



# Estanterías para paletización compacta

Almacenaje por acumulación: gran aprovechamiento del espacio disponible







## Características generales del sistema compacto

El sistema de paletización compacta está desarrollado para almacenar productos homogéneos, con gran cantidad de paletas por referencia.

Con este sistema se aprovecha totalmente el espacio disponible, tanto en superficie como en altura.

Este tipo de instalaciones están constituidas por un conjunto de estanterías, que forman calles interiores de carga, con carriles de apoyo para las paletas. Las carretillas elevadoras 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.







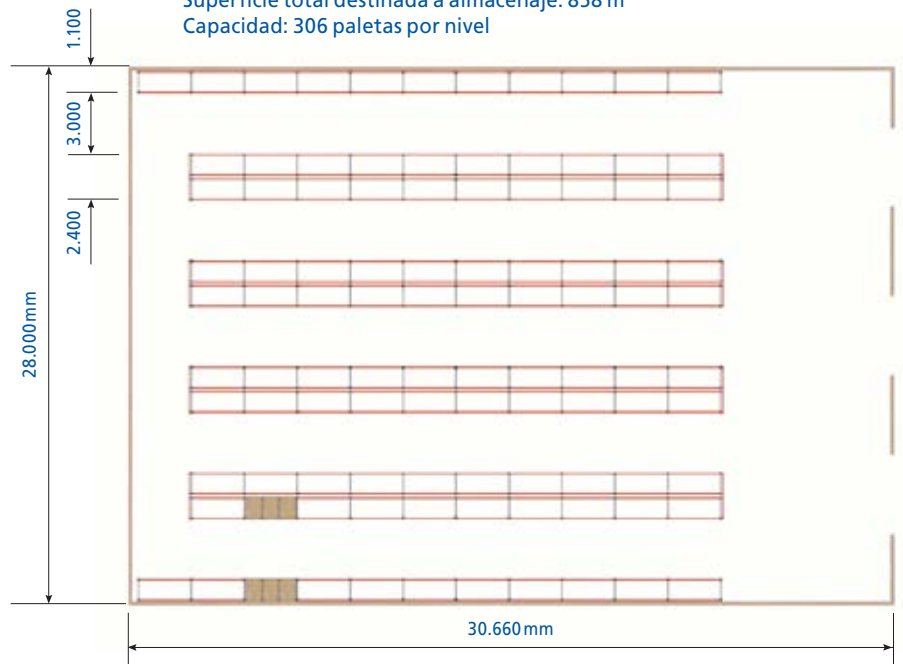
Generalmente, el sistema compacto admite tantas referencias como calles de carga existan. La cantidad de paletas dependerá de la profundidad y del número de niveles de carga.

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 (ver dibujos). Éstos presentan un mismo local con tres distribuciones diferentes y distinta capacidad.

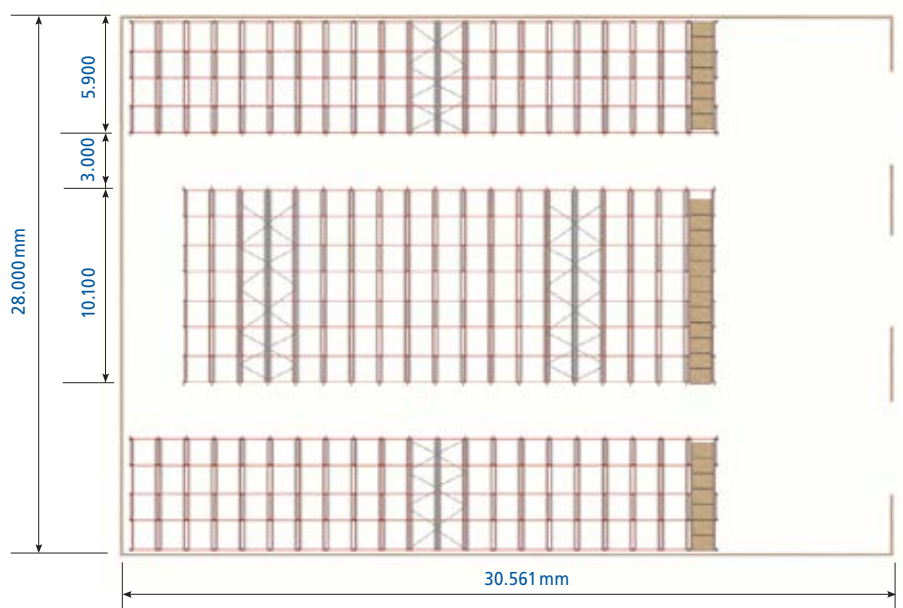
**Distribución convencional**

Superficie total destinada a almacenaje: 858 m<sup>2</sup>  
Capacidad: 306 paletas por nivel



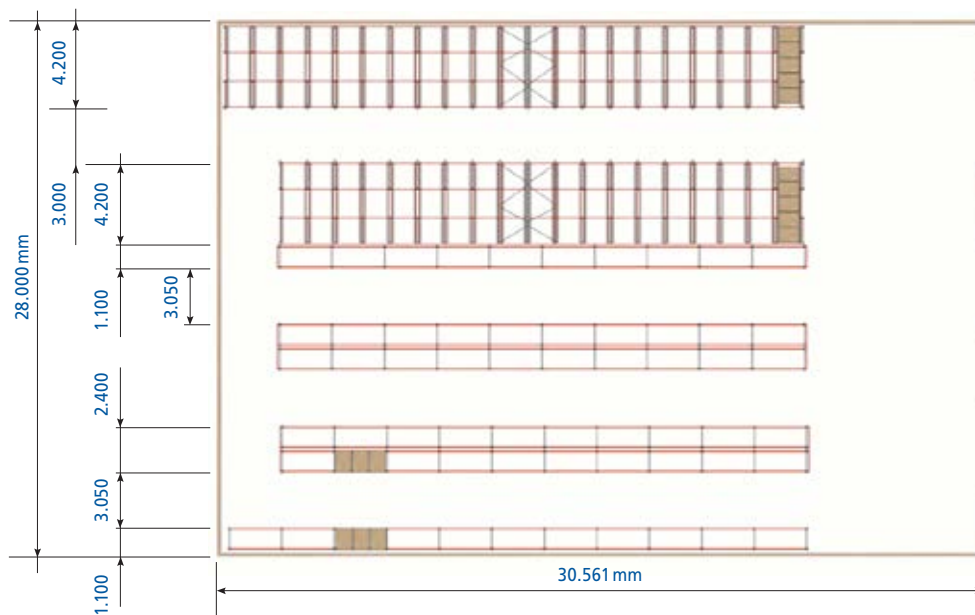
**Distribución compacta**

Superficie total destinada a almacenaje: 855 m<sup>2</sup>  
Capacidad: 522 paletas por nivel





Es habitual combinar en un almacén estanterías convencionales y 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)





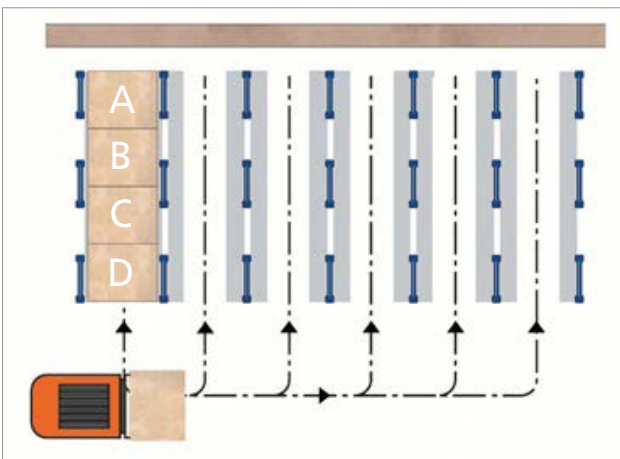
### Gestión de la carga

#### 'Drive-in'

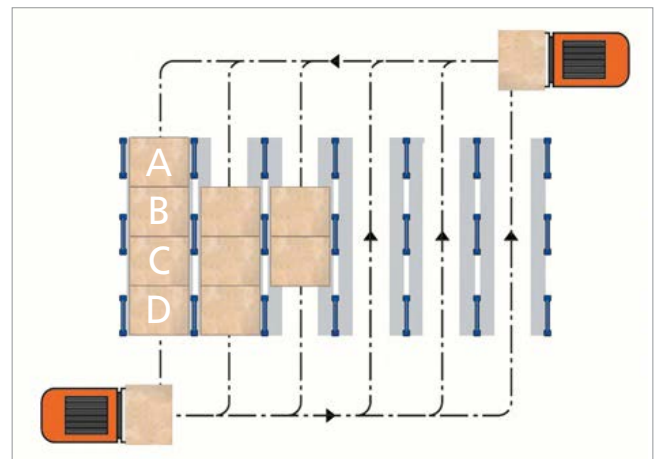
Es la forma más habitual de gestionar la carga en el sistema compacto. Las estanterías funcionan como almacén de depósito. Disponen de un único pasillo de acceso, donde la carga y la descarga se hacen en orden inverso.

#### '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.



Orden de carga: A, B, C, D  
 Orden de descarga: D, C, B, A  
 Sistema LIFO (*last in, first out*), la última carga en entrar es la primera en salir.



Orden de carga: A, B, C, D  
 Orden de descarga: A, B, C, D  
 Sistema FIFO (*first in, first out*), la primera carga en entrar es la primera en salir.







### 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 elevadoras 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 elevadora 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 empleadas deben estar en óptimas condiciones.



En estos dibujos se aprecia la forma correcta de posicionar las paletas (figura 1).

Solo podrán colocarse las paletas en sentido contrario cuando su resistencia y rigidez lo permitan, y dependiendo del peso de la mercadería. Además, hay que comprobar que la carretilla elevadora pueda entrar en la calle.

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



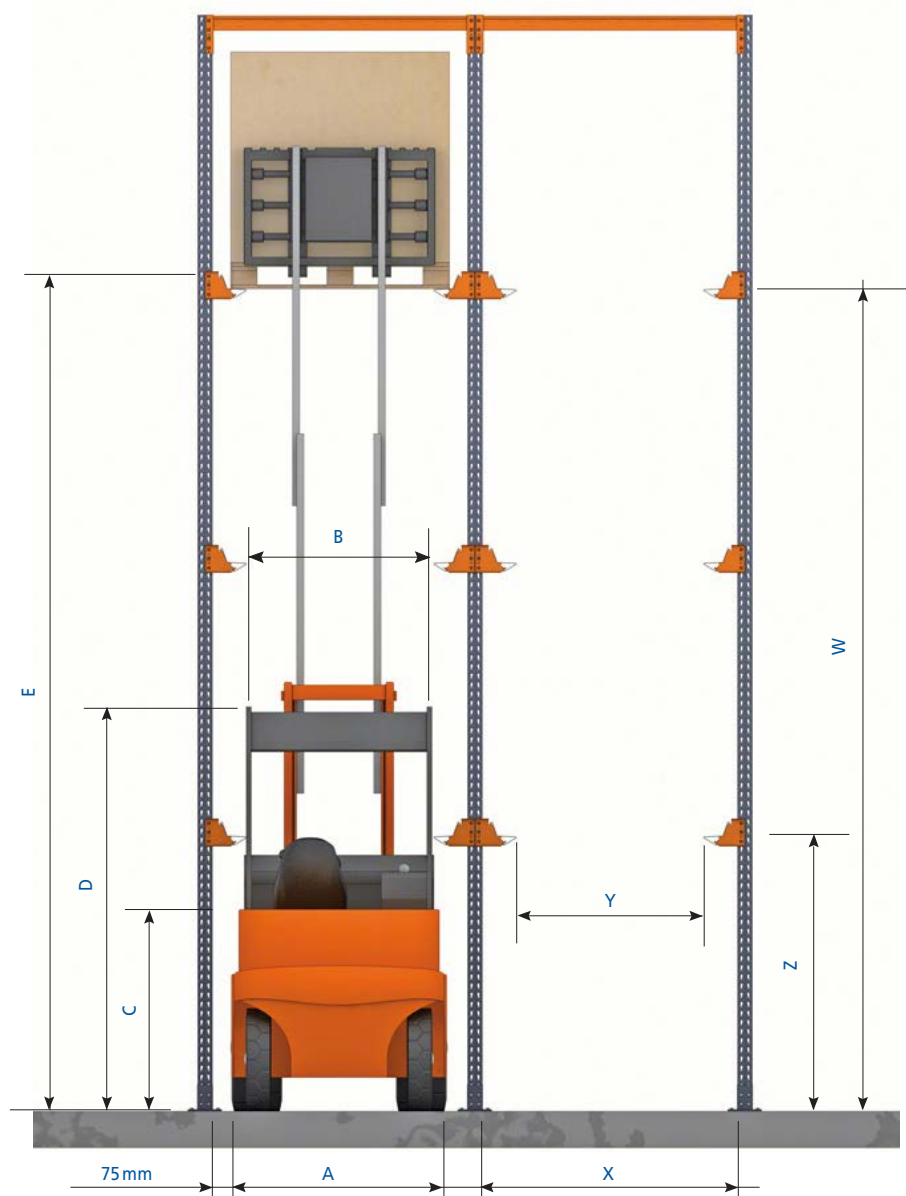
Figura 1





Al circular las carretillas elevadoras por el interior de las calles de almacenaje, hay que 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. Anchura total de la carretilla elevadora. Se exige una holgura mínima por cada lado de la carretilla elevadora 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 holgura mínima de 50 mm hasta los carriles de apoyo (cota Y).
- C y D. Altura de la base y protección de la carretilla elevadora. 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.







## Principios de cálculo

### Normas y recomendaciones

Mecalux realiza los cálculos de las estanterías compactas siguiendo los principales criterios de:

- Normativa EN 1993 (Eurocódigo 3)
- Directriz FEM 10.2.07 (*Design of Drive in Pallet Racking*)

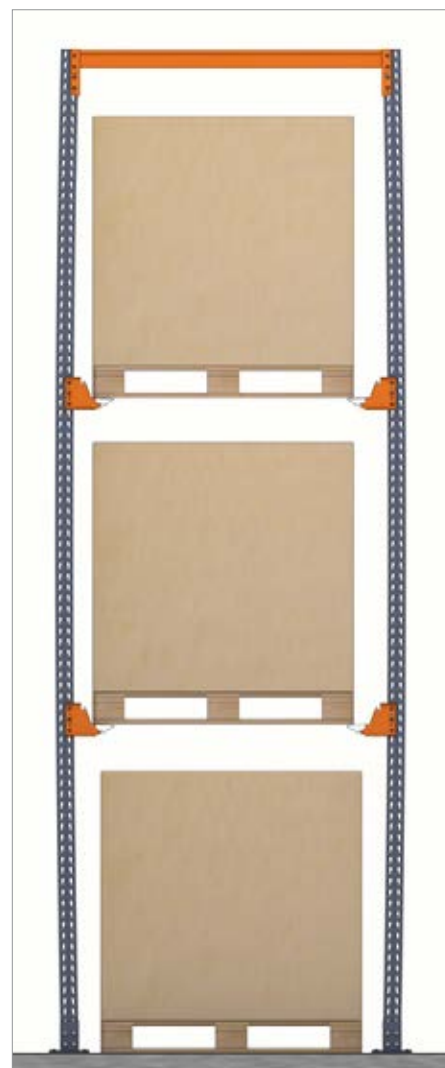
### Criterios de cálculo

Mecalux dispone de un potente programa informático de cálculo que implementa los aspectos más relevantes de las anteriores normas y recomendaciones, tales como:

- Coeficientes de seguridad, tanto de mayoración de cargas como de minoración del material.
- Situaciones de carga específicas para los estados últimos y estados de servicio.
- Apoyo mínimo de las paletas sobre el carril de 20 mm cuando la unidad de carga está desplazada, considerando el caso de carga que aporta más deformación en la estantería.
- Cálculo en 2º orden.
- Estructura modelizada con imperfecciones globales y locales.







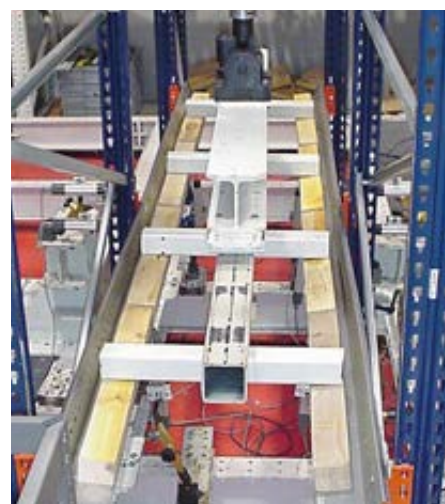
### Flecha máxima de los carriles de apoyo de las paletas

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, la comprobación de los carriles se efectúa mediante ensayos realizados en laboratorio.

### Coefficientes de seguridad

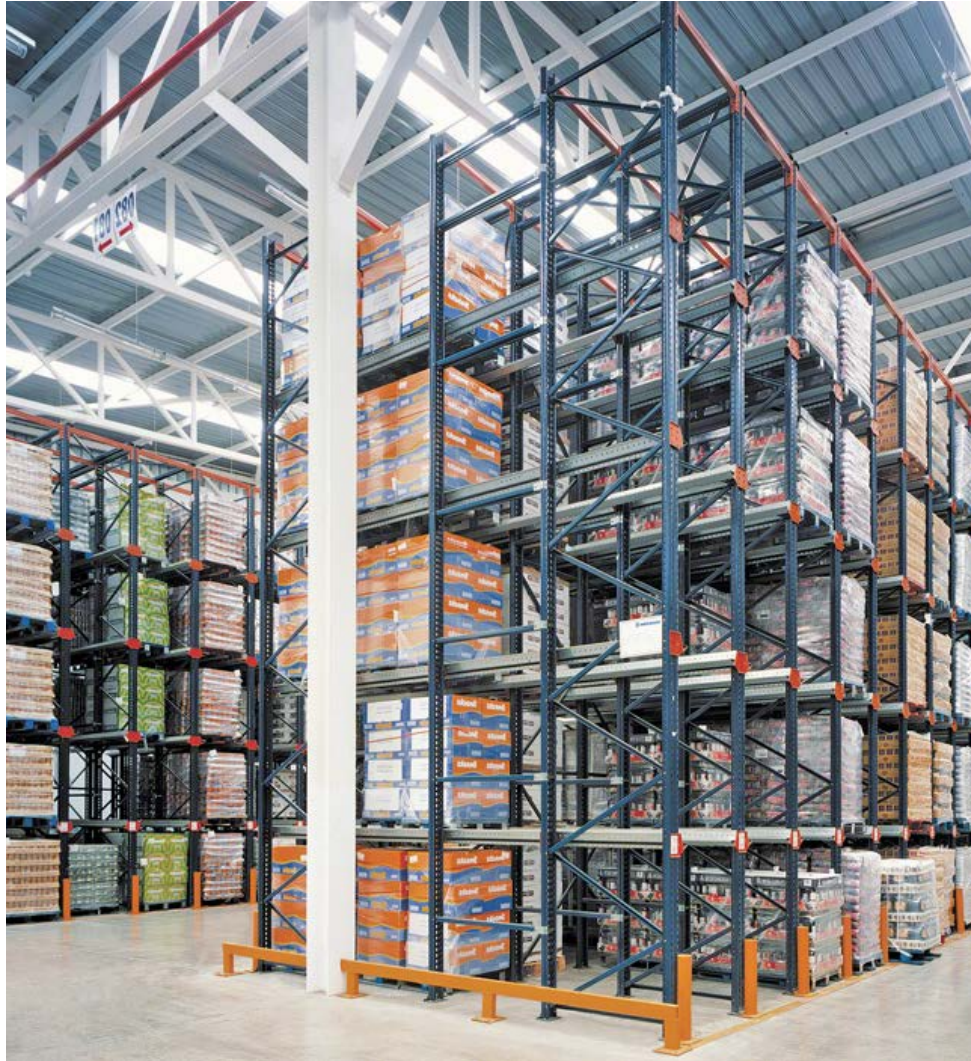
La seguridad estructural de una instalación se consigue adoptando estos coeficientes:

- **Coefficientes de ponderación de acciones** que incrementan las acciones o cargas a considerar. Estos coeficientes varían en función del ámbito geográfico.
- **Coefficientes de minoración del material** que reducen las características de los materiales empleados. Estos coeficientes varían en función del ámbito geográfico.



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 longitudinal es el paralelo a los bastidores y el plano transversal es el perpendicular a las calles de almacenamiento.

#### Estabilidad longitudinal

La estabilidad se asegura por la rigidez de bastidores y diagonales, y por estar estos unidos entre sí por los propios carriles de apoyo.

#### Estabilidad transversal

Se dispone de tres sistemas constructivos básicos que garantizan la estabilidad.

#### Sistema constructivo 1

La rigidez se obtiene por la unión de los puntales y largueros más el grado de empotramiento conseguido entre los pies de los puntales y el suelo gracias a dos anclajes.



Estabilidad de las estanterías en el sistema constructivo 1



Estabilidad de las estanterías en el sistema constructivo 2 con acceso único o doble





### Sistema constructivo 2

Además de lo considerado en el sistema constructivo 1, se colocan calles de rigidización y arriostros superiores que transmiten los esfuerzos horizontales directamente al suelo.

### Sistema constructivo 3

Se sustituyen las calles de rigidización por arriostros verticales ubicados en la parte posterior (en estanterías de un acceso) o central (en estanterías de doble acceso).



Estabilidad de las estanterías en el sistema constructivo 3

La elección del sistema constructivo dependerá de la altura de la estantería, del peso de las paletas, de la profundidad de la calle y del uso. Cuando se trata de un sistema *drive-through*, solo se puede emplear el sistema constructivo 1 y 2.





### 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 solo a fuerzas de compresión sino también de flexión, por lo que es preciso dotar al puntal de la inercia necesaria.

Mecalux utiliza el programa informático de cálculo de acuerdo con la norma Eurocódigo 3 y la directriz FEM 10.2.07 para el cálculo de puntales (figura 7).

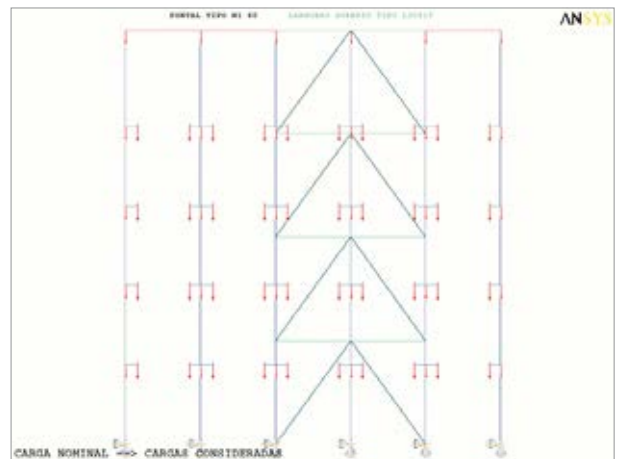
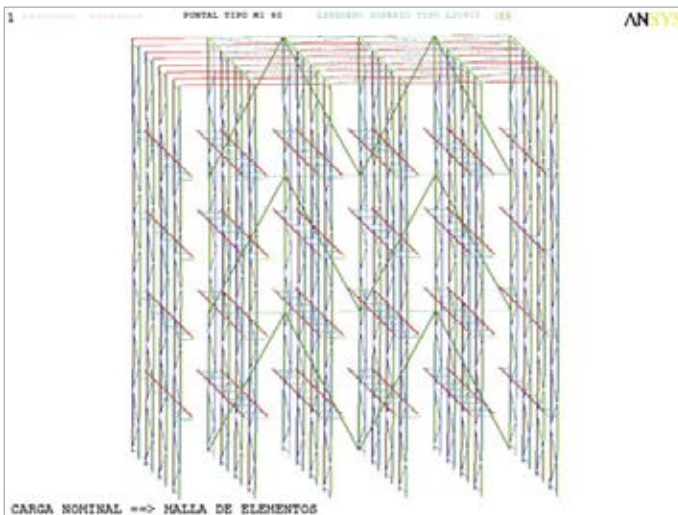
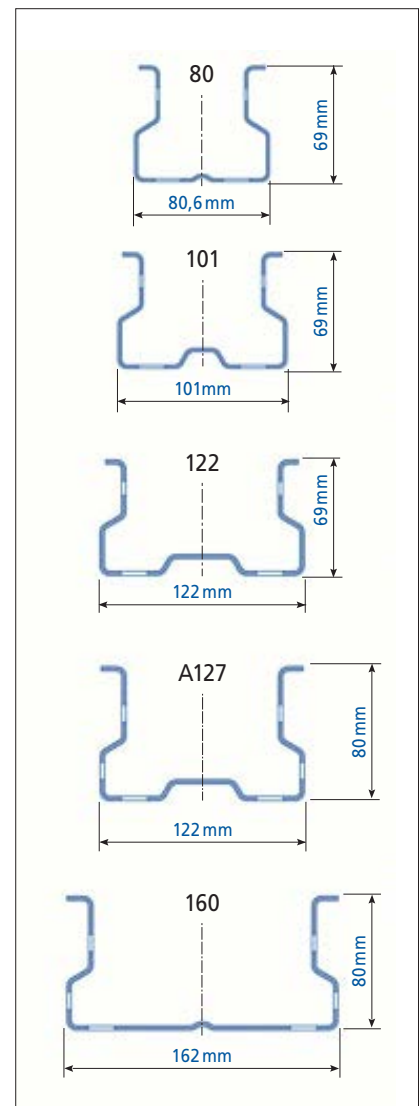


Figura 7. Combinación de carga en el cálculo del puntal

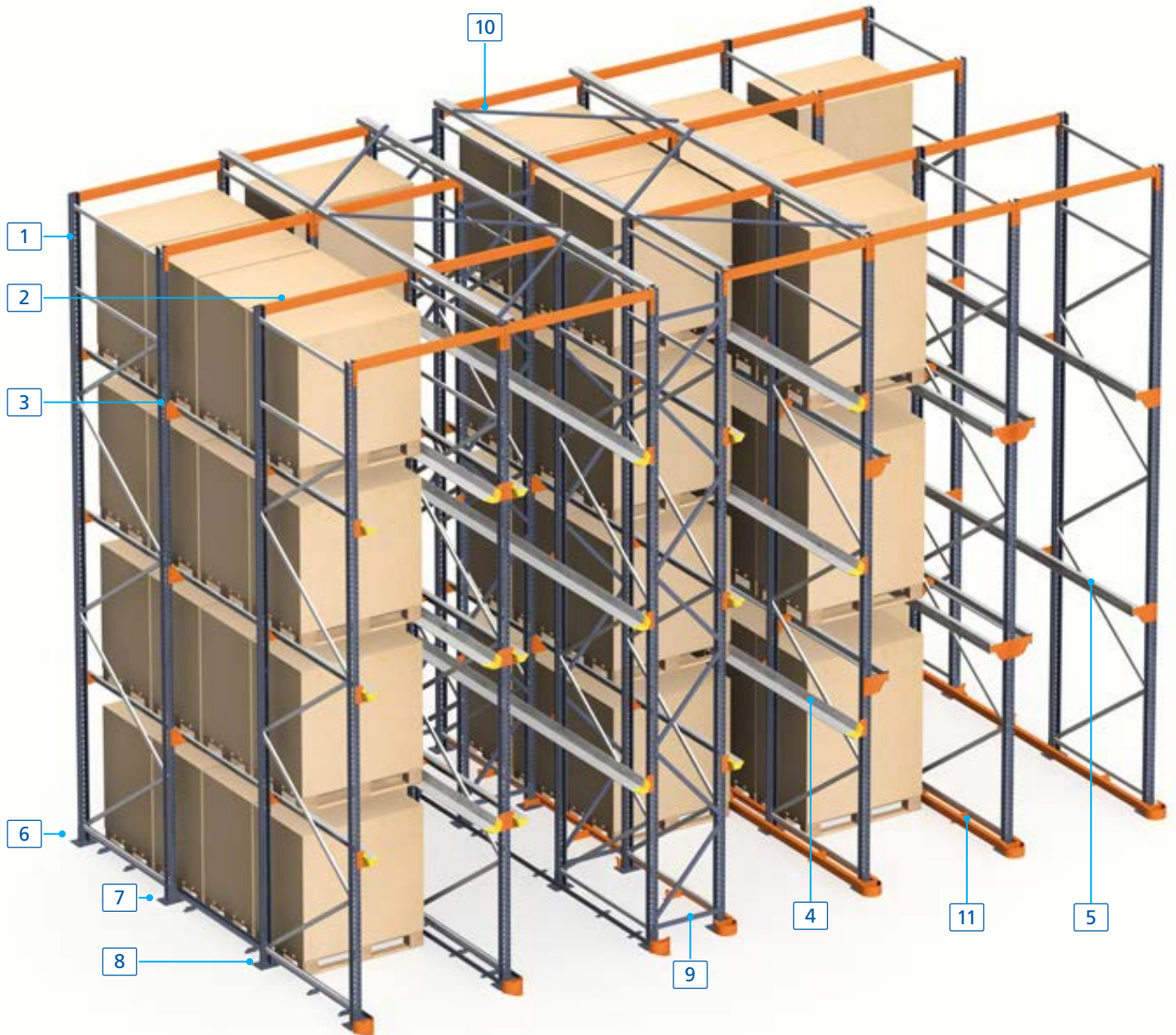




Los puntales utilizados como resultado de dichos cálculos se han desarrollado con geometrías específicas para cada tipo de instalación y cubren todas las necesidades de almacenaje en función de la altura, la carga y la distribución de la instalación (figura 8).

Figura 8. Puntales empleados





### Componentes

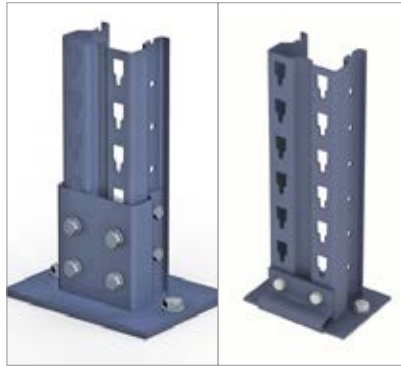
- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. Bastidor          | 6. Pie puntal                                     |
| 2. Larguero compacta | 7. Placas de nivelación                           |
| 3. Cartela           | 8. Anclajes                                       |
| 4. Carril GP         | 9. Calle de rigidización (sistema constructivo 1) |
| 5. Carril C          | 10. Atirantado superior (sistema constructivo 2)  |
|                      | 11. Carril guía (opcional)                        |





### Bastidores

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



### Pie puntal

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



### Larguero superior

Une los bastidores entre sí por la parte superior, formando un pórtico.



### Carriles guía y punteras

Favorecen las maniobras de las carretillas elevadoras en sus desplazamientos y reducen la posibilidad de daños accidentales. Pueden ser de simple o doble perfil en función de la carretilla elevadora.



### Carriles GP

Perfiles de apoyo de paletas fabricadas con chapa de acero galvanizado, de formas triangulares, que permiten el centraje de las paletas, con una pérdida de espacio mínima en altura (50 mm). Los perfiles se apoyan y unen a los puntales mediante cartelas GP.



### Carril C

Perfil de chapa de acero, en forma de C y de 100 mm de altura, para el apoyo de las paletas sin centraje. Se unen a los puntales mediante cartelas C.



## Sistema constructivo con carriles GP

Los carriles GP son los idóneos cuando todas las paletas a almacenar tienen las mismas dimensiones, ya que permiten centrarlas y evitar que la mercadería choque contra la estructura lateral de las estanterías.

La forma triangular del soporte GP aporta una gran capacidad de carga, además de ser un perfil centrador con una pérdida de espacio en altura de tan solo 50 mm. Esto hace que se reduzca la altura entre niveles o aumenten las holguras de trabajo (figura 1).

La anchura de la calle viene definida por la medida frontal de las paletas más los márgenes mínimos necesarios. Si la mercadería sobresale de la paleta, la calle ha de ser más

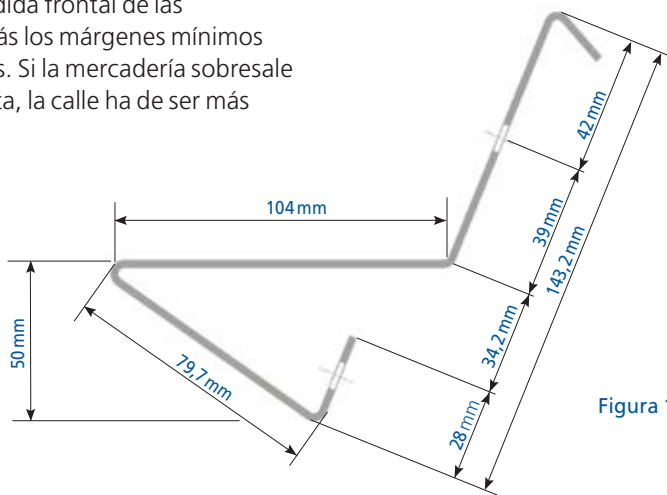


Figura 1

ancha y los soportes más largos, al tener que garantizar el apoyo mínimo de la paleta cuando está totalmente desplazada hacia un lado (figura 2).

La holgura de 75 mm se considera mínima. En paletas altas se aconseja aumentar esta holgura.

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.

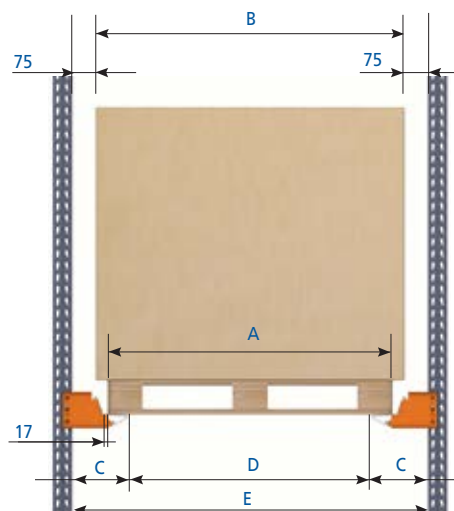


Figura 2. La mercadería sobresale de la paleta

Dimensiones frontales				
A	B	C	D	E
1.200	1.200	162	1.026	1.350
1.200	1.250	187	1.026	1.400
1.200	1.300	212	1.026	1.450
1.200	1.350	237	1.026	1.500
1.200	1.400	262	1.026	1.550

Cotas en mm



### Altura

Estas son las holguras mínimas en altura a considerar:

- 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 3).

### Profundidad

Las medidas mínimas en profundidad a considerar son las siguientes:

- X: suma de la profundidad de todas los paletas (contando la medida de la carga si esta sobresale) más una holgura por unidad de carga de, como mínimo, 25 mm (figura 4).

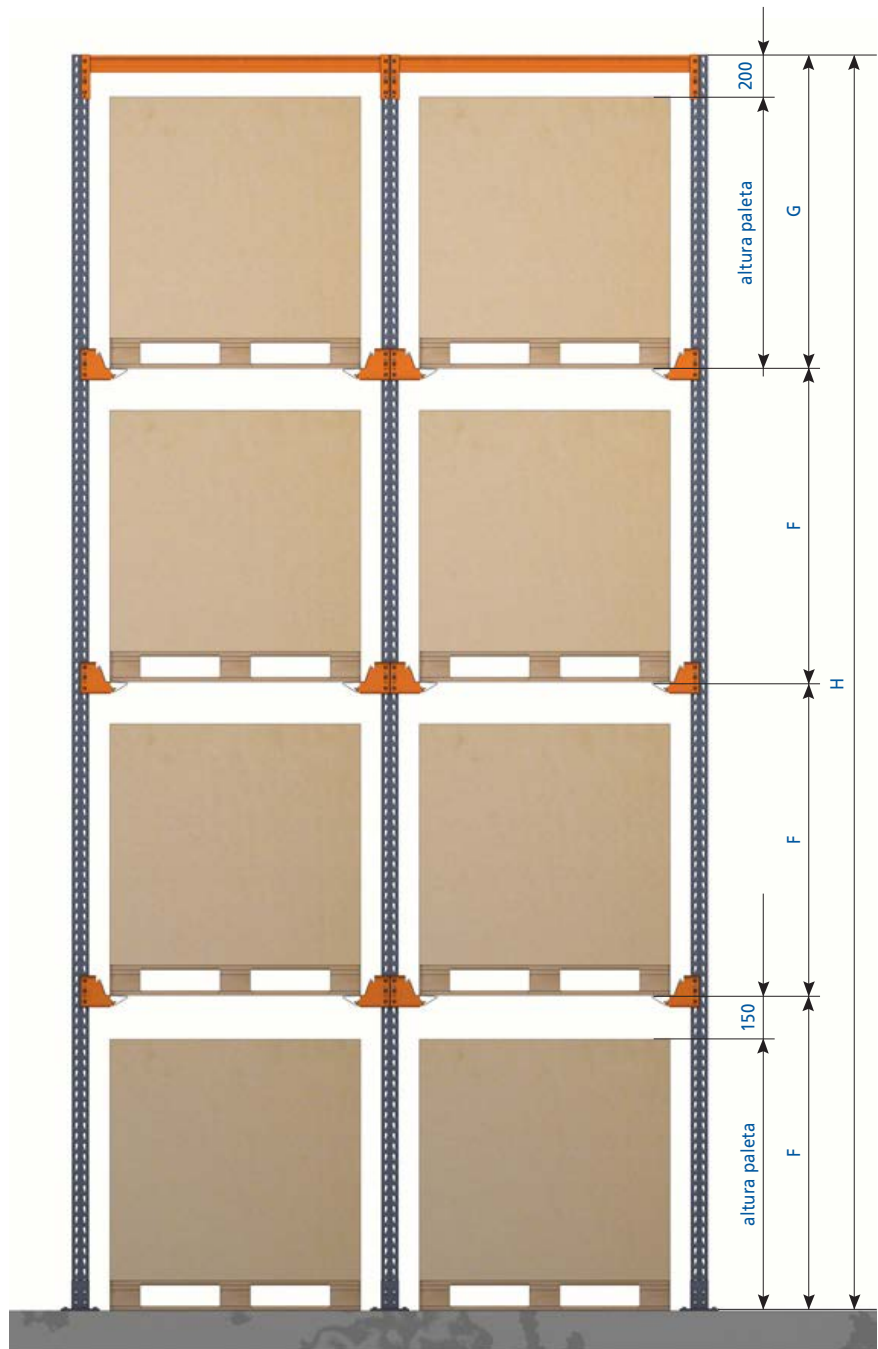


Figura 3

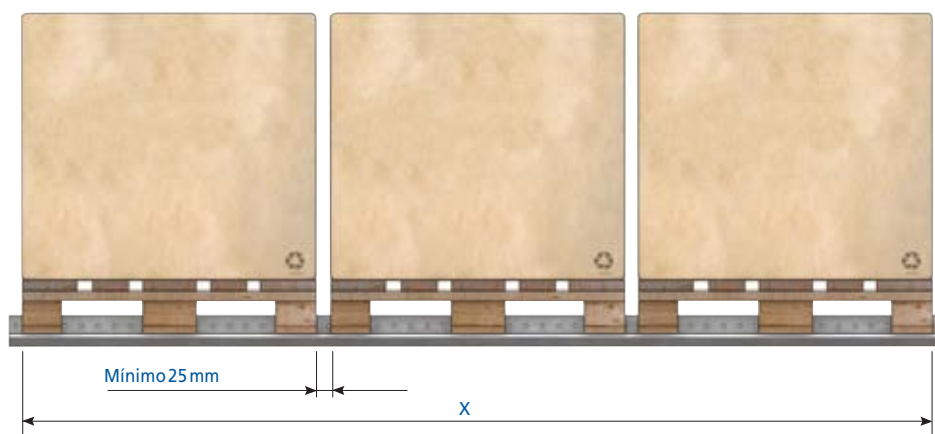


Figura 4





### 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 holguras de apoyo.

El carril C no permite el autocentrado de las diferentes paletas que se puedan almacenar en una calle, por lo que su manipulación con carretillas elevadoras requerirá un mayor cuidado (figura 5).

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

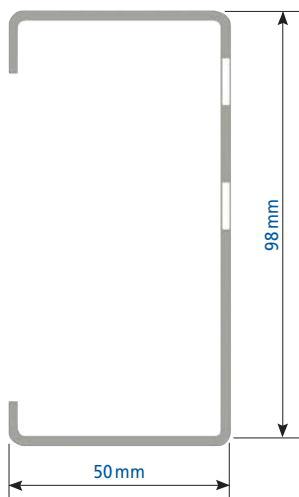
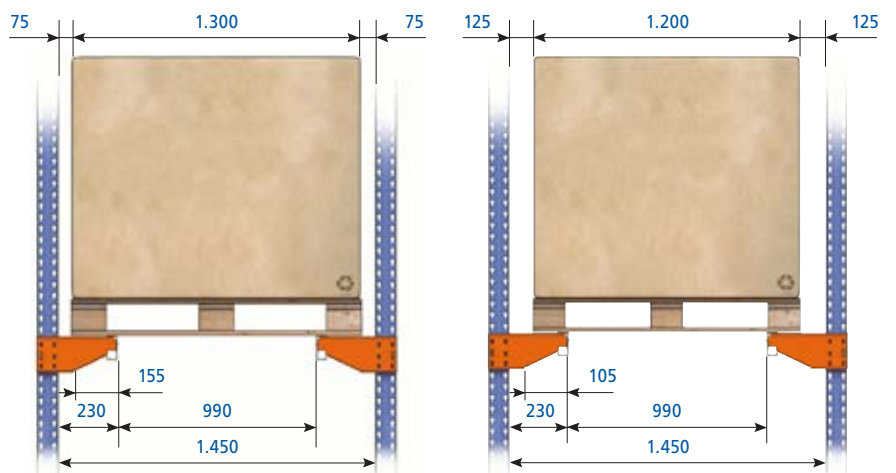


Figura 5

Estos dibujos evidencian una solución para almacenar paletas de 1.200 y 1.300 de frente (en ambos casos la mercadería no sobresale de la base).







### Altura

Las holguras 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 6).

Para las holguras en profundidad se ha de aplicar el mismo criterio que con el carril GP (figura 4).

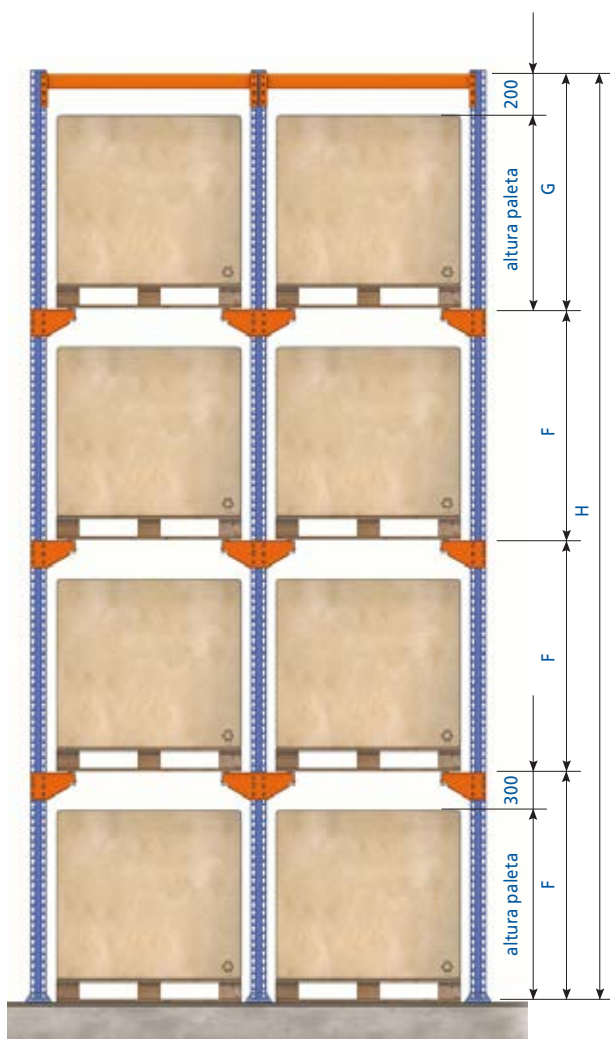


Figura 6



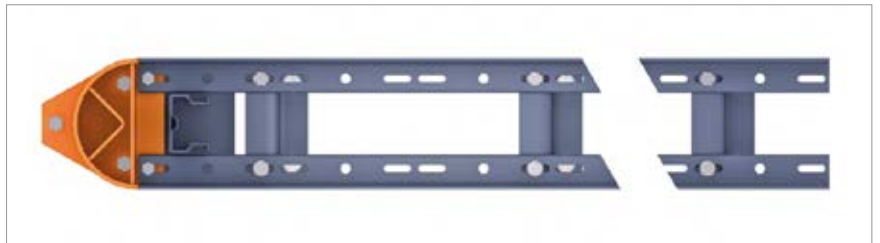


### Carriles guía inferiores

El sistema de guiado con carril guía se utiliza para:

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

Es muy aconsejable colocarlos siempre en calles de gran profundidad.



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

El sistema más usual es el que utiliza perfiles asentados sobre soportes fijados al suelo con punteras de centraje situadas en el frente de las estanterías. Estas 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.

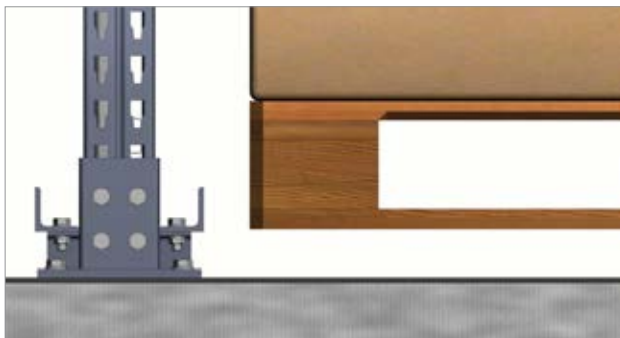


Carril guía con perfil LPN



Carril guía VGPC





#### Carril guía con perfil LPN

La solución con perfil simple es suficiente cuando solo es preciso guiar las paletas.



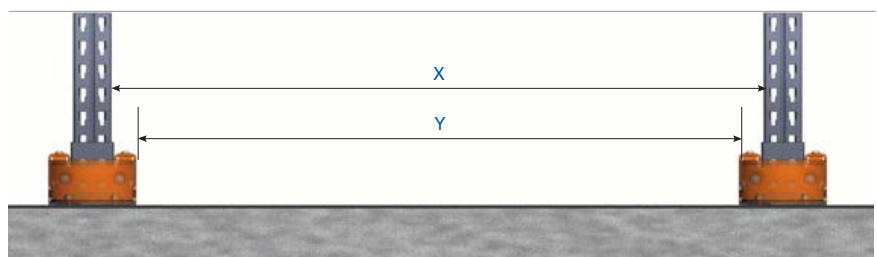
#### Carril guía VGPC

Muy usual en aquellos almacenes donde las carretillas elevadoras que circulan por la calle compacta disponen de ruedas laterales de guiado.

Las medidas entre guías y punteras estándar son las siguientes:

Dimensiones de la calle con 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

X: anchura de la calle  
Y: distancia entre guías

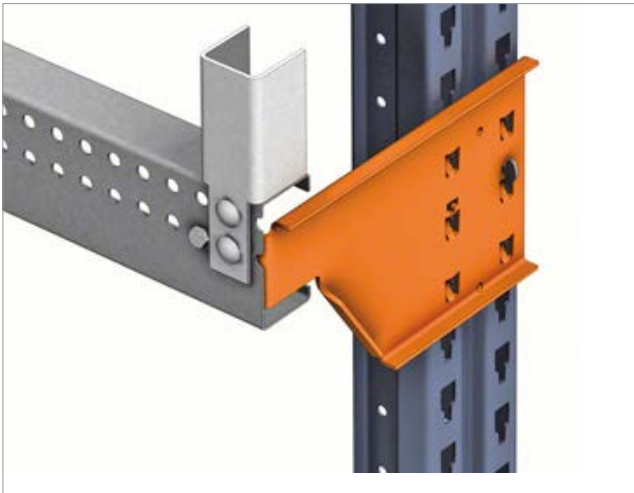


Otro sistema de guiado es la colocación de perfiles en U situados en la parte inferior de los puntales de la estantería y los sujeta al suelo mediante los mismos anclajes.

Al crear una mayor separación entre guías, este sistema permite hacer circular carretillas elevadoras de chasis ancho sin que haya que ensanchar las calles. También pueden instalarse punteras frontales.

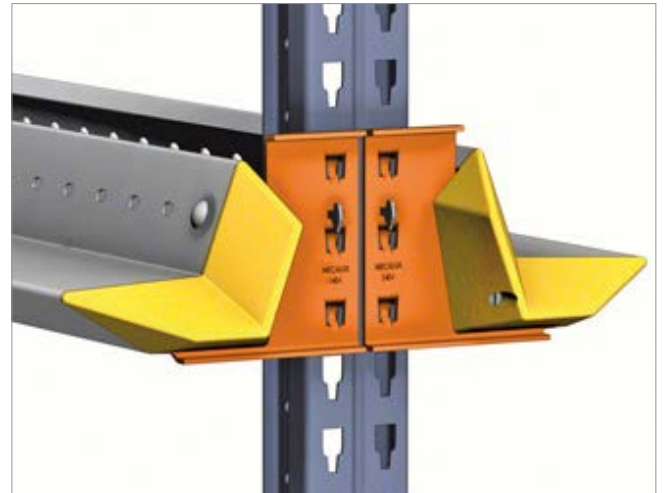


## Accesorios



### **Tope carril C**

Con la misma finalidad que los topes carril GP, se acopla cuando el carril de carga es de tipo C.



### **Centradores carril GP**

Se trata de piezas de material plástico inyectado, de gran resistencia, ensambladas en la embocadura de esos mismos carriles. Ayudan a encarrar la paleta en la entrada de cada calle.



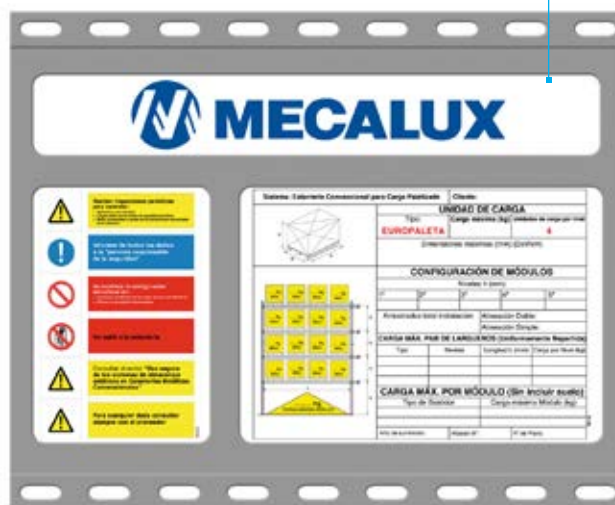


Placa de señalización



### Refuerzos puntal

Situados frontalmente en el primer puntal de cada alineación de bastidores, lo refuerzan contra posibles impactos de poca intensidad.



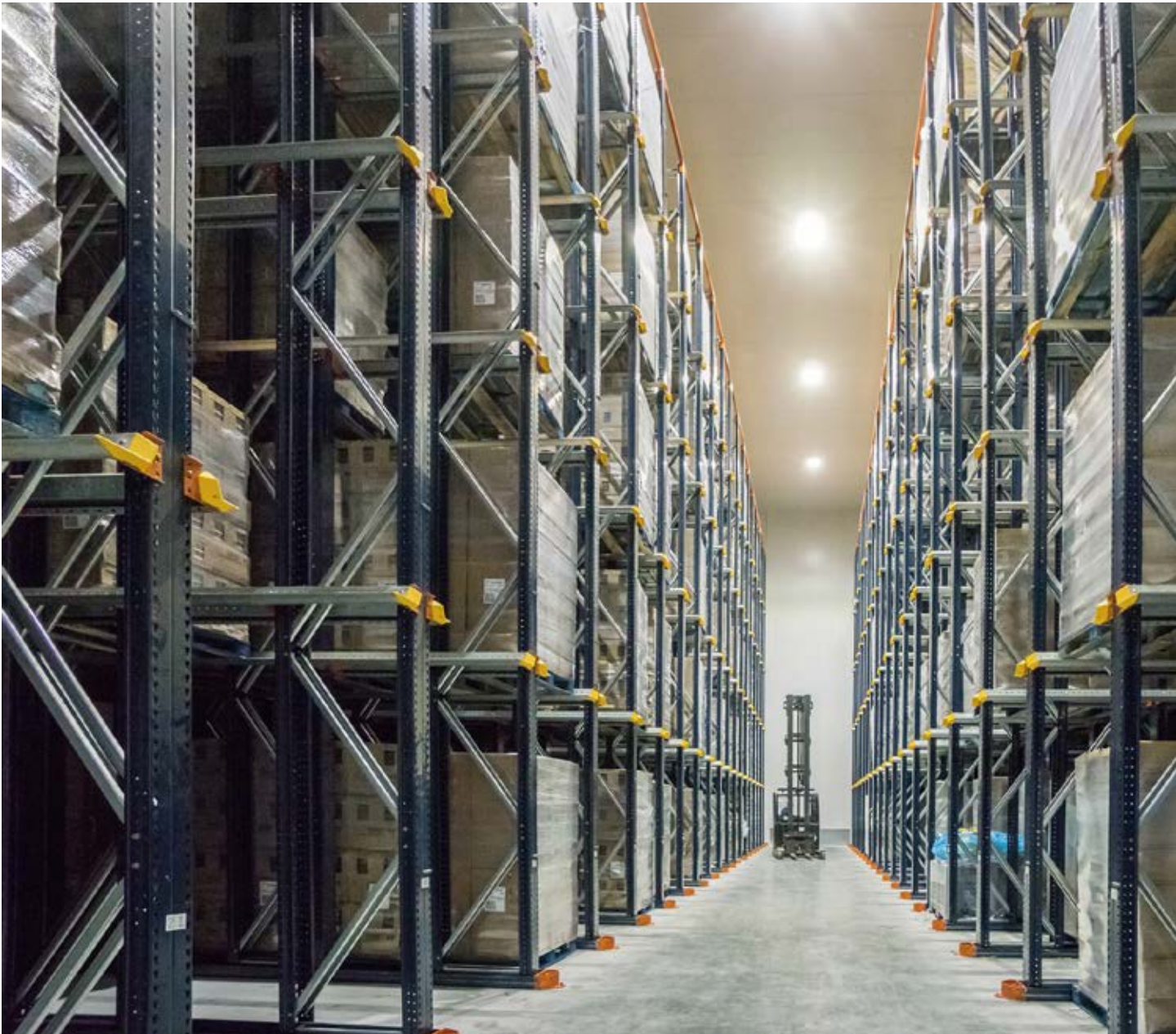
### Placa de señalización

Detallan las características técnicas de la instalación, principalmente la capacidad de carga para la que fue estudiada. Se emplazan en zonas visibles en los extremos de las estanterías.

### Etiqueta de inspección técnica

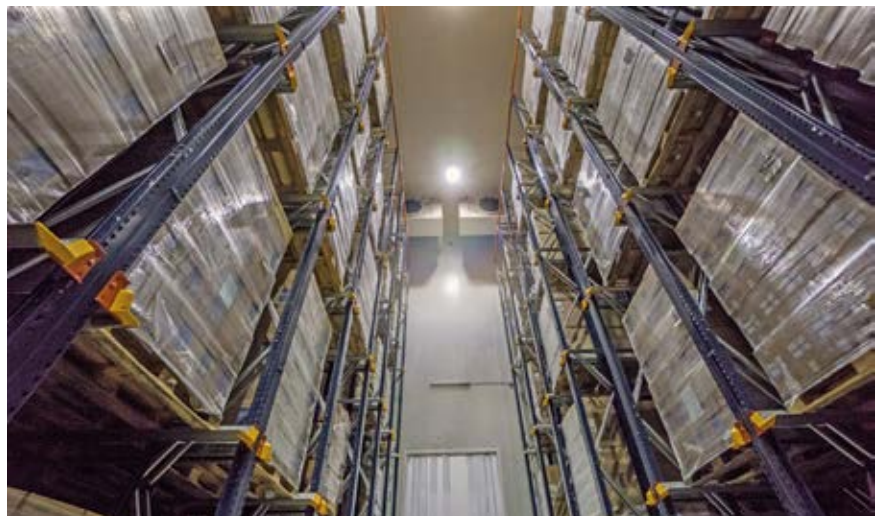
Para mantener en óptimas condiciones la instalación y garantizar la seguridad a largo plazo, es necesario por normativa realizar una inspección anual, siendo aconsejable que esta sea realizada por el propio fabricante de las estanterías. El Servicio de Inspección Técnica de Mecalux certifica el estado de la instalación mediante un informe y una etiqueta que se coloca en la placa de características, indicando la fecha límite de la próxima inspección.



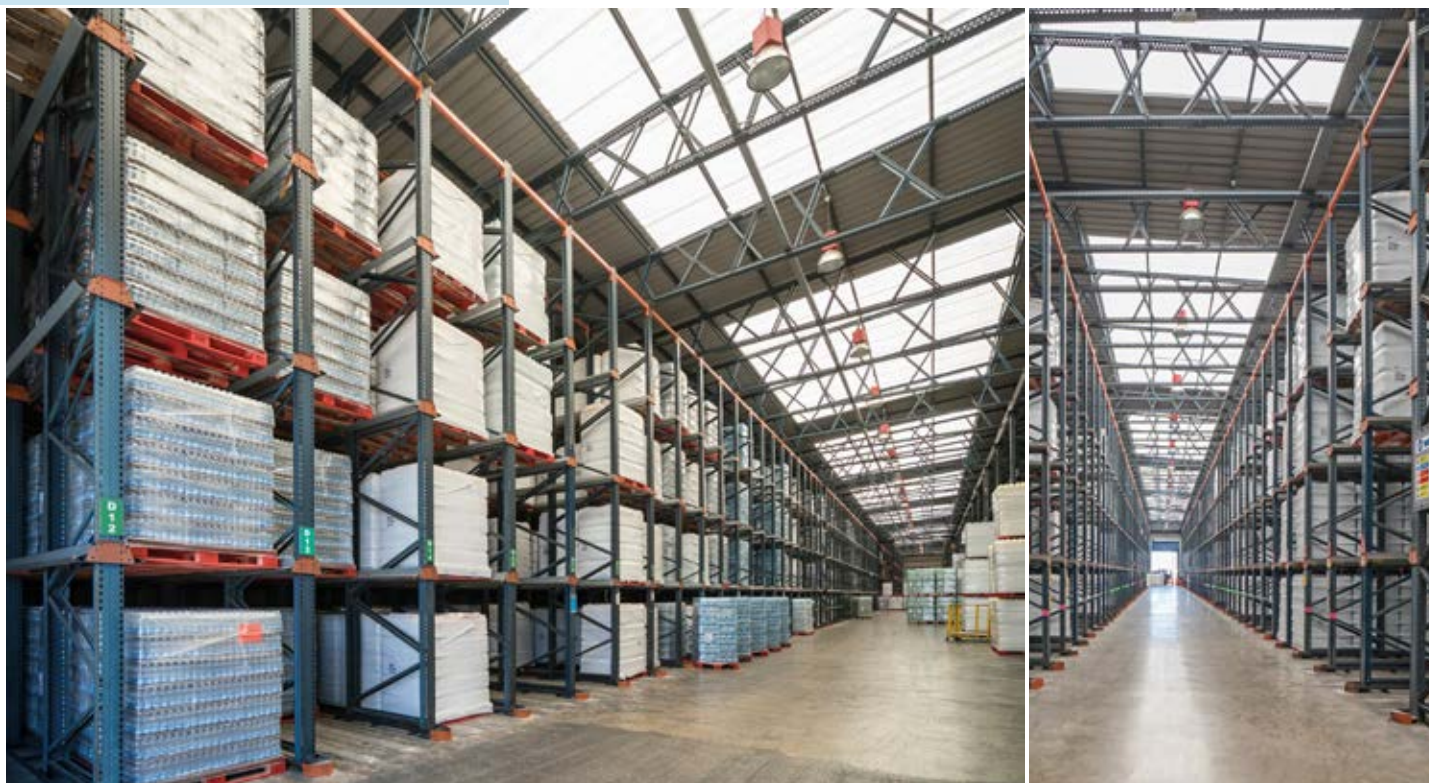


### **Cámaras frigoríficas con sistema compacto**

Sistema de almacenaje muy habitual en cámaras frigoríficas, tanto de refrigeración como de congelación, que precisan aprovechar al máximo el espacio destinado al almacenamiento de sus productos a temperatura controlada.







## Almacenes autoportantes con sistema compacto

Con el sistema de paletización compacta también se pueden construir almacenes autoportantes, cuya principal característica es que no requieren la construcción de un edificio previo, con la consecuente reducción de tiempo y coste.

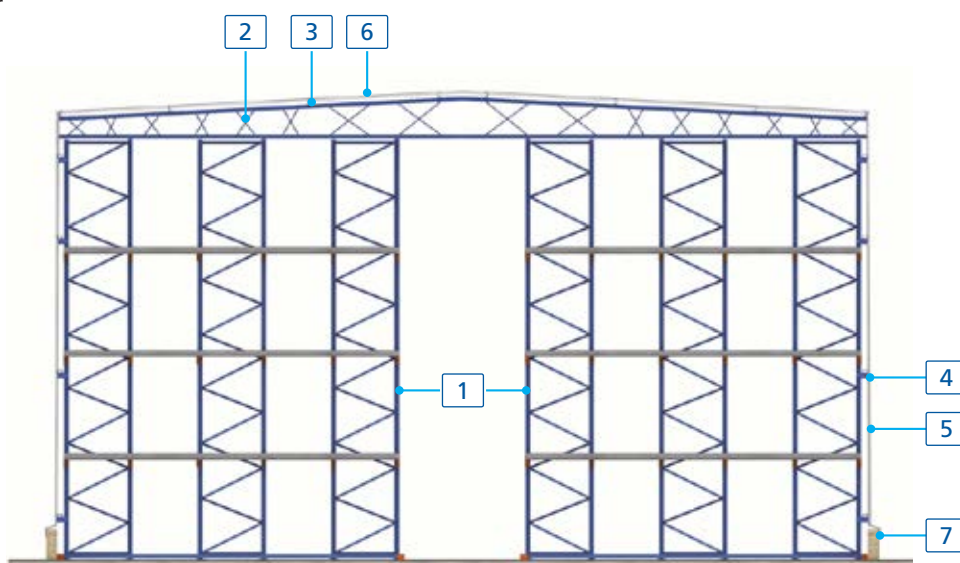
Además de soportar su propio peso y la carga de los productos que almacenan como en cualquier

almacén clásico, estas estanterías 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).

### Componentes básicos

1. Estanterías
2. Cerchas
3. Correas de cubierta
4. Correas de fachada
5. Cerramiento de fachada
6. Cerramiento de cubierta
7. Muro de estanquidad











### Almacenes automáticos a partir de un sistema compacto

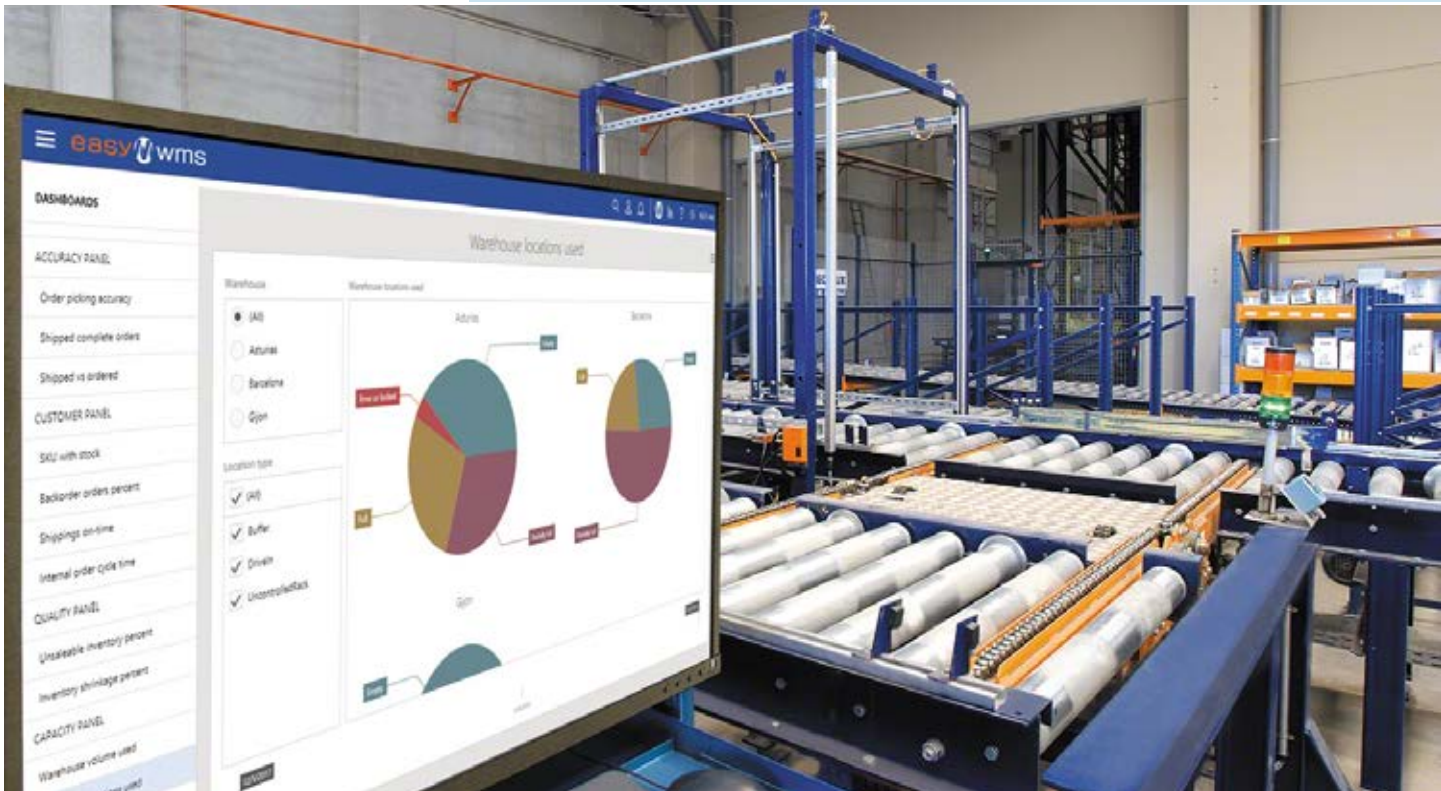
Este sistema se puede automatizar incorporando transelevadores y utilizando carros Pallet Shuttle para desplazarse por los canales. Estos, dirigidos por el sistema de gestión de almacenes, se encargan de introducir y retirar los paletas de forma automática.

Si lo que se precisa es aumentar considerablemente el número de paletas movidas, también, es posible instalar un conjunto de lanzadera y carro Pallet Shuttle en cada nivel.

Este tipo de instalaciones requieren un minucioso estudio. Por ello, Mecalux recomienda que se solicite más información a su departamento técnico y comercial.







## Software de gestión de almacenes Easy WMS

### El cerebro de la instalación



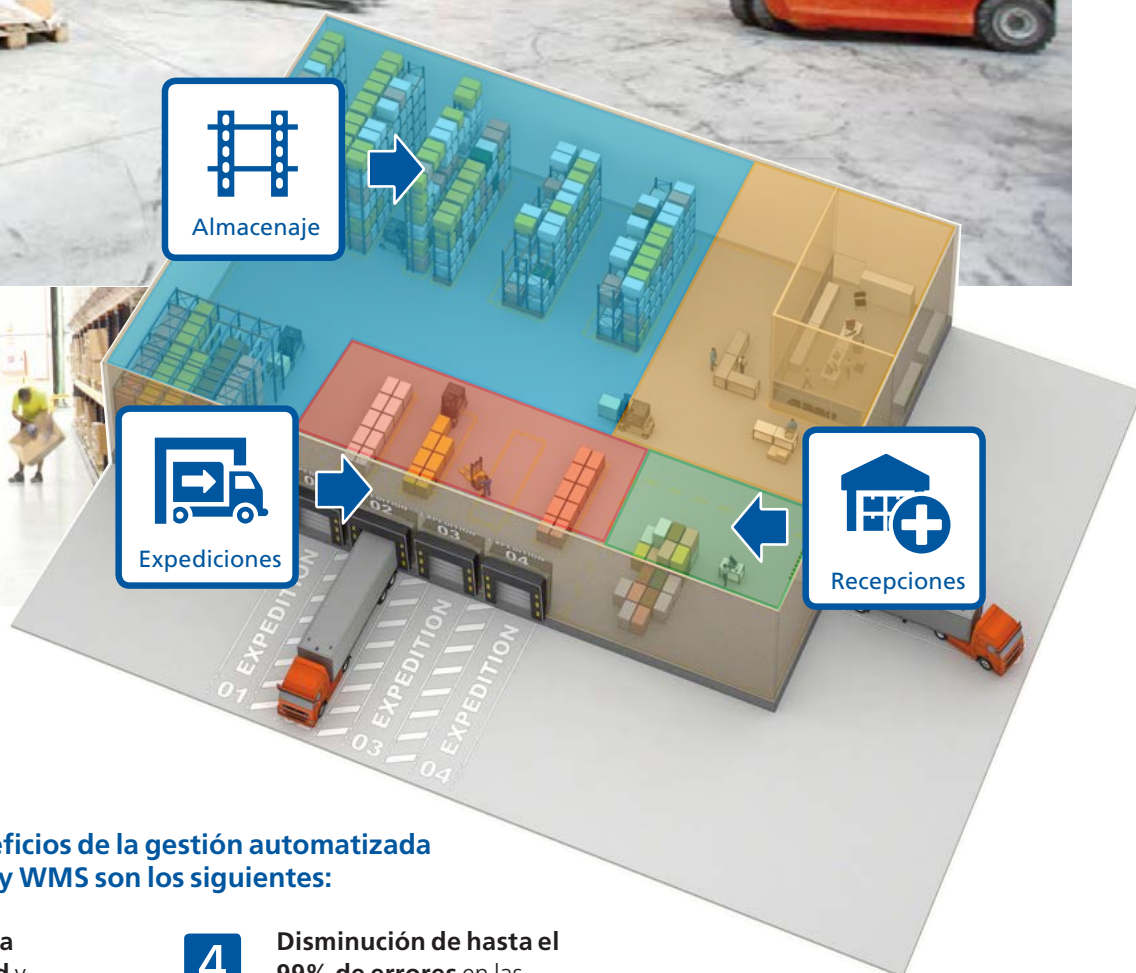
Easy WMS es un software de gestión de almacenes (SGA) desarrollado y actualizado constantemente desde la división Mecalux Software Solutions, formada por más de 170 ingenieros con dedicación exclusiva.

Easy WMS asegura el correcto funcionamiento y control de las instalaciones coordinando los

movimientos de la mercadería desde los puntos de origen a los de destino para lograr la máxima eficiencia. Asimismo, se encarga de la operativa completa del almacén al integrarse con los sistemas informáticos del cliente, ya que dispone de interfaces de comunicación estándar con los principales ERP del mercado.

Para facilitar la integración del software en almacenes de cualquier tipo y tamaño, Easy WMS dispone de diversas soluciones que aportan una gran flexibilidad y un alto grado de personalización. Además, ofrece dos tipos de arquitectura: en la nube (SaaS) y *on-premise*.





**Algunos de los beneficios de la gestión automatizada del almacén con Easy WMS son los siguientes:**

- 1** **Aumento de la productividad** y descenso del número de operaciones.
- 4** **Disminución de hasta el 99% de errores** en las entradas y salidas de material.
- 8** **Funcionalidades** multipropietario, multialmacén y multilingüe.
- 2** **Incremento de hasta el 40% de la capacidad de almacenaje:** optimiza el espacio que ocupa la mercadería en el almacén.
- 5** **Control y optimización del stock.**
- 9** **Capacidad de adaptación a nuevas necesidades** o tendencias del mercado, como el e-commerce.
- 3** **Aumento de la velocidad** en la preparación y envío de pedidos.
- 6** **Inventario permanente** en tiempo real y trazabilidad de la mercadería.
- 10** **Mejora de la gestión documental.**
- 7** **Reducción de costos logísticos:** optimiza el flujo de trabajo y los costos de manipulación.

Para más información, solicite el catálogo de Easy WMS o contacte con el departamento comercial para pedir una demostración o asesoramiento sin compromiso.





info@mecalux.pe - mecalux.pe

---

**MECALUX PERÚ, S.A.C.**

**LIMA**

**Tel. +51 (1) - 323 4646**

Río Piura n° 120

Distrito de San Luís - Lima 30

---

**Mecalux está presente en más de 70 países en todo el mundo**

**Delegaciones en:** Alemania - Argentina - Bélgica - Brasil - Canadá - Chequia - Chile - Colombia - Eslovaquia - España  
EE.UU. - Francia - Holanda - Italia - México - Perú - Polonia - Portugal - Reino Unido - Turquía - Uruguay

