



Rack penetrable

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 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. Las grúas 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 almacenaje de pallets de gran carga.



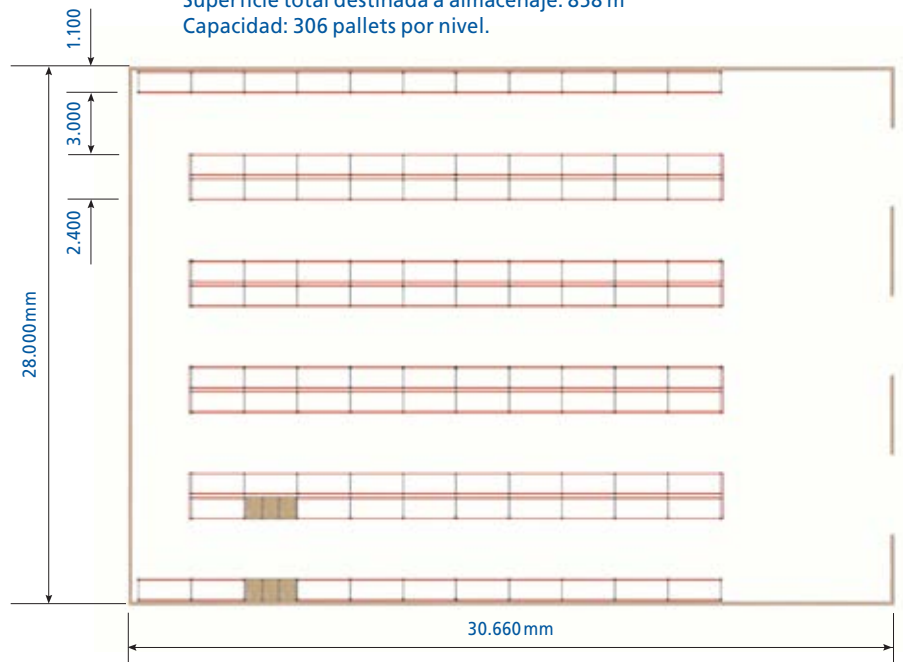


Generalmente, el sistema compacto admite tantas referencias como calles de carga existan. La cantidad de pallets dependerá de la profundidad y del número de niveles de carga.

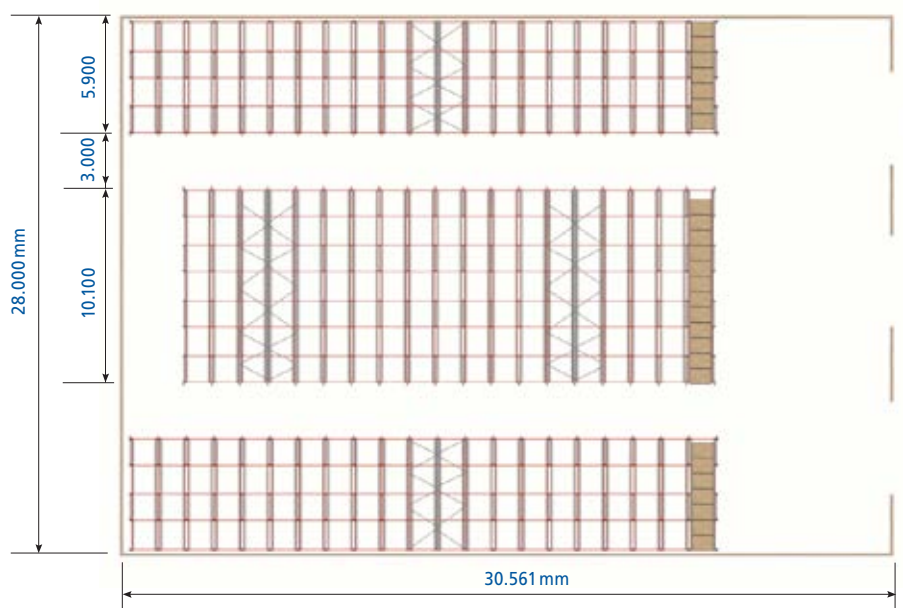
Es aconsejable que todos los productos almacenados en una calle de carga sean de la misma referencia para evitar manipulaciones innecesarias de los pallets. La profundidad de cada calle dependerá del número de pallets por referencia, del espacio a ocupar y del tiempo que estén almacenadas.

La capacidad de almacenaje del rack penetrable es superior a la del rack selectivo, tal y como queda reflejado en los dibujos siguientes. Éstos presentan un mismo local con tres distribuciones diferentes y distinta capacidad.

Distribución con rack selectivo.
Superficie total destinada a almacenaje: 858 m²
Capacidad: 306 pallets por nivel.

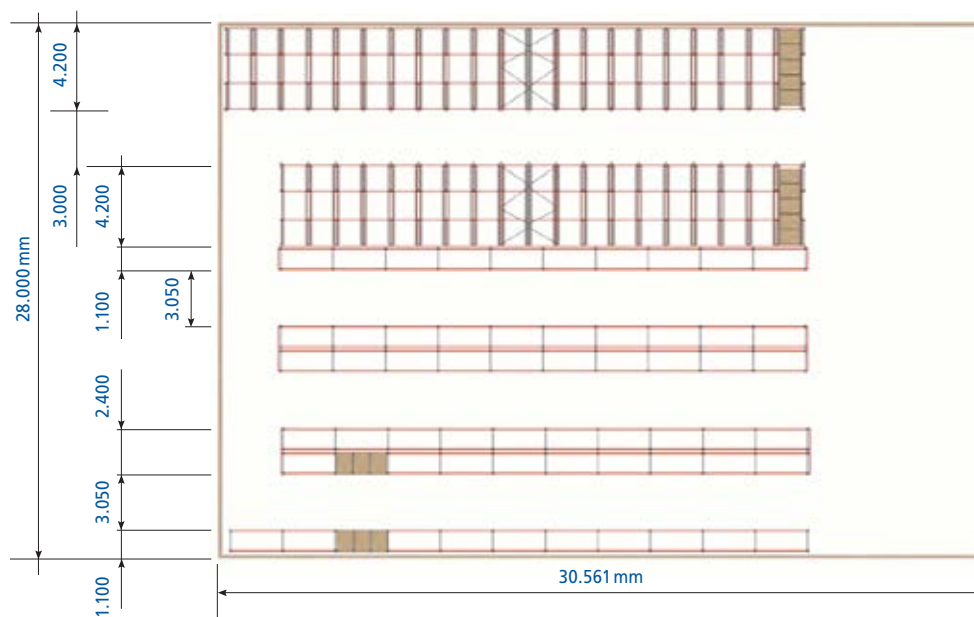


Distribución con rack penetrable.
Superficie total destinada a almacenaje: 855 m²
Capacidad: 522 pallets por nivel.





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



Capacidad: 383 pallets por nivel (200 pallets con rack penetrable y 183 pallets en selectivo).



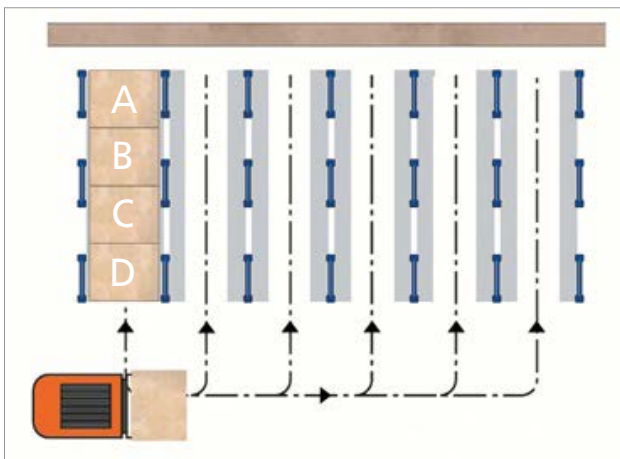
Gestión de la carga

Drive-in

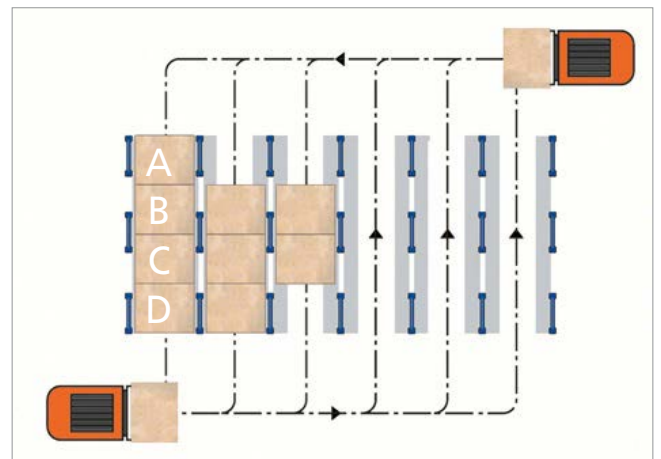
Es la forma más habitual de gestionar la carga en el sistema compacto. Los racks funcionan como bodega de depósito. Disponen de un único pasillo de acceso, donde la carga y la descarga se hacen en orden inverso.

Drive-through

La carga se gestiona en este caso utilizando los racks como bodega 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.



Grúas horquillas

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

A diferencia del sistema convencional, los pallets se han de manipular en sentido perpendicular a sus patines inferiores. En los racks penetrables, la grúa 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 la grúa 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.

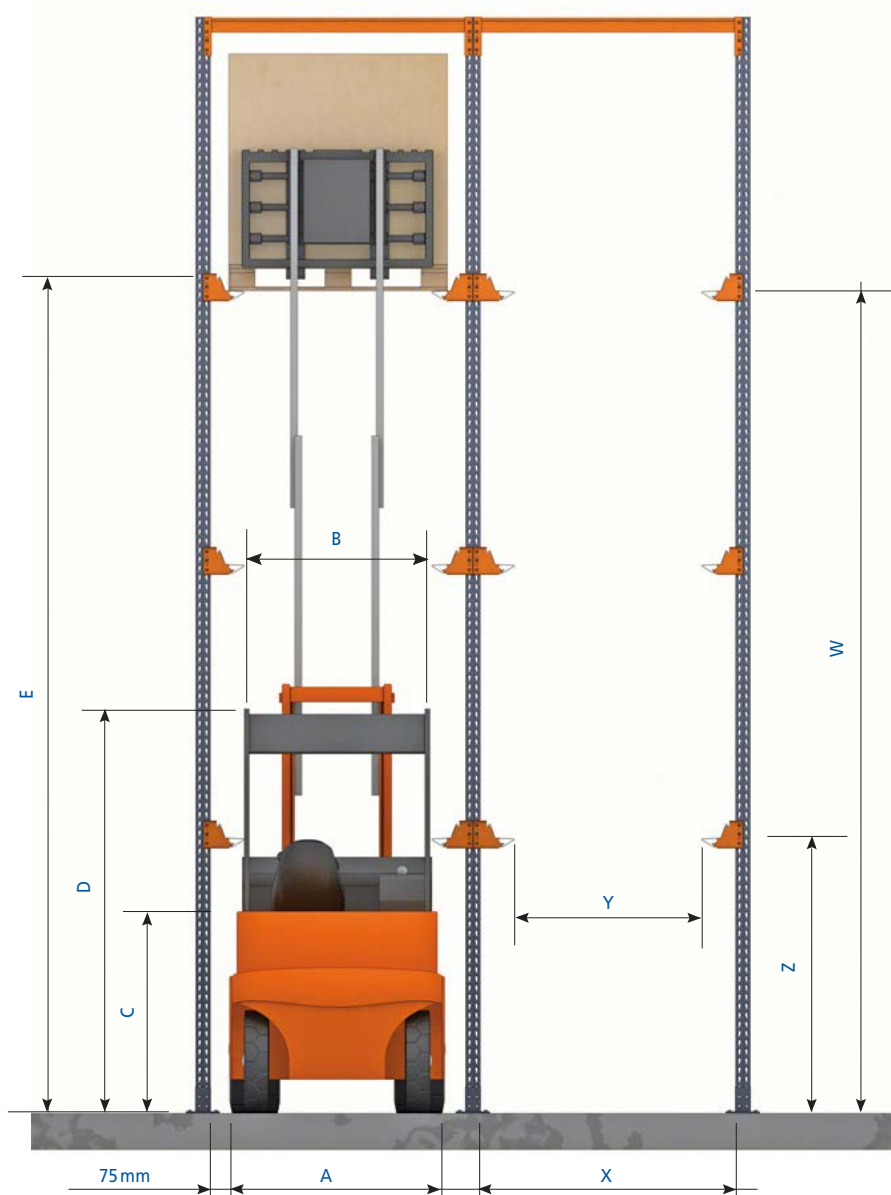


Figura 1



Al circular las grúas 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 de la grúa. Se exige una holgura mínima por cada lado de la grúa 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 de la grúa. 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 penetrables siguiendo los principales criterios de:

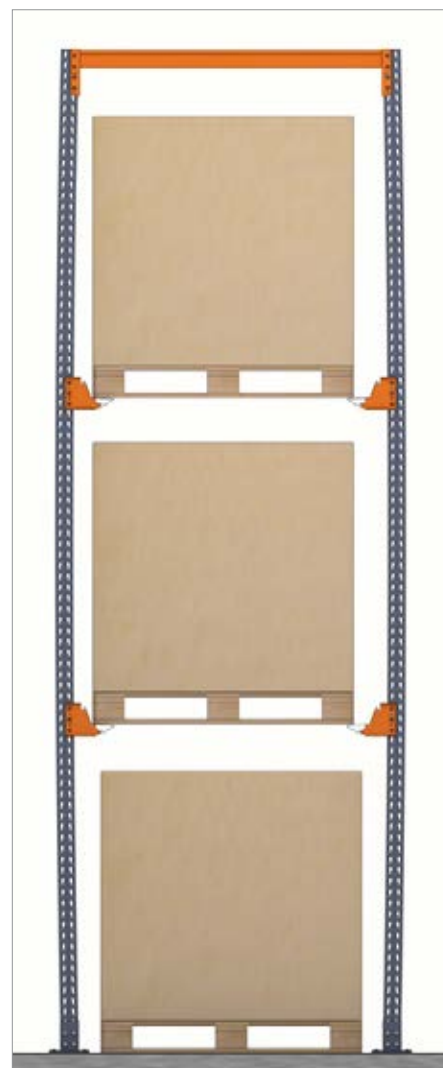
- Normativa EN 1993 (Eurocódigo 3)
- Directriz FEM 10.2.07 (Design of Drive in Pallet Racking)

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.

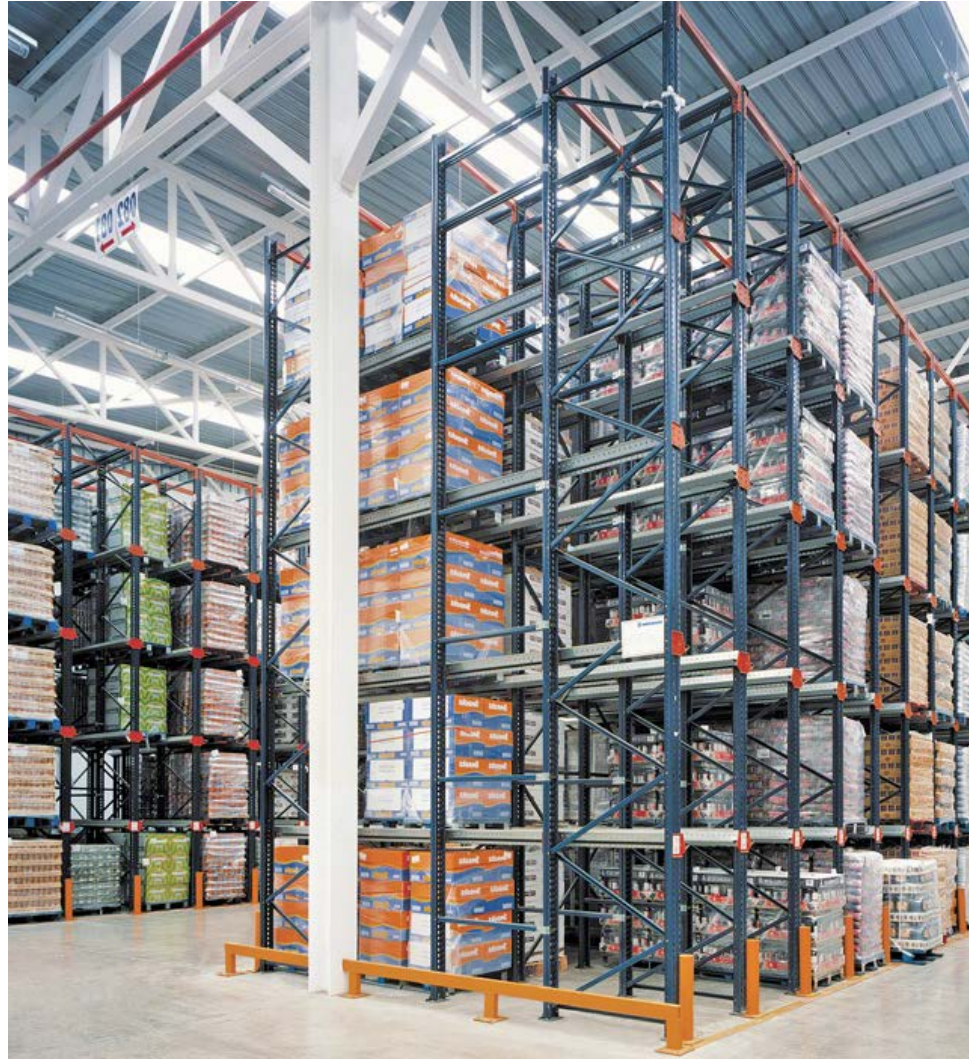
Coefficientes de seguridad

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 de las 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 penetrables y, por tanto, su cálculo debe ser muy riguroso. A diferencia de lo que ocurre en otros sistemas de almacenaje, 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).

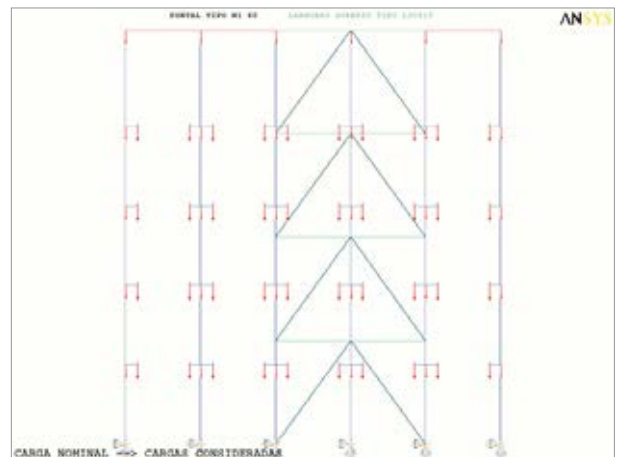
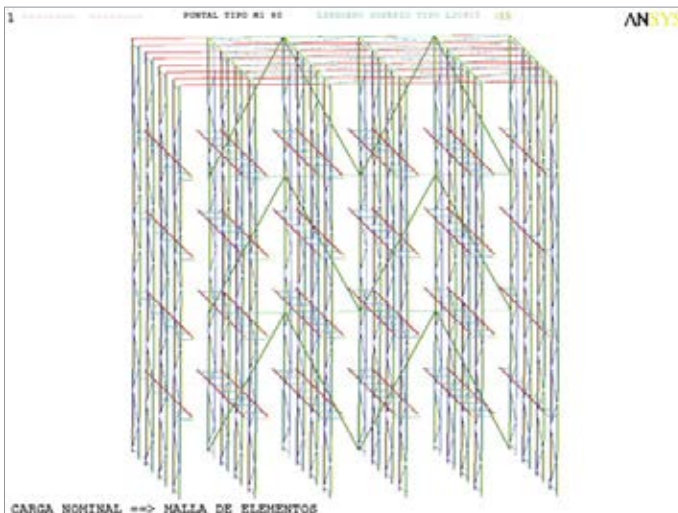
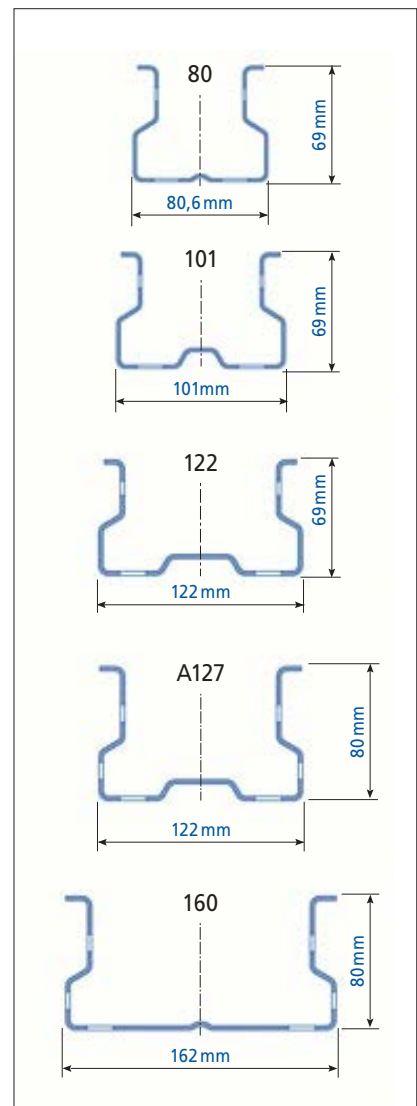
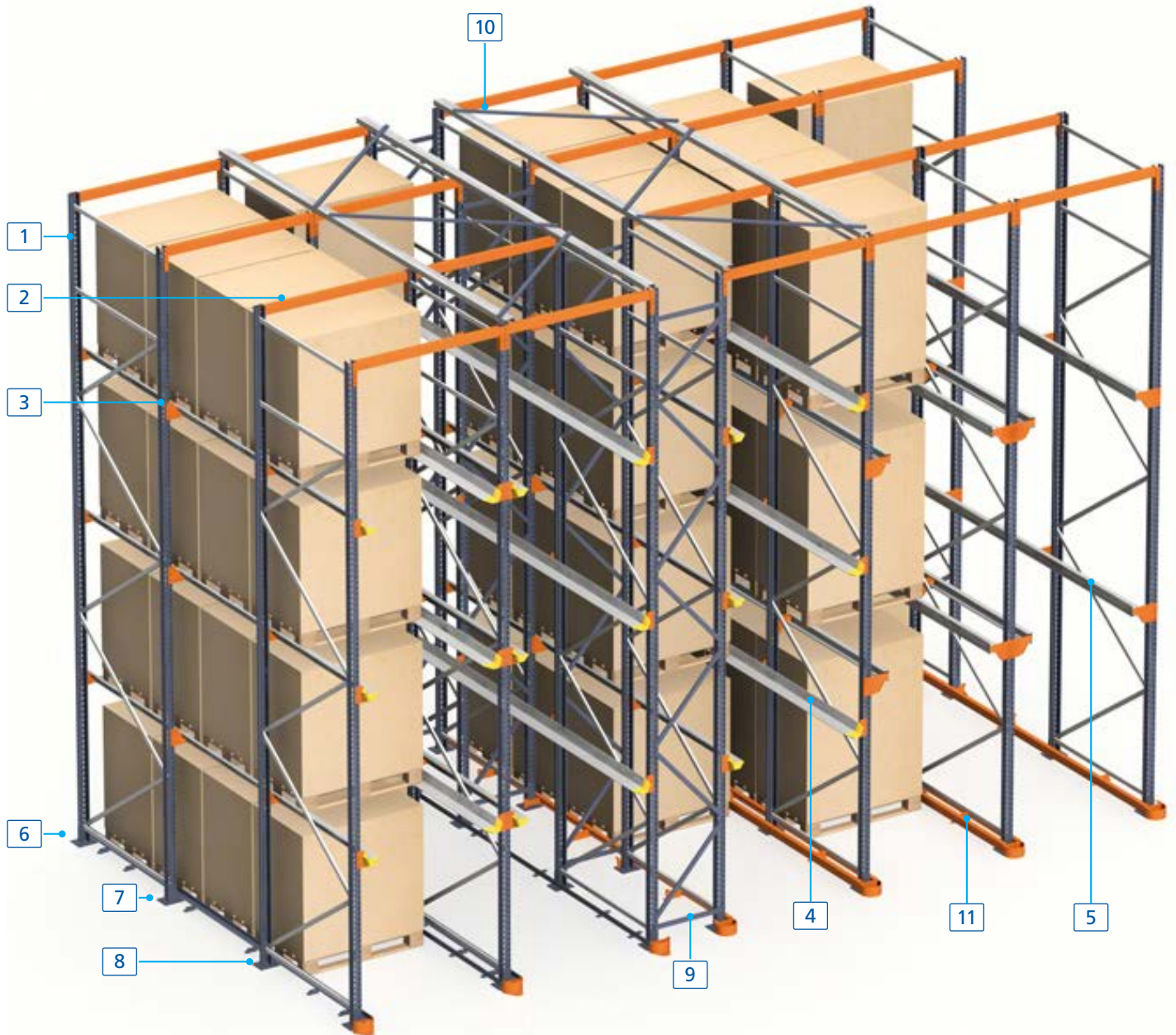


Figura 7. Combinación de carga en el cálculo del puntal.



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 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 soportes. El fondo del bastidor viene definido por las dimensiones de la calle de almacenaje, 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.



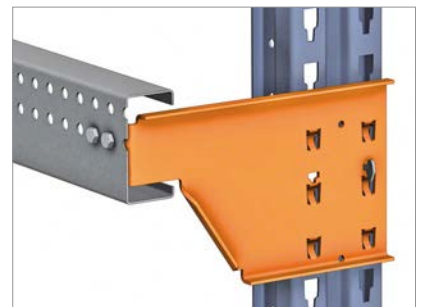
Carriles guía y punteras

Favorecen las maniobras de las grúas en sus desplazamientos y reducen la posibilidad de daños accidentales. Pueden ser de simple o doble perfil en función de la grúa que se utilice.



Carril GP

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 GP.



Carril C

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

Sistema constructivo con carril GP

El carril GP 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 GP 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 ancha y los

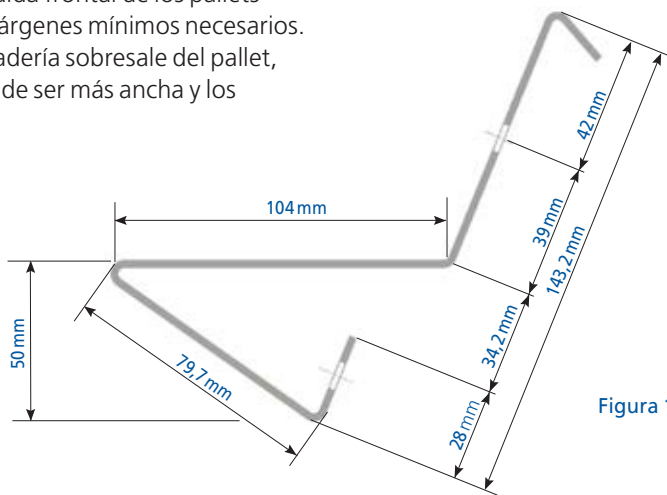


Figura 1

soportes más largos, ya que se ha de garantizar el apoyo mínimo del pallet cuando está totalmente desplazado hacia un lado (figura 2).

La holgura de 75 mm se considera 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.

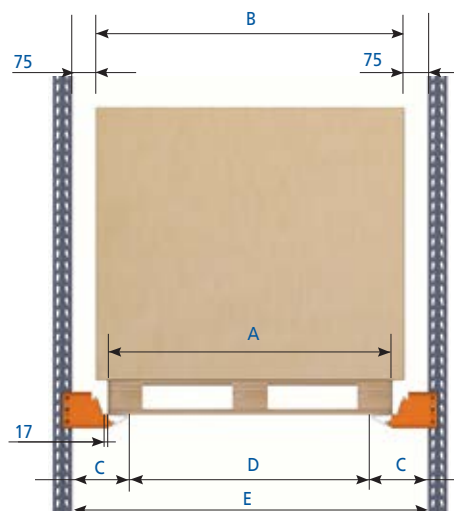


Figura 2. La mercadería no sobresale del pallet.

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

Las holgas 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).

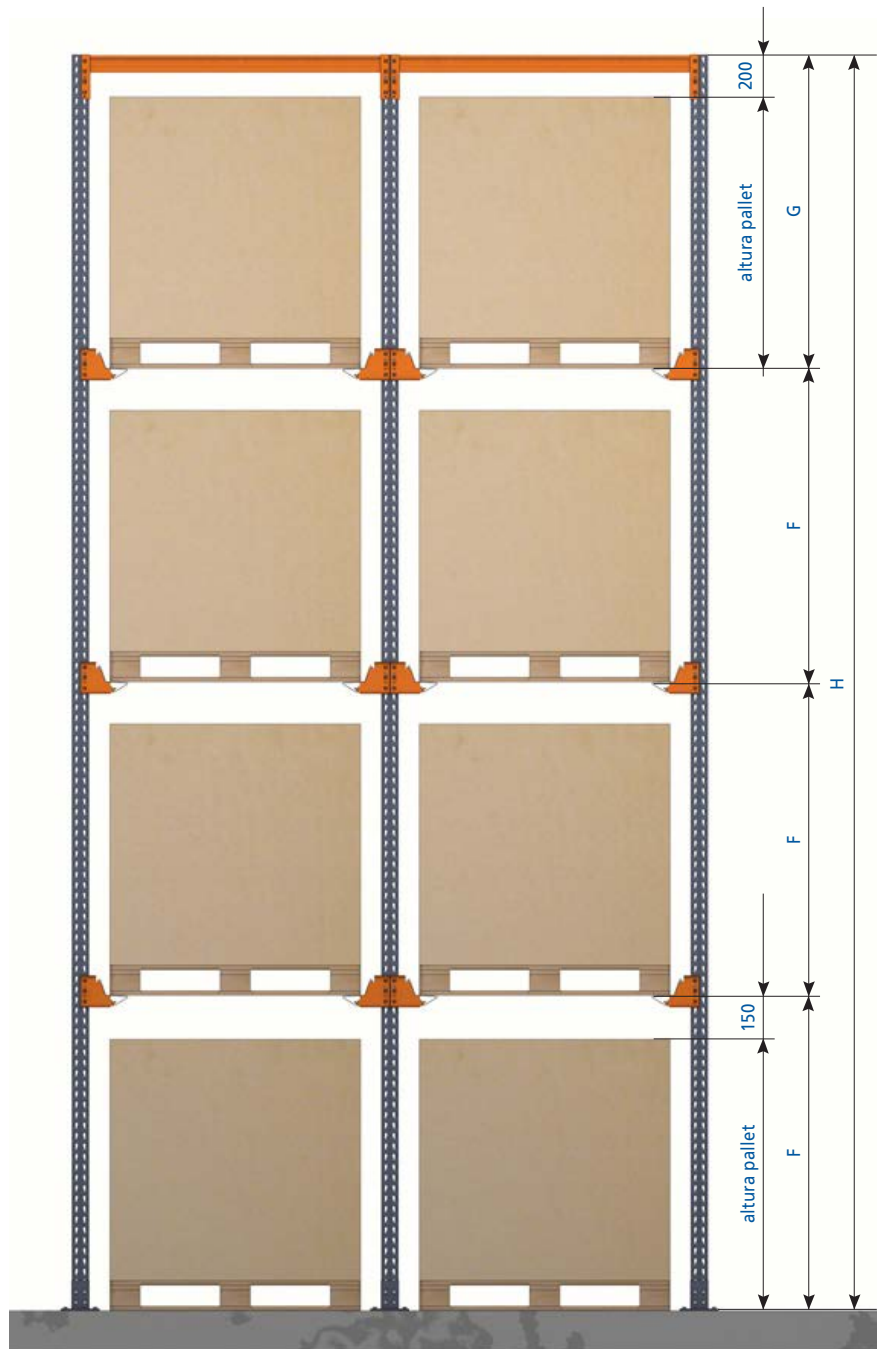


Figura 3

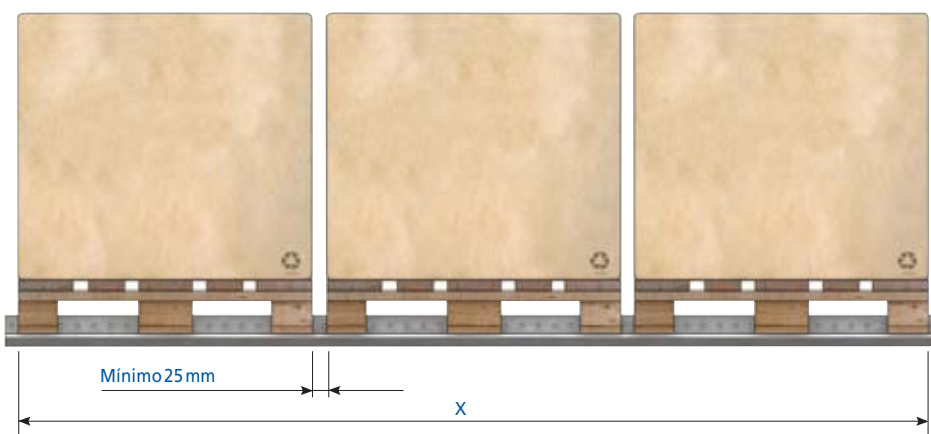


Figura 4



Sistema constructivo con carril C

Este sistema se emplea cuando se utilizan pallets 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 pallets que se puedan almacenar en una calle y requiere un mayor cuidado por parte de los operarios que realizan los movimientos con las grúas (figura 5).

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

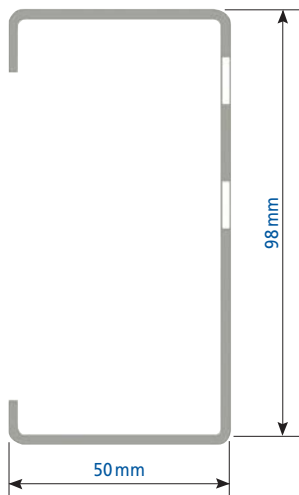
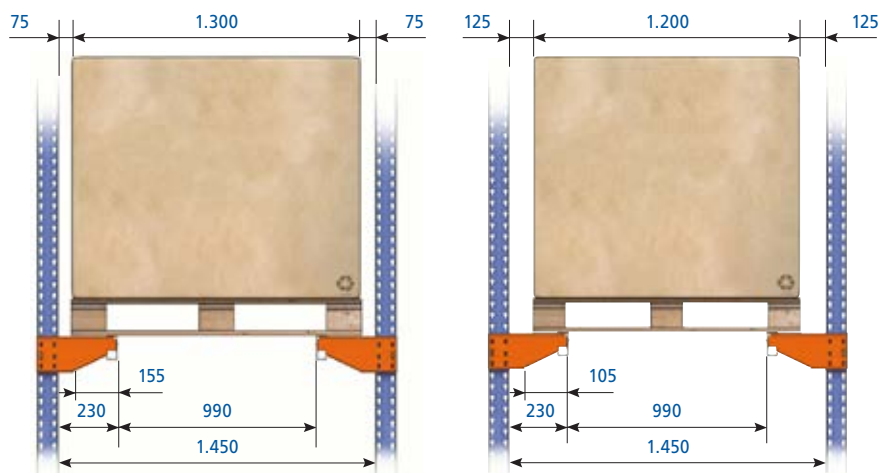


Figura 5

Estos dibujos evidencian una solución para almacenar pallets de 1.200 y 1.300 mm 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 pallets + 300 mm.
- G: altura nivel superior = altura pallets + 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 utilizar el mismo criterio que con el carril GP-7 (figura 4).

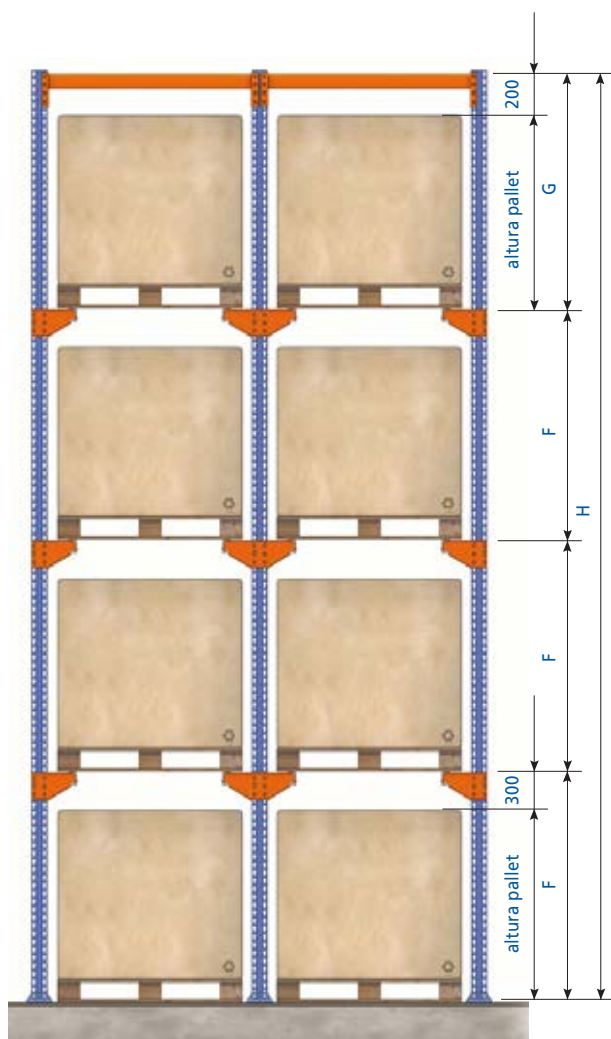


Figura 6

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 las grúas** para que se desplacen centradas por el interior de las calles de almacenamiento.
- **Evitar riesgos de golpes** a los racks, posibles daños a las cargas y facilitar las maniobras.

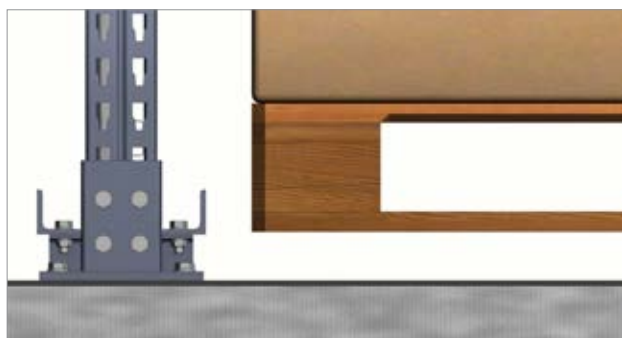
Es muy aconsejable colocarlos siempre en calles de gran profundidad.

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 la grúa 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 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.





Guiado con perfil LPN

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



Carril guía VGPC

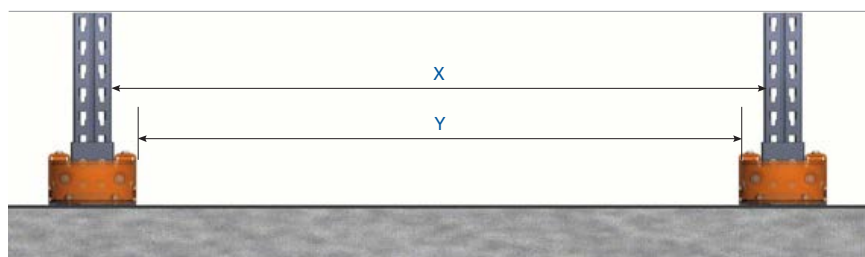
Muy usual en aquellos almacenes donde las carretillas que circulan por la calle compacta disponen de ruedas laterales de guiado.

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

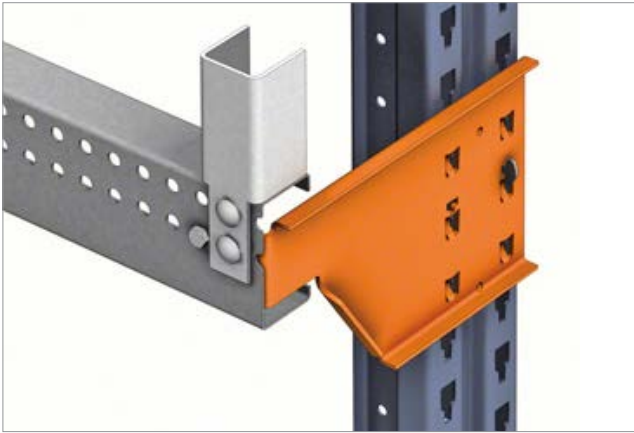
X: anchura de la calle
Y: distancia entre guías



Otro sistema de guiado sitúa perfiles en U 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 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 coloca cuando el carril de carga es de tipo C.



Centradores carril GP

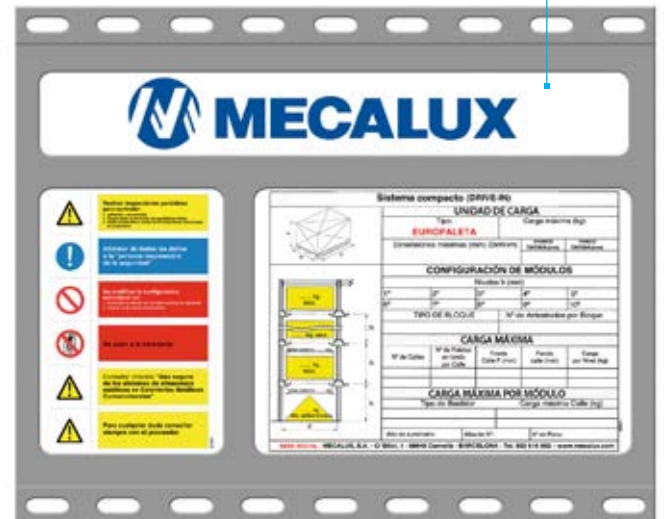
Se trata de piezas de material plástico inyectado de gran resistencia ensambladas a los extremos de la parte frontal de los carriles. Ayudan a encarrar el pallet en la entrada de cada calle.



Refuerzos puntal

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

Etiqueta de la inspección



Placas de señalización

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

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.



Estructura de los racks en condiciones sísmicas

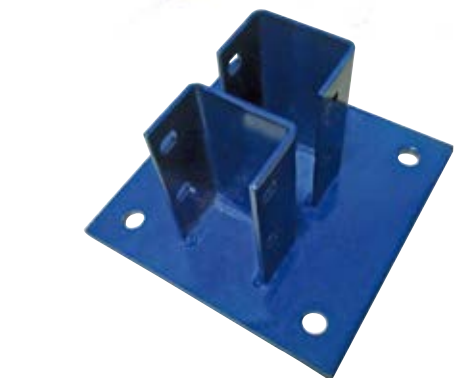
Mecalux cuenta con las herramientas tecnológicas que permiten diseñar una estructura de racks capaz de soportar los esfuerzos causados por eventos sísmicos. Su principal objetivo es ofrecer la máxima seguridad y fiabilidad al cliente en la operativa de su instalación.

Este sistema cumple con los niveles de seguridad exigidos por la norma sísmica vigente sobre el diseño de estructuras e instalaciones industriales.

Existen diferentes elementos a considerar cuando se diseña una estructura en condiciones sísmicas:

Sistema de atirantados

Sistema de riostras horizontales y verticales que constituyen planos de rigidización y aseguran la transmisión de los esfuerzos desde la estructura hacia la losa. Consiste en colocar perfiles sujetos a los soportes de rigidización que, a su vez, van unidos a los bastidores.



Refuerzo bastidor

Este refuerzo se coloca en la parte inferior del bastidor, uno al lado de cada puntal. Sin embargo, se consigue un estructura aun más resistente cuando, además del refuerzo bastidor, se instalan diagonales interiores.

Pie sísmico

Es una placa de gran sólidez que refuerza el sistema de anclaje entre la estructura y la losa, garantizando la correcta transmisión de los esfuerzos.

Torres de arriostamiento

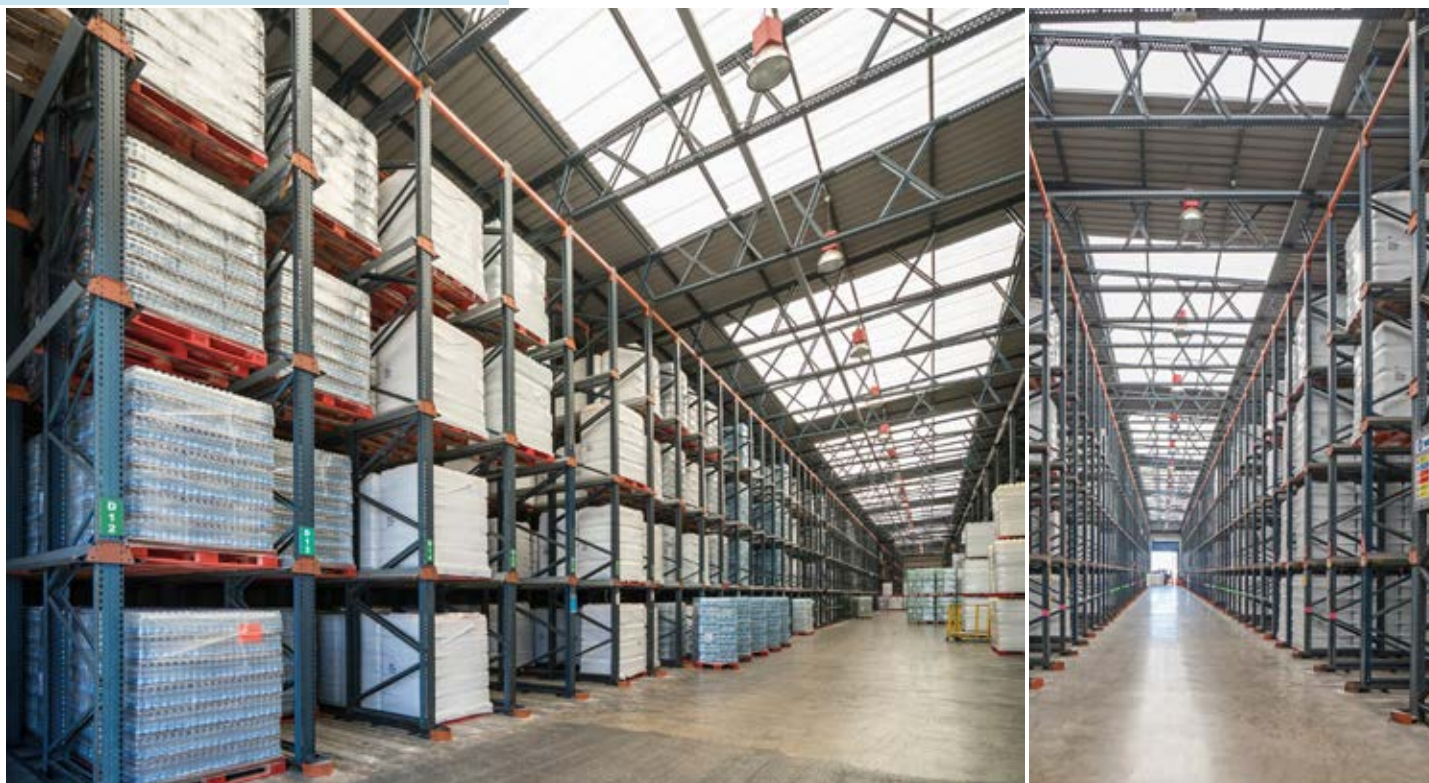
Estos elementos actúan como columnas de rigidización, reforzando la estructura ante cualquier movimiento sísmico.



Cámaras frigoríficas con rack penetrable

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.





Bodegas autoportantes con rack penetrable

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

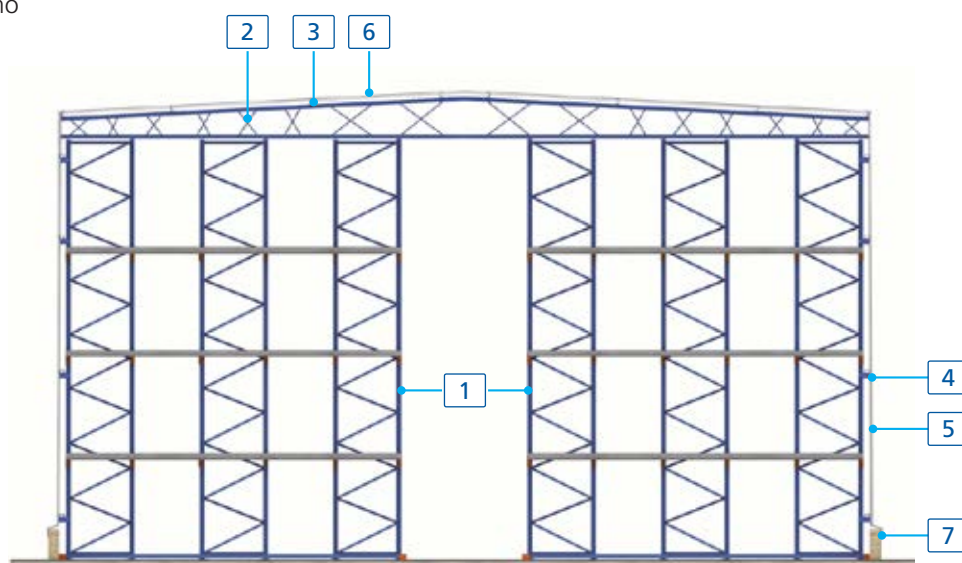
En estas instalaciones, los racks soportan su propio peso, la carga de los productos que almacenan como

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

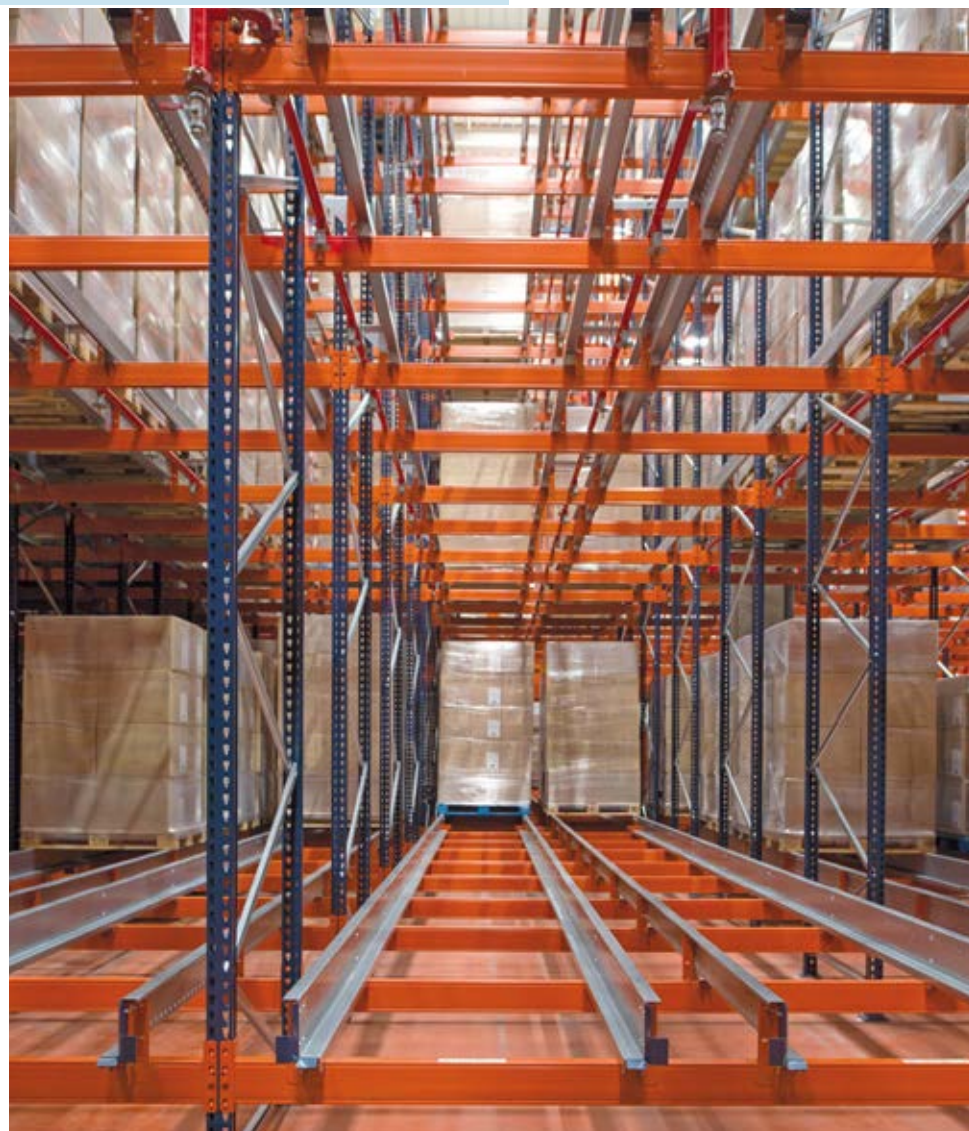
Estos bodegas están diseñados para trabajar tanto a temperatura ambiente como en frío (cámaras frigoríficas).

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







Bodegas automáticas 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 bodegas, 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 bodegas 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 de la bodega: recepción, almacenaje, 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 almacenaje
- > 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



SGA para e-commerce

Una logística omnicanal eficiente. Optimiza las operativas logísticas de las tiendas online, sea cual sea su tamaño, número de pedidos diarios o capacidad de almacenaje.



Multi Carrier Shipping Software

Automatiza el empaquetado, etiquetado y envío de artículos. Coordina la comunicación directa entre la bodega y las diversas agencias de transporte.



Store Fulfillment

Sincroniza el inventario y los flujos de trabajo para garantizar una óptima gestión del stock entre la bodega central y la red de tiendas físicas.



SGA para Producción

Facilita la trazabilidad en los procesos de fabricación. Garantiza el abastecimiento continuo de materias primas a las líneas de producción.



Supply Chain Analytics Software

Analiza los miles de datos que se generan a diario en una bodega, lo que permite al responsable tomar decisiones estratégicas basadas en el rendimiento real de las operativas.



Marketplaces & Ecommerce Platforms Integration

Sincroniza el stock en la bodega con el catálogo online en tiempo real. Easy WMS se conecta automáticamente con las principales plataformas digitales de venta y marketplaces como Amazon, Ebay o Prestashop.



SGA para almacenes 3PL

Gestiona la facturación entre un 3PL y sus clientes. Una plataforma de acceso exclusivo informa del estado del stock y de cómo realizar órdenes o solicitar envíos customizados.



Labor Management System (LMS)

Maximiza la productividad de las operaciones. Mide de forma objetiva el rendimiento de los operarios, detectando oportunidades de mejora para la compañía.



Software de Slotting para almacenes

Optimiza la gestión de ubicaciones en su bodega. Determina la ubicación óptima para cada referencia (o SKU) en función de un conjunto de reglas y criterios predeterminados (demanda histórica, actual y futura).



Yard Management System (software de gestión de patios)

Supervisa el movimiento de los vehículos en el patio del almacén o centro de distribución. Optimiza las operaciones en los muelles de carga para mejorar el flujo de los vehículos y evitar cuellos de botella en las entradas y salidas de mercadería.

Easy WMS en la nube

- » **Menor inversión** inicial al prescindir de servidores propios.
- » **Implementación** más rápida y sencilla.
- » **Soporte técnico y mantenimiento** más fácil y económico.
Total seguridad con Microsoft Azure.
- » Versión del **software actualizada** en todo momento.
- » **Máxima disponibilidad** para garantizar la continuidad de su negocio.
- » **Cuota adaptada** a las necesidades de cada negocio.



e-mail : info@mecalux.cl - mecalux.cl

MECALUX CHILE LTDA

SANTIAGO DE CHILE

Tel. 56 2 28276000

Américo Vespucio Norte 2500, Oficina 304, Vitacura

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 - Países Bajos - Italia - México - Perú - Polonia - Portugal - Reino Unido - Turquía - Uruguay

