



# Racks penetrables

Almacenamiento por compactación: 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 pallets por referencia.

Es el sistema que permite la máxima utilización del espacio disponible, tanto en superficie como en altura.

Este tipo de instalaciones están constituidas por un conjunto de racks, que forman calles interiores de carga, con carriles de apoyo para los pallets. Los autoelevadores 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 los pallets. La elevada resistencia de los materiales que forman este tipo de racks permite el almacenamiento de pallets de gran carga.





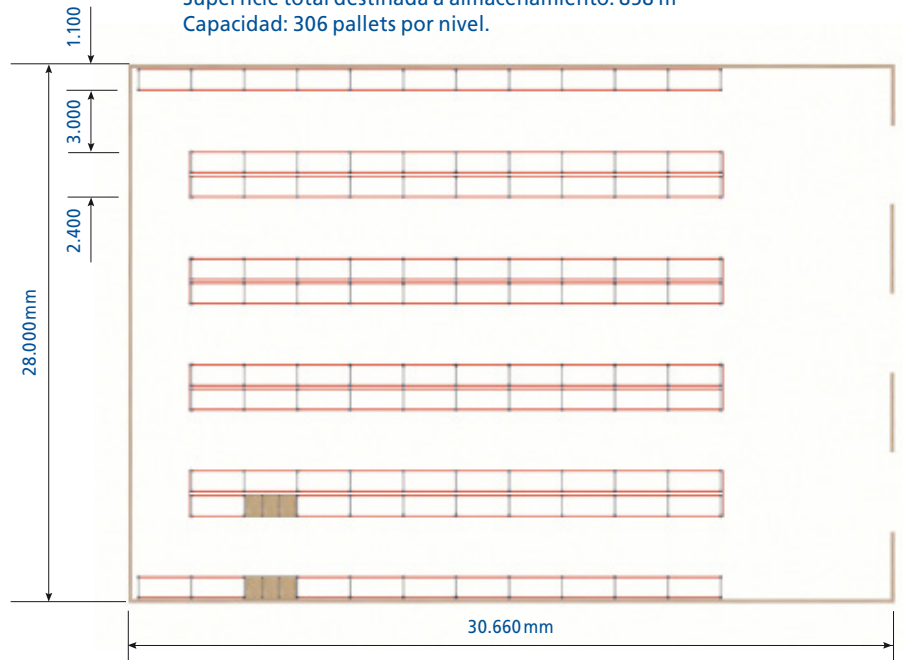
Generalmente, el sistema compacto admite tantas referencias como calles de carga existan. La cantidad de pallets dependerá de la profundidad y del número de niveles de carga.

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

La capacidad de almacenamiento 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 tres distribuciones diferentes y distinta capacidad.

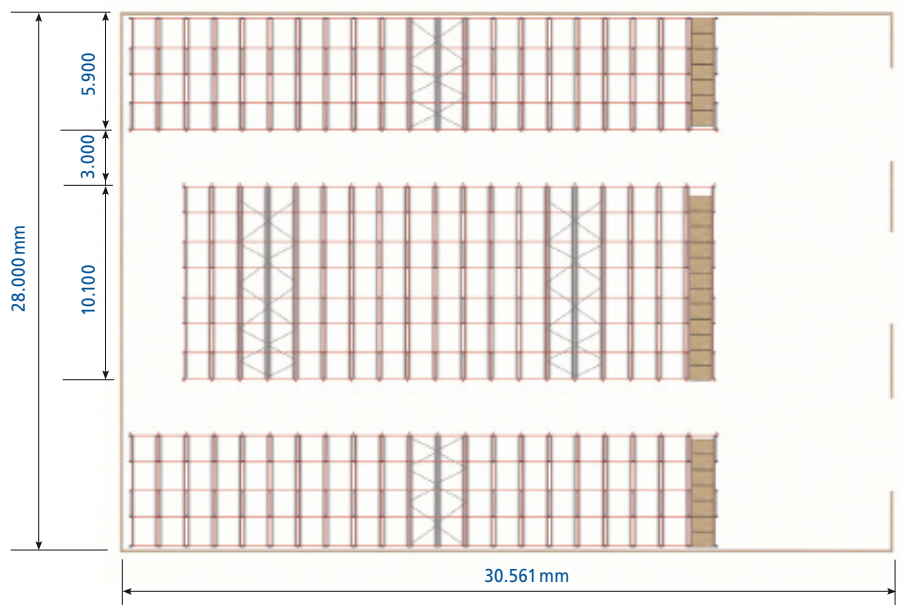
**Distribución convencional**

Superficie total destinada a almacenamiento: 858 m<sup>2</sup>  
Capacidad: 306 pallets por nivel.



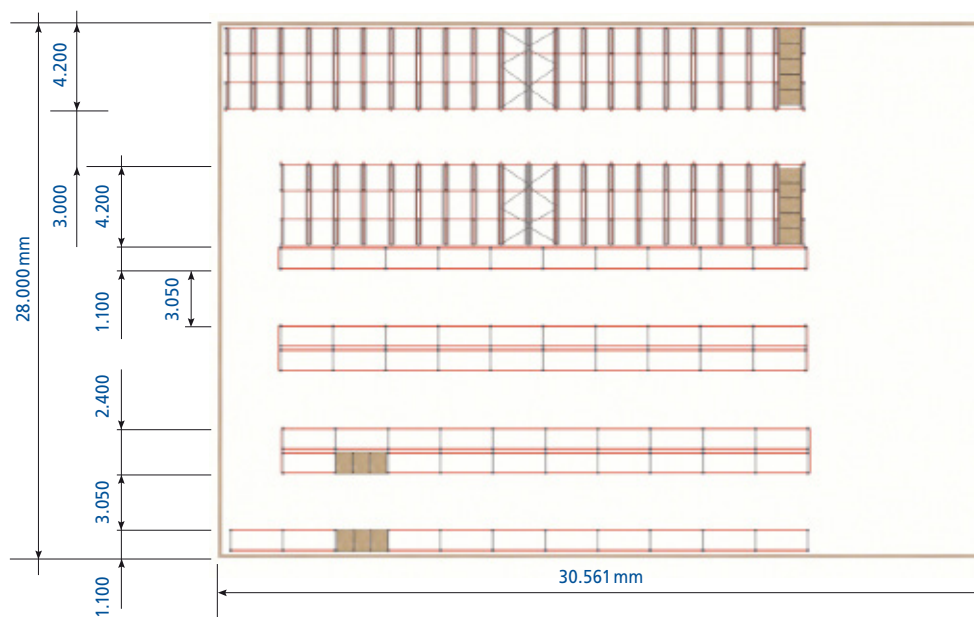
**Distribución compacta**

Superficie total destinada a almacenamiento: 855 m<sup>2</sup>  
Capacidad: 522 pallets por nivel.





Es habitual combinar en un depósito los racks selectivos y los penetrables, dedicando el sistema compacto para los productos de gran rotación.



Capacidad: 383 pallets por nivel (200 pallets en compacta y 183 pallets en convencional).



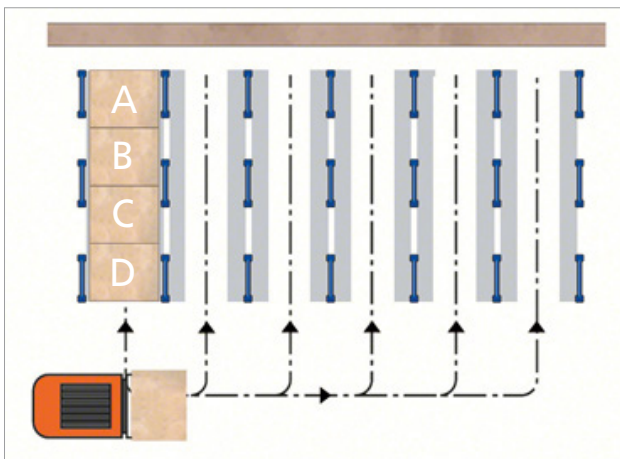
## Gestión de la carga

### Drive-in

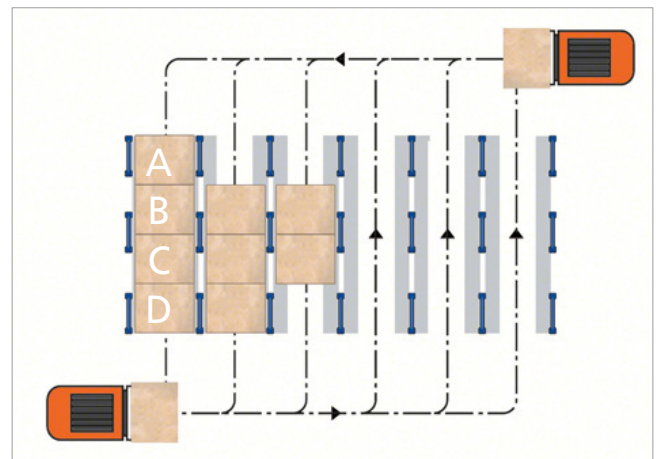
Es la forma más habitual de gestionar la carga en el sistema compacto. Los racks funcionan como depósito de depósito. Disponen de un único pasillo de acceso, donde la carga y la descarga se hacen en orden inverso.

### Drive-through

La carga se gestiona en este caso utilizando los racks como depósito regulador, con dos accesos a la carga, uno a cada lado del rack. 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.



### Autoelevadores

Los autoelevadores se introducen en las calles de almacenamiento con la carga elevada por encima del nivel en el que va a ser depositada. Los autoelevadores utilizados en el sistema compacto son los contrapesados y los retráctiles.

A diferencia del sistema convencional, los pallets se han de manipular en sentido perpendicular a sus patines inferiores. En racks penetrables, el autoelevador deposita el pallet asentando los patines inferiores en los carriles de apoyo. El esfuerzo de los patines inferiores es muy alto, por lo que los pallets que se utilicen deben estar en óptimas condiciones.



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

Sólo se pueden colocar los pallets en el sentido contrario cuando su resistencia y rigidez lo permitan, y dependiendo del peso de la mercadería. Además, hay que comprobar que el autoelevador pueda entrar en la calle.

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



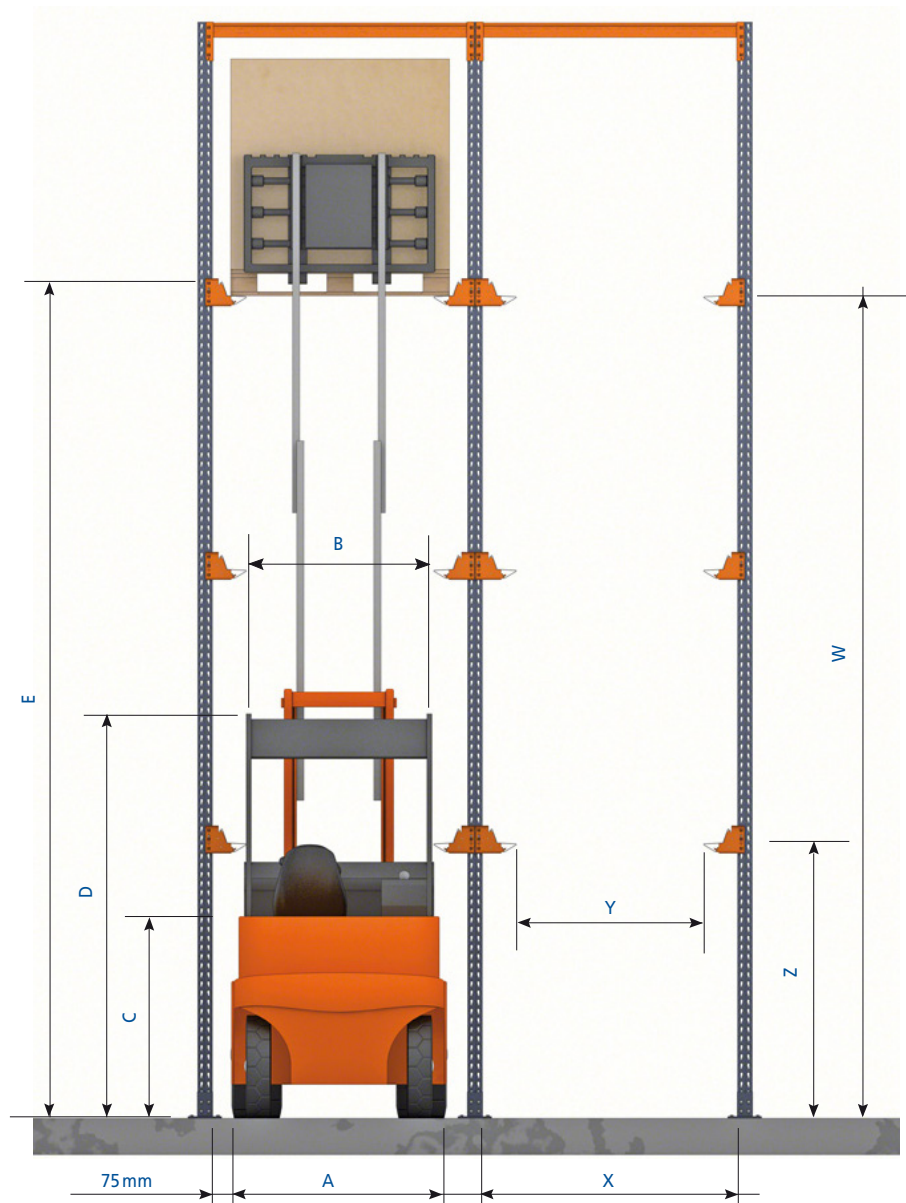
Figura 1





Al circular los autoelevadores por el interior de las calles de almacenamiento, 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 del autoelevador. Se exige una holgura mínima por cada lado del autoelevador de 75 mm hasta los elementos verticales del rack. 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 del autoelevador. 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 los racks compactas siguiendo los principales criterios de:

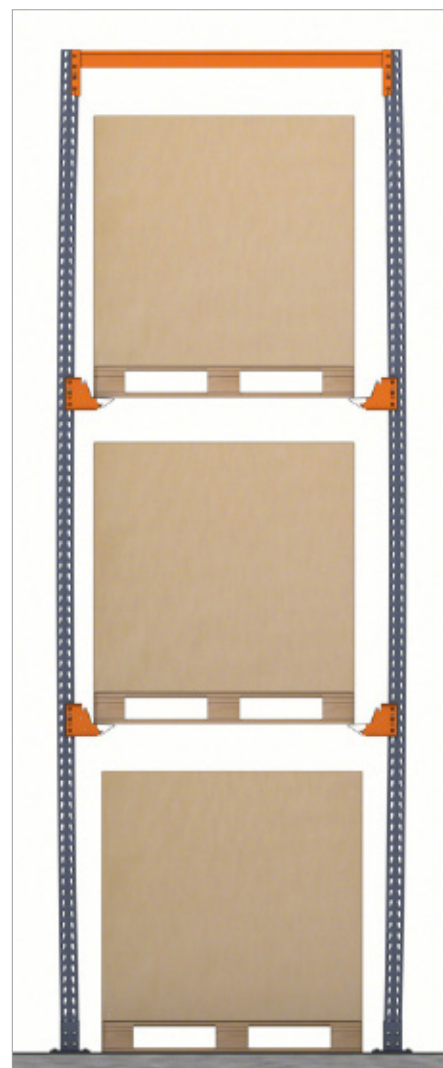
- Normativa EN 1993 (Eurocódigo 3)
- Directriz FEM 10.2.07 (Design of Drive in Pallet Racking)

### 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 los pallets sobre el carril de 20 mm cuando la unidad de carga está desplazada, considerando el caso de carga que aporta más deformación en el rack.
- Cálculo en 2º orden.
- Estructura modelizada con imperfecciones globales y locales.





### Flecha máxima de los carriles de apoyo de los pallets

La flecha o deformación máxima del carril de apoyo de los pallets 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 los siguientes 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.

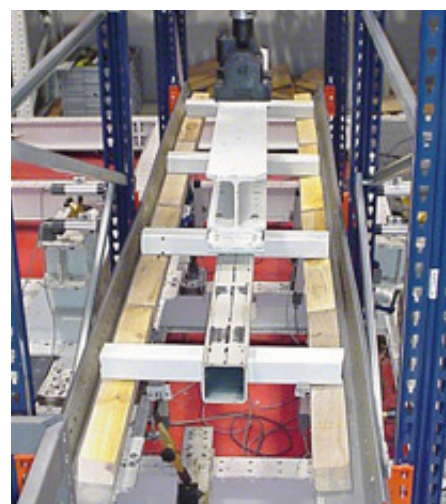


Figura 4. Ejemplo de ensayo de carril para paletización compacta.



### Estabilidad de los racks

Los racks 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 los bastidores y diagonales, y por estar éstos 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 los racks en el sistema constructivo 1.



Estabilidad de los racks 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 arriostados superiores que transmiten los esfuerzos horizontales directamente al suelo.



### Sistema constructivo 3

Se sustituyen las calles de rigidización por arriostados verticales colocados en la parte posterior (en racks de un acceso) o central (en racks de doble acceso).



Estabilidad de los racks en el sistema constructivo 3.

La elección del sistema constructivo dependerá de la altura del rack, del peso de los pallets, de la profundidad de la calle y del uso. Cuando se trata de un sistema drive-through sólo se puede emplear el sistema constructivo 1 y 2 .



### Cálculo de puntales

El puntal es el elemento principal de los racks compactos y, por tanto, su cálculo debe ser muy riguroso. A diferencia de lo que ocurre en otros sistemas de almacenamiento, en este tipo de racks 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 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).

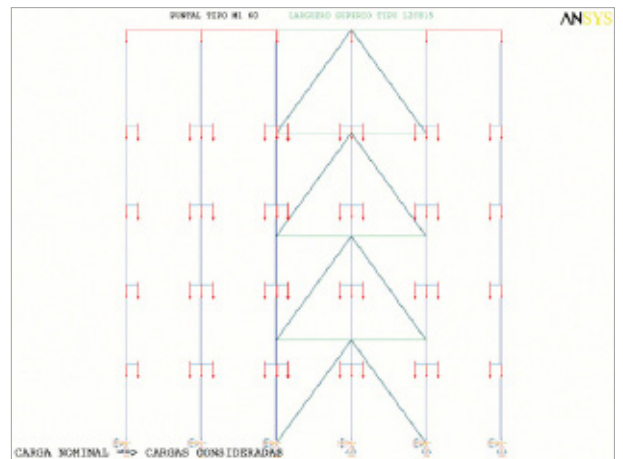
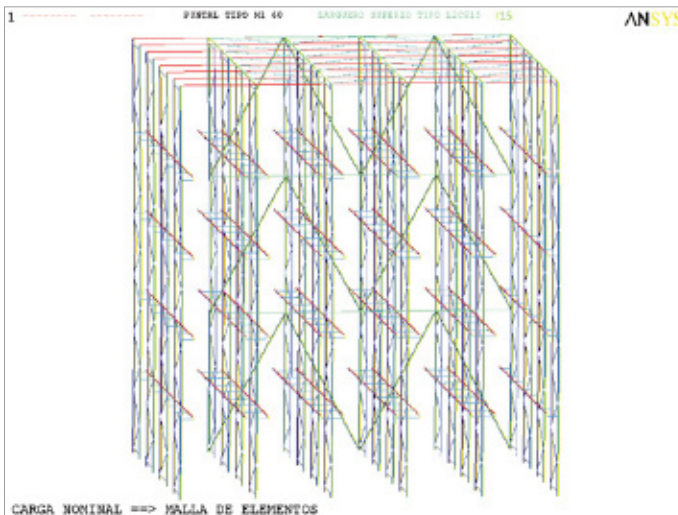


Figura 7. Combinación de carga en el cálculo del puntal



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 almacenamiento en función de la altura, la carga y la distribución de la instalación (figura 8).

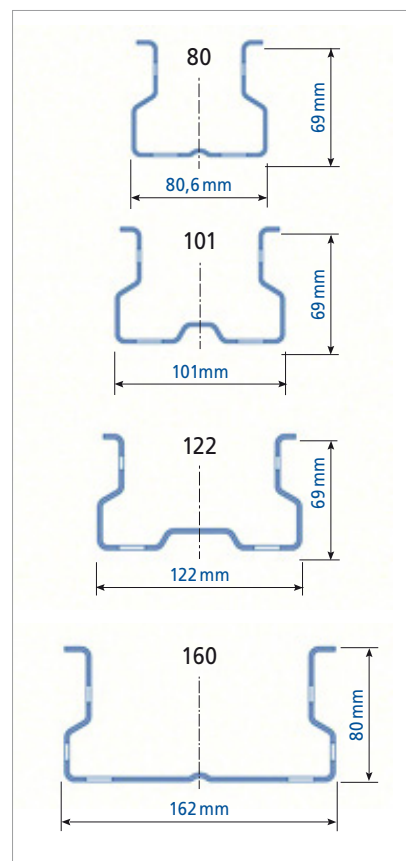
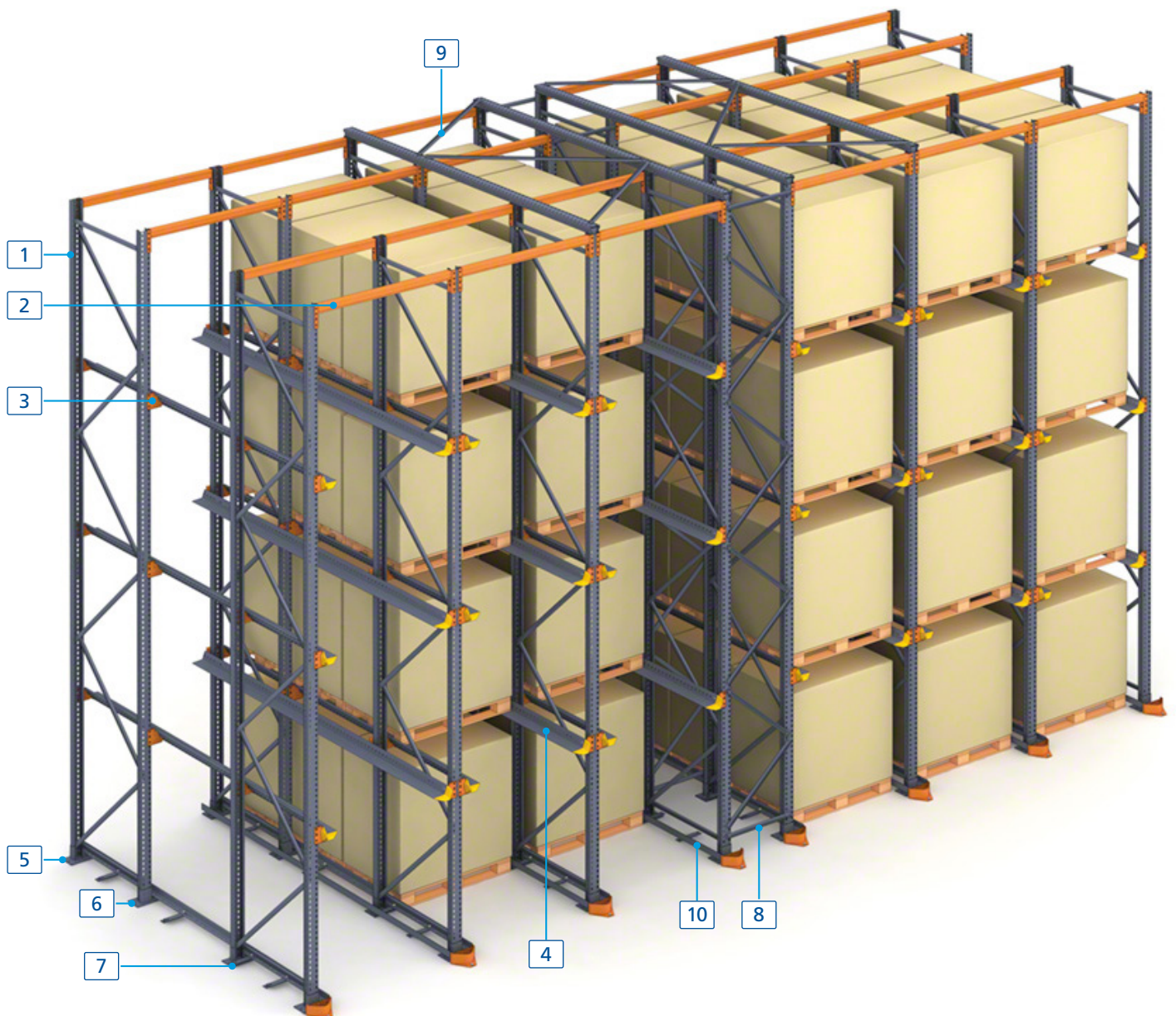


Figura 8. Puntales empleados



#### Componentes

1. Bastidor
2. Larguero compacta
3. Cartela
4. Carril GP5
5. Pie puntal

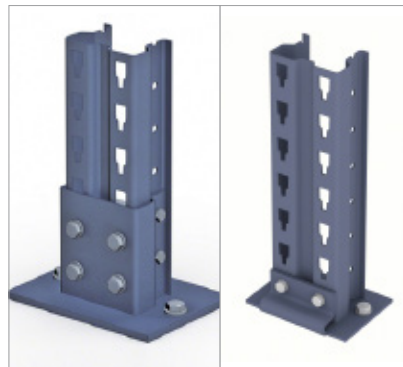
6. Placas de nivelación
7. Anclajes
8. Calle de rigidización (sistema constructivo 1)
9. Atirantado superior (sistema constructivo 2)
10. Carril guía (opcional)





### Bastidores

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



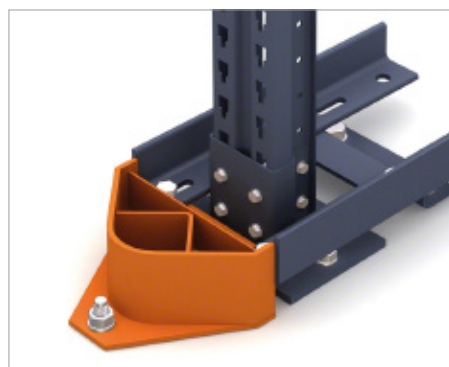
### Pie puntal

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.



### Carril guía y puntera

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



### Carril GP5

Perfil de apoyo de pallets fabricado con chapa de acero galvanizado, de formas triangulares, que permite el centraje de los pallets, con un mínimo de pérdida de espacio en altura (50 mm). Los perfiles se apoyan y unen a los puntales mediante cartelas GP5.

## Sistema constructivo con carril GP5

El carril GP5 es el idóneo cuando todos los pallets a almacenar tienen las mismas dimensiones, ya que permite centrarlas y evitar que la mercadería choque contra la estructura lateral de los racks.

Las formas triangulares del soporte GP5 le dan una gran capacidad de carga perdiendo en altura tan sólo 50 mm (parte del perfil que queda debajo del pallet), lo que permite reducir la altura entre niveles o aumentar las holguras de trabajo (figura 1).

El ancho de la calle viene definido por la medida frontal de los pallets más los márgenes mínimos necesarios. Si la mercadería sobresale del pallet, la calle ha de ser más

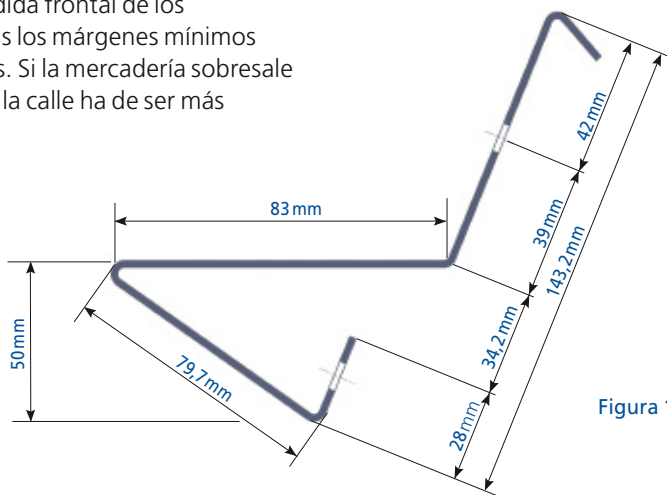


Figura 1

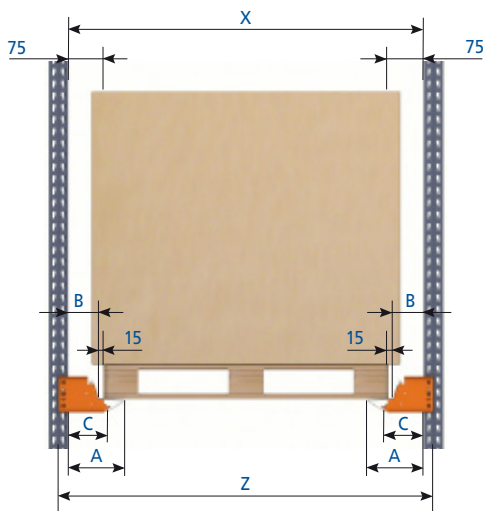


Figura 2. La mercadería no sobresale del pallet

ancha y los soportes más largos, ya que se ha de garantizar que el pallet tenga un apoyo mínimo cuando está totalmente desplazada hacia un lado (figura 2).

La holgura de 75 mm es mínima. En pallets altos se aconseja aumentar esta tolerancia.

Las cotas frontales están calculadas para pallets que miden en su base 1.200 mm de frente. Para otros pallets se ha de seguir el mismo criterio.

Tabla tolerancias

Ancho calle (x)	Puntal-Puntal Ejes (z)	A	B	C
1.350	1430,5	141,5	59	74
1.400	1480,5	166,5	84	99
1.450	1530,5	191,5	109	124
1.500	1580,5	216,5	134	149
1.550	1630,5	241,5	159	174

Cotas en mm

### Altura

Las holguras mínimas a considerar en altura son las siguientes:

- F: altura nivel inferior y niveles intermedios = altura pallets +150 mm
- G: altura nivel superior = altura pallets + 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).

### Profundidad

Las medidas mínimas a considerar en profundidad son las siguientes:

- X: suma del fondo de todos los pallets (contando la medida de la carga si ésta sobresale) más una holgura por unidad de carga de, como mínimo, 25 mm (figura 4).

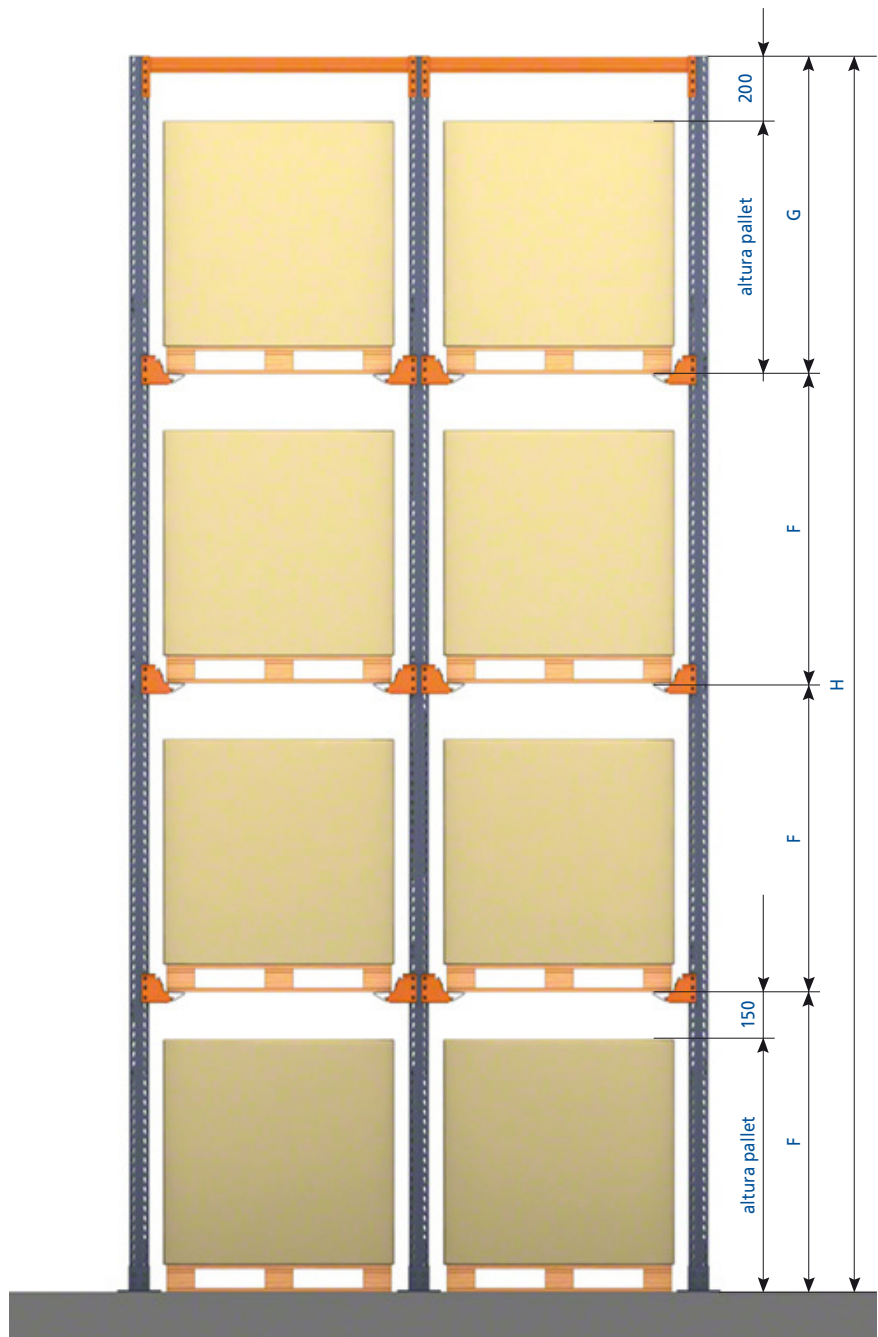


Figura 3

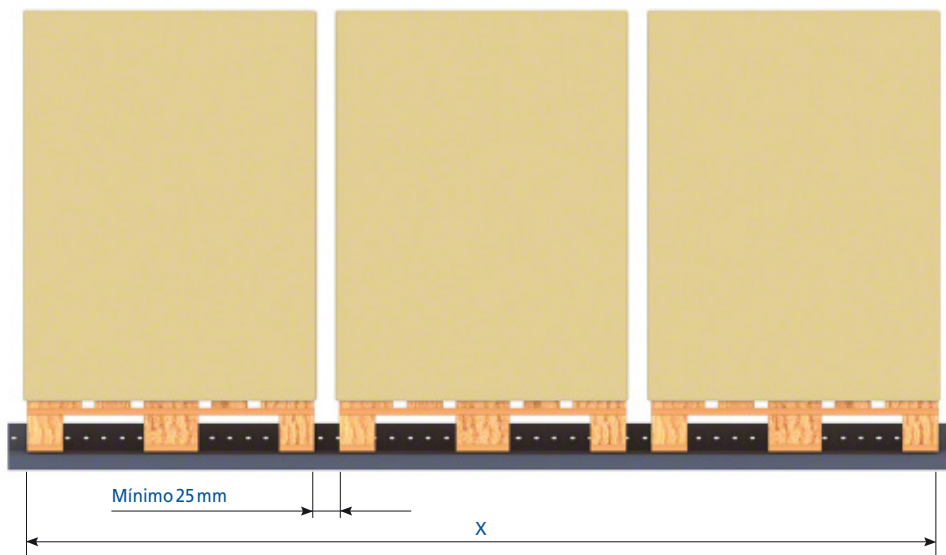


Figura 5

### Carriles guía inferiores

El sistema de guiado con carril guía se utiliza para:

- Evitar que los pallets choquen con la estructura lateral del rack.
- Colocar ruedas laterales a los autoelevadores para que se desplacen centrados por el interior de las calles de almacenamiento.
- Evitar riesgos de golpes a los racks, posibles daños a las cargas y facilitar las maniobras.

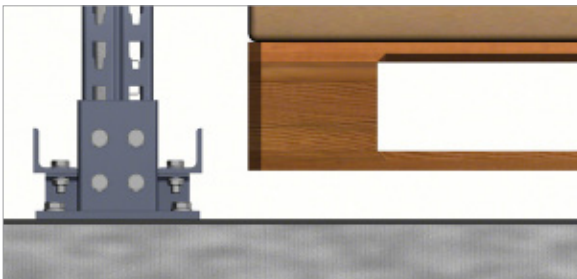
Es muy aconsejable colocarlos siempre en calles de gran profundidad.

En las instalaciones donde se coloquen carriles guía hay que tener en cuenta que el ancho de calle se calcula en función de la distancia que necesite el autoelevador 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 centrado colocadas al frente de los racks. 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 los racks.



Carril guía con perfil LPN



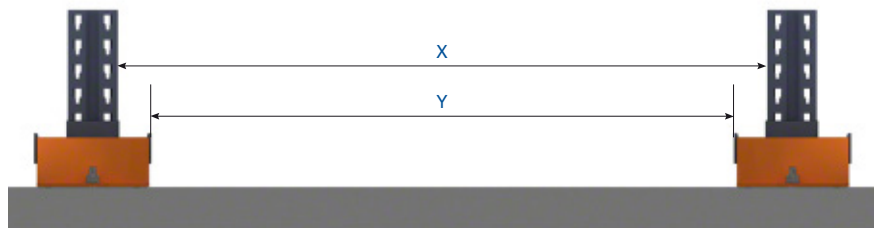
### Carril guía con perfil LPN

La solución con perfil simple es suficiente cuando sólo es necesario guiar los pallets.

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	1.230
1.400	1.280
1.450	1.330
1.500	1.380
1.550	1.430

X: anchura de la calle  
Y: distancia entre guías



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



## Accesorios

### Refuerzos puntal

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



### Tope carril GP5

Retiene el pallet 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 los pallets en tracks de doble acceso.



### Placa de características

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 los racks. 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.

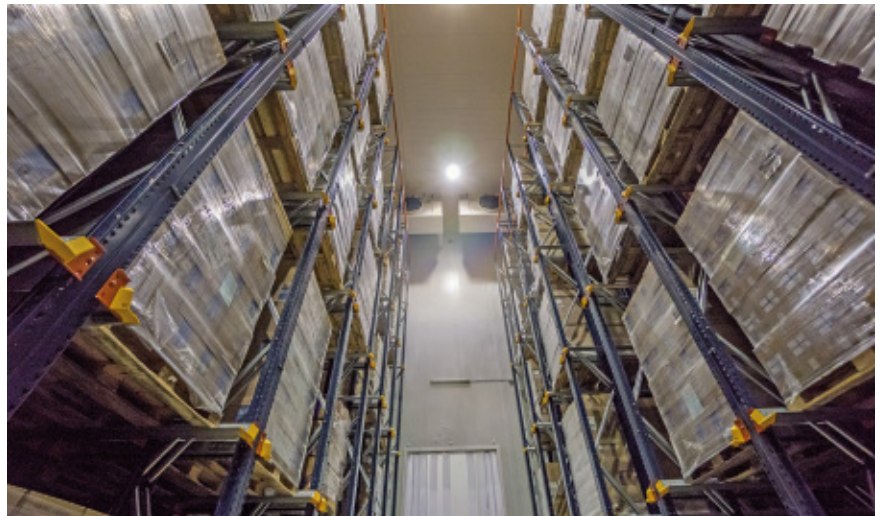
Placa de características

UNIDAD DE CARGA			
Tipo	Carga máxima (kg) / Capacidad máxima (paletas)		
EUROPALETA			
Dimensiones estándar (mm) (E/E1/E2)			
CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS			
Número de niveles			
Número de columnas			
Número de carriles por nivel			
CARGA MÁX. POR DEPARTAMENTO (en el momento de la inspección)			
Tipo	Módulo	Longitud (mm)	Carga por módulo (kg)
CARGA MÁX. POR MÓDULO (En el momento de la inspección)			
Tipo de módulo	Carga máxima (kg)		
Fecha de instalación			
Fecha de inspección			



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

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





## Depósitos autoportantes con sistema compacto

El sistema de almacenamiento por compactación también permite construir depósitos autoportantes cuya principal característica es que no precisan la construcción de un edificio previo, con la consecuente reducción de tiempo y costo.

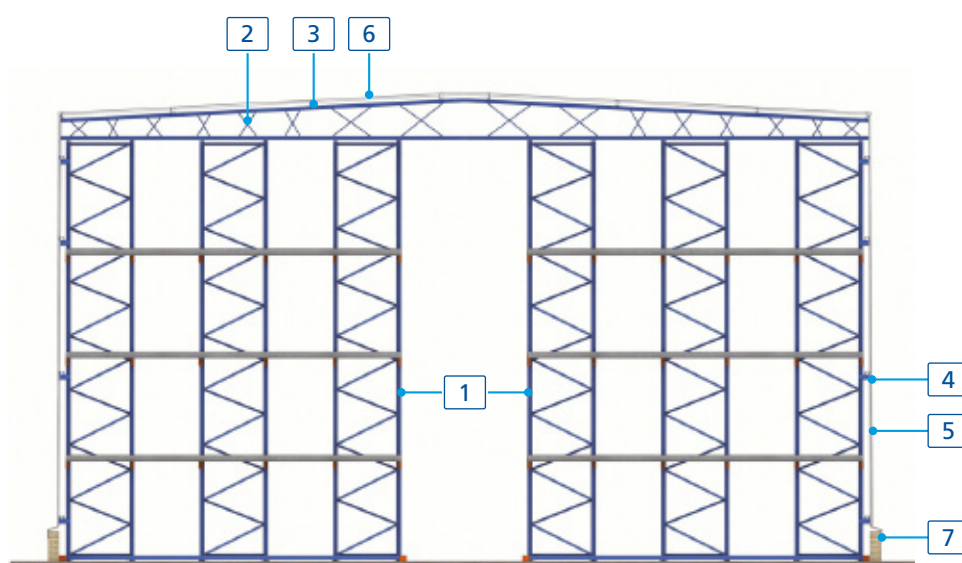
En estas instalaciones, los racks soportan su propio peso, la carga de los productos que almacenan como en un depósito clásico.

Asimismo resisten el peso de la estructura y las fuerzas externas (viento, nieve, etc.).

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

### Componentes básicos

1. Rack penetrable
2. Cerchas apoyadas en el rack
3. Correas de cubierta
4. Correas de fachada
5. Cerramiento de fachada
6. Cerramiento de cubierta
7. Muro de estanquidad







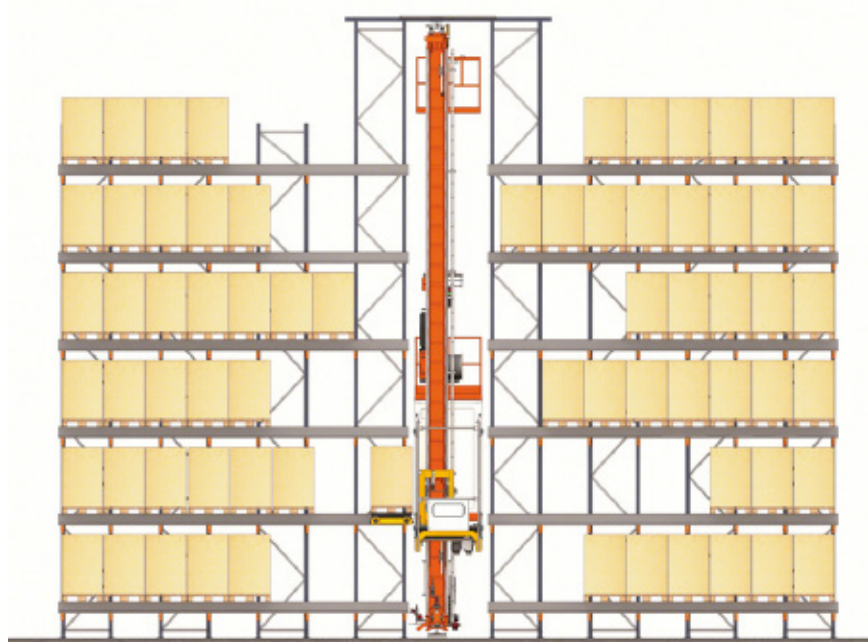


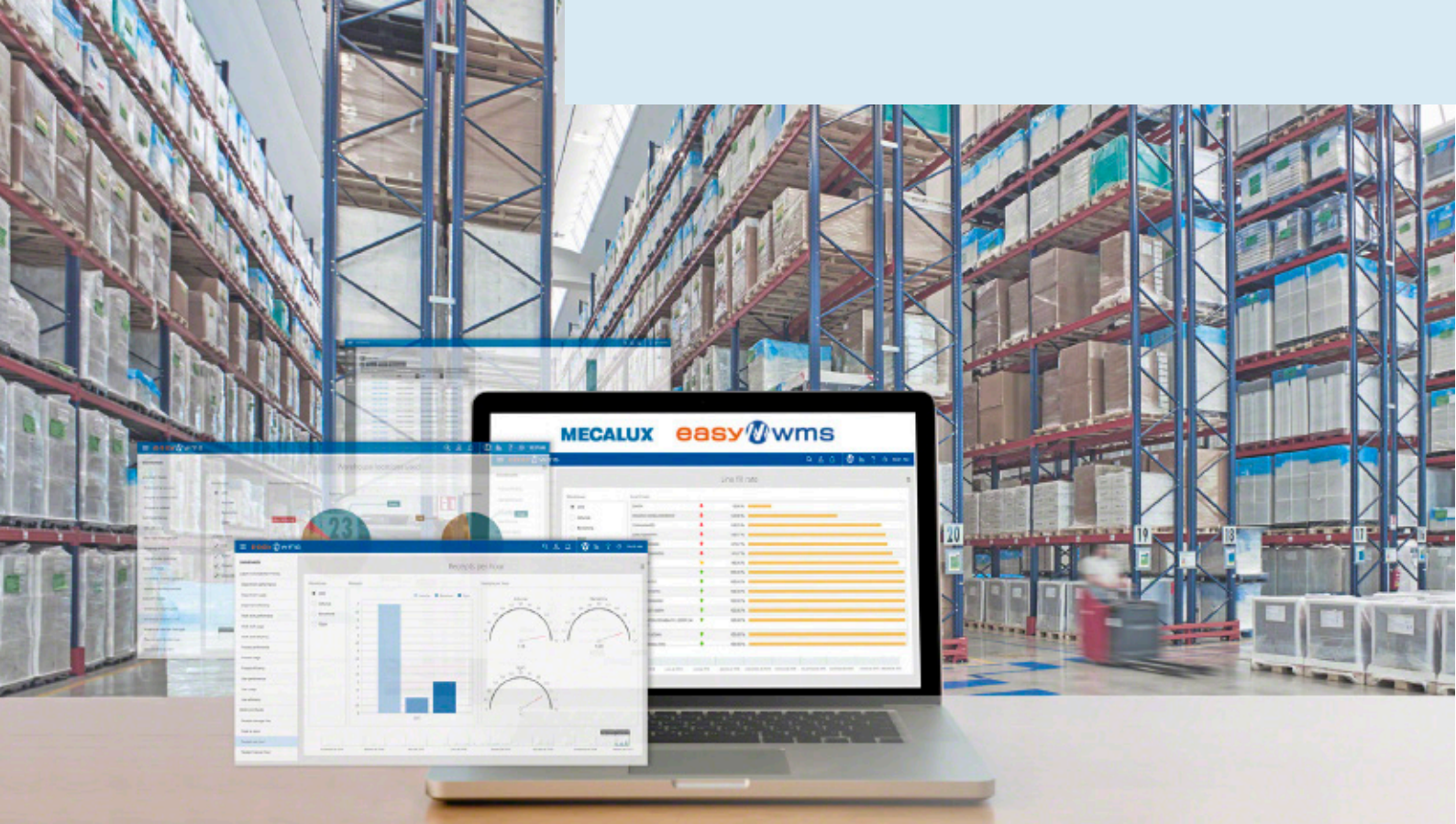
### Depósitos automáticos a partir de un sistema compacto

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 depósitos, se encargan de introducir y retirar los pallets de forma automática.

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

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





## Software de gestión de depósitos Easy WMS

### El cerebro de la instalación

La plataforma Easy de Mecalux optimiza la gestión física y documental del flujo de productos, garantizando su trazabilidad y multiplicando la rentabilidad en todas las áreas del depósito: recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y expedición. Sus diferentes niveles de funcionalidad se adecuan a cualquier instalación independientemente de su tamaño y sector.

Dispone de una extensa gama de módulos que cubren todas las necesidades de gestión de la cadena logística.

#### Beneficios

- > Control del stock en tiempo real
- > Disminución de costos logísticos
- > Incremento de la capacidad de almacenamiento
- > Reducción de las tareas de manipulación
- > Eliminación de errores
- > Picking de alta precisión y velocidad
- > Adaptación a las nuevas necesidades *e-commerce*
- > Gestión de operativas omnicanal
- > Rápido retorno de la inversión



**Mecalux colabora con proveedores líderes que avalan la calidad, garantía y nivel técnico de la plataforma Easy**



# Soluciones interconectadas para la cadena de suministro



## WMS para e-commerce

Complementa el Easy WMS para gestionar las diferentes casuísticas que conlleva la preparación de pedidos de una tienda online. La misión de esta solución es incrementar la competitividad de su depósito para que sea capaz de afrontar la distribución de los productos comercializados en internet.



## WMS para Producción

Proporciona eficiencia, trazabilidad y crea valor añadido en los procesos de fabricación. Integra los procesos de abastecimiento de las líneas de producción con el almacenamiento de productos y su posterior expedición.



## Supply Chain Analytics Software

Muestra de forma rápida y sencilla los indicadores de la cadena de suministro para conocer de primera mano las operaciones que se están llevando a cabo. La finalidad es que usted controle su negocio, conozca todas sus operaciones y cree una cultura de la información que le ayude a tomar las mejores decisiones.



## Multi Carrier Shipping Software

Añade al WMS funcionalidades avanzadas para gestionar el proceso de empaquetado y etiquetado. Además, se comunica automáticamente con las principales agencias de transporte.



## Store Fulfillment

Diseñado para las empresas que precisan controlar en tiempo real el inventario de su depósito y de sus tiendas físicas. Asimismo, sincroniza las operaciones de aprovisionamiento a lo largo de la red de distribución, como tareas de picking, reposiciones, trasposos entre tiendas o devoluciones.



## Labor Management System (LMS)

Registra los tiempos reales empleados durante la realización de las distintas tareas para contrastarlos posteriormente con los tiempos estándares estimados para cada una de ellas.



## Marketplaces & Ecommerce Platforms

Sincroniza el stock del depósito físico con el catálogo de ventas online. Su objetivo es automatizar la comunicación entre la logística y las tiendas virtuales. La coordinación de las ventas en red con el SGA permite aunar la gestión entre los diferentes canales de venta digital y centrar los esfuerzos en ofrecer un servicio logístico ágil y eficiente.



## Value-Added Services (VAS)

Integra en Easy WMS las tareas de valor añadido que se producen en el depósito. Este módulo simplifica la labor de los operarios, ya que reciben las instrucciones paso a paso en la estación de trabajo. Así, se incrementa la productividad y, sobre todo, se suprimen errores durante la operativa. Este módulo garantiza una máxima agilidad y la eliminación de sobrecostos en la personalización de artículos en el depósito.



## Integración con Pallet Shuttle

Una única interfaz de usuario para gobernar el SGA y el sistema compacto Pallet Shuttle de Mecalux, que facilita a los usuarios el control de los Pallet Shuttle. Esta operativa queda integrada con el resto de operativas del depósito.



e-mail: [info@mecalux.com.ar](mailto:info@mecalux.com.ar) - [mecalux.com.ar](http://mecalux.com.ar)

---

**MECALUX ARGENTINA**

**BUENOS AIRES (OFICINAS)**

**Tel. (5411) 4006-4444**

Boulogne Sur Mer, 2538 - Villa Maipú  
(B1651 BDU) San Martin - Buenos Aires

---

**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

