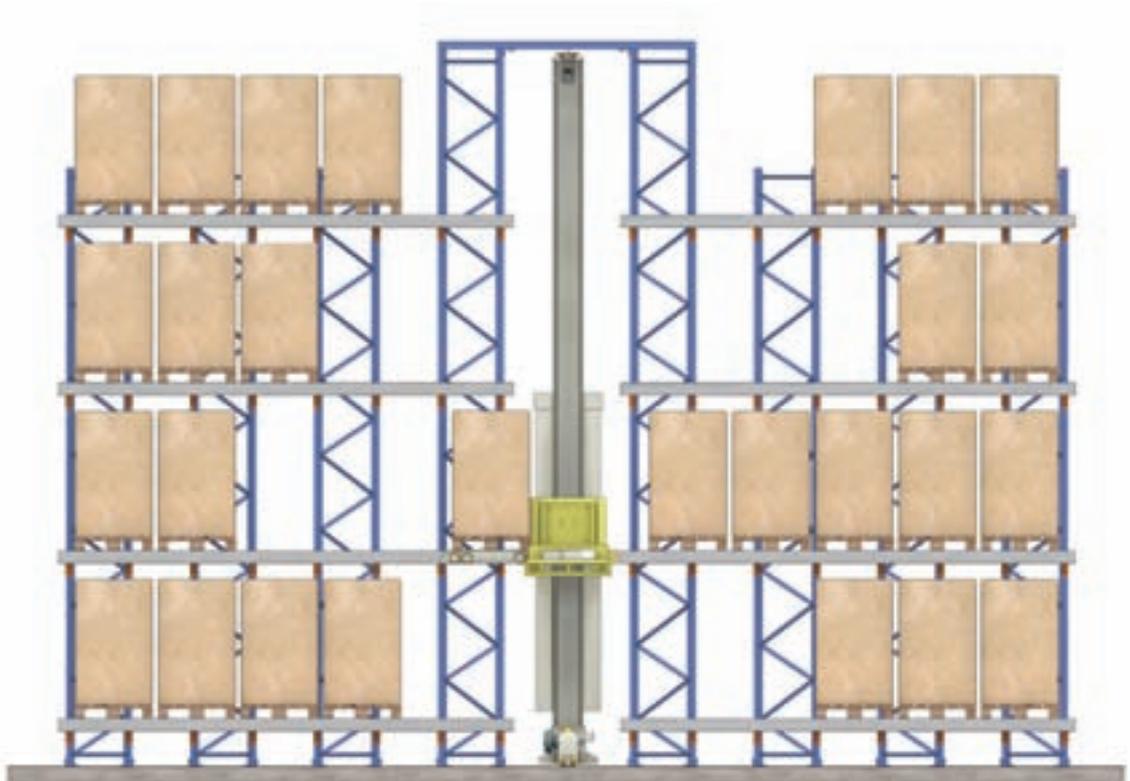
- 1) Estantería compacta
- 2) Cerchas apoyadas en la estantería
- 3) Correas de cubierta
- 4) Correas de fachada
- 5) Cerramiento de fachada
- 6) Cerramiento de cubierta
- 7) Muro de estanqueidad

Sección B-B'



Almacenes automáticos con sistema compacto

El sistema de almacenaje compacto también es utilizado para funcionar con transelevadores, que desplazan sobre la plataforma de carga un carro satélite. Éste, dirigido por el sistema informático que gestiona el almacén, se encarga de introducir y retirar las paletas de forma autónoma.



Sección B-B'

Este tipo de instalaciones requieren un minucioso estudio. Mecalux les recomienda que soliciten más información a nuestro departamento técnico y comercial.

