ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Bastidores

Los bastidores son los elementos verticales básicos de la estructura. Cada bastidor consta de dos puntales unidos por un arriostramiento de perfiles transversales y horizontales armados con tornillos DIN 931 M8x35, calidad 8.8. Los tornillos son de acero de alta resistencia y están dotados de tuercas de seguridad autoblocantes DIN 985, con arandelas de teflon incorporadas para evitar que cedan con el uso.



Altura (mm)
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
5500
6000
6500
7000
7500
8000
8500

Fondo (mm)
400
500
600
800
1000
1200

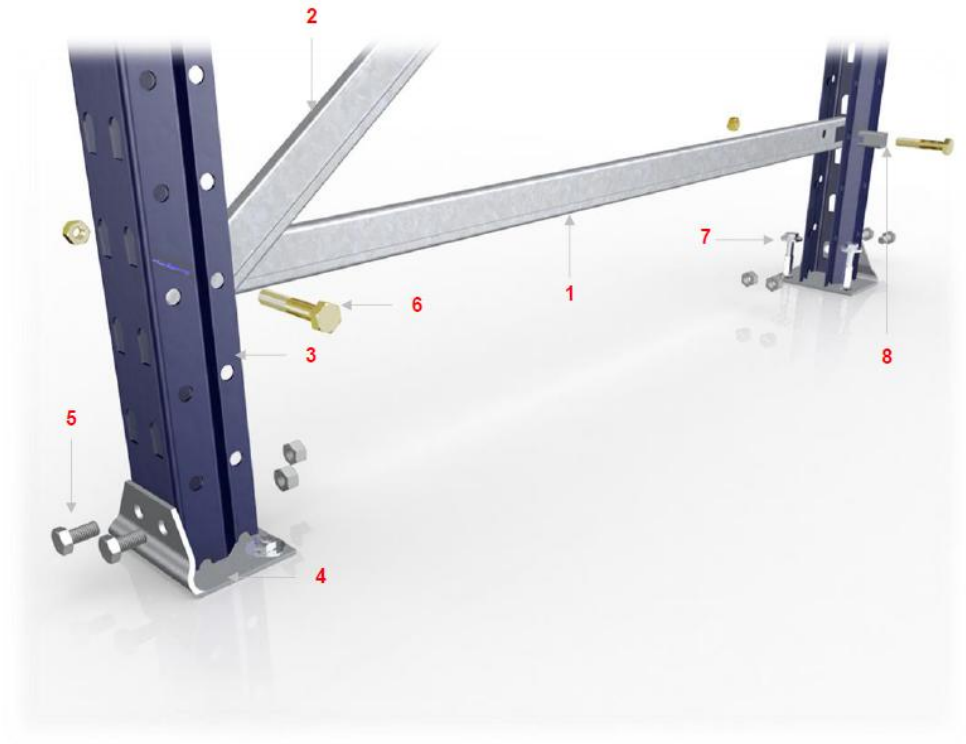
Esta estructura soporta la carga axil de compresión en condiciones de servicio y la transmiten al suelo. Asimismo, está sometido al empuje transversal provocado por las fuerzas mecánicas del sistema.

Arriostramientos o celosías

Perfiles de acero de calidad mínima garantizada DC01, pudiendo utilizar calidades superiores DC03 y DC04 según Norma UNE EN 10130. Su sección es en forma de C y sus dimensiones son 30x12x6.5 mm; están perforados en sus extremos por un taladro de 9 mm de diámetro. Su longitud depende del fondo del bastidor.

Los arriostramientos horizontales y diagonales están convenientemente triangulados. La intersección del elemento horizontal y diagonal, así como las intersecciones entre dos diagonales se fijan a los puntales mediante tornillos DIN931 M8x35 con tuerca autoblocante DIN 985 M8.

La siguiente ilustración muestra un detalle del inicio de la estructura arriostrada.



Nº	Descripción
1	Transversal
2	Diagonal
3	Puntal
4	Placa base

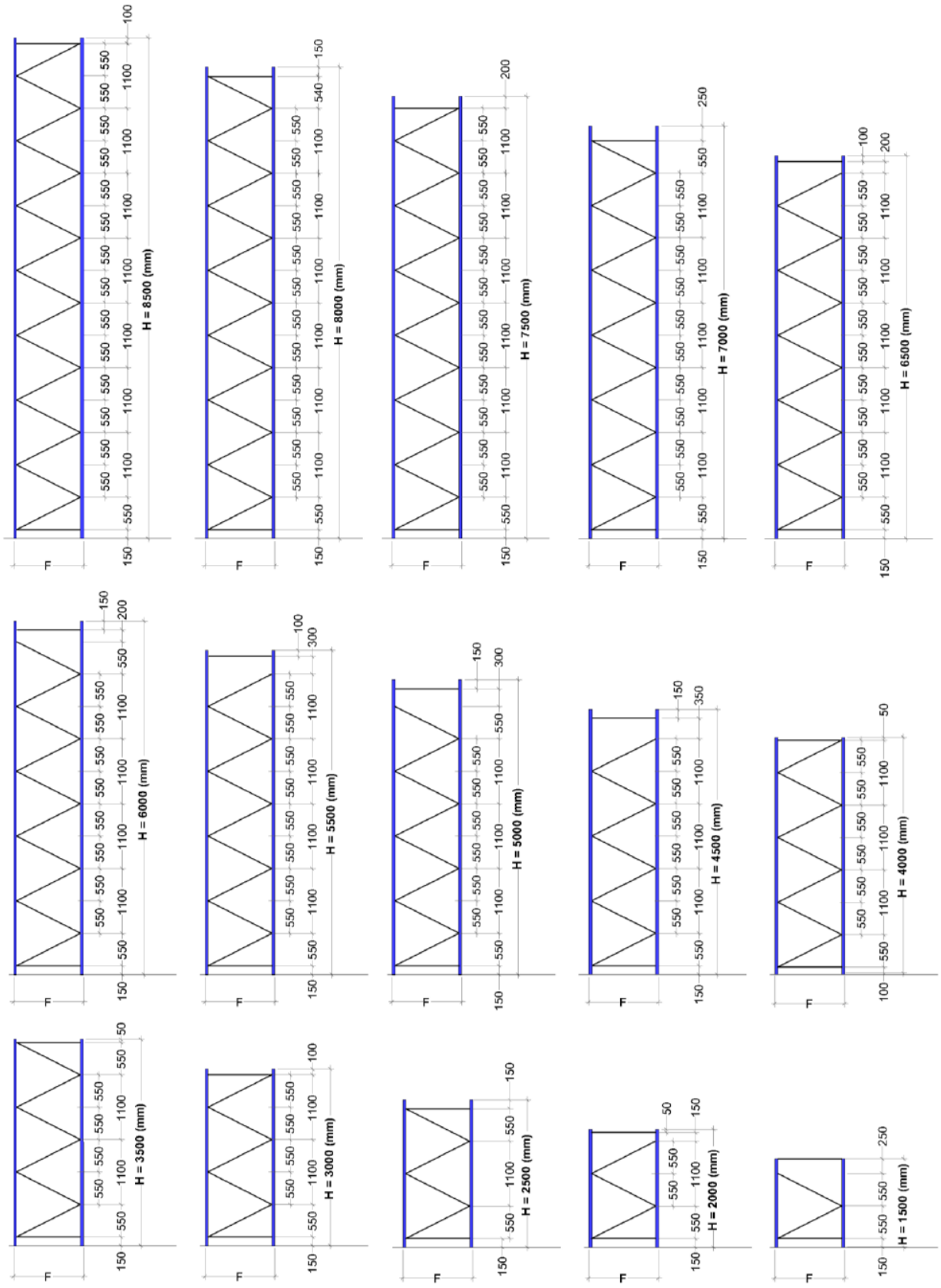
Nº	Descripción
5	Tornillo 8x15
6	Tornillo 8x35
7	Tornillo de anclaje
8	Casquillo de ajuste

La distancia entre arriostramientos diagonales es fija para todos los bastidores, 550 mm, dando una longitud del plano de celosía más largo h_p de 1100 mm. El ángulo entre los elementos, en general, oscila de 20º a 70º.

Los extremos libres de los perfiles horizontales y diagonales (donde no existen intersecciones) se atornillan a los puntales. Como complemento para evitar la holgura, entre arriostramiento y puntal, se utilizan los casquillos de ajuste. Son piezas rectangulares huecas de 14x14 mm y 23 mm de longitud, que hacen de tope entre el arriostramiento y el puntal.

En el siguiente esquema se ilustra la disposición de elementos de la composición descrita, así como sus cotas y detalle de montaje para cada altura de bastidor:

ESTANTERIA MEDIA CARGA-FICHA TECNICA



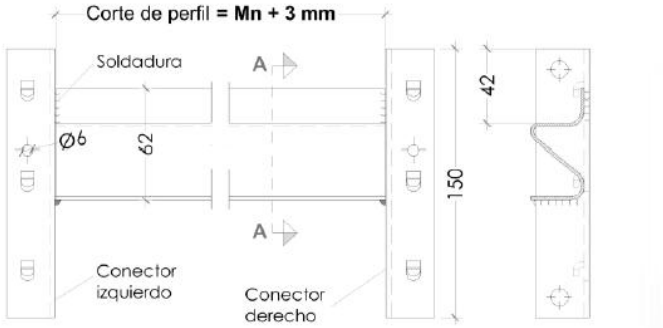
TRANSPORTABLE SL. Del Embalse, 9. Fuenlabrada (Madrid). Tf 916083113. www.transportable.es.
transportable@transportable.es

Largueros

Son los elementos horizontales que soportan la carga y constituyen, junto con los bastidores, los componentes estructurales básicos del sistema de almacenaje para cargas medias y pasillos elevados.

Dependiendo del producto a almacenar y la forma de acceso a la estantería para su manipulación se distinguen varios tipos de largueros para los módulos básicos del sistema:

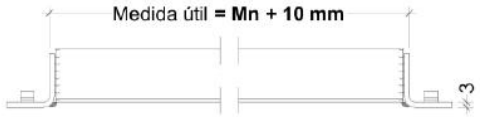
Largueros Z (Z60 y Z80). Están conformados con un perfil de sección en forma de "Z" en cuyos extremos se sueldan dos conectores para su ensamblaje al puntal del bastidor. Se utilizan en las configuraciones convencionales de este tipo de estantería. Su diseño permite la colocación de una superficie diáfana, que sirve de apoyo directo de la mercancía a almacenar. El sistema de manipulación de las unidades de carga es manual. El perfil a utilizar (Z60 o Z80, según la altura del mismo) se escoge en función del peso, uniformemente repartido, que ha de soportar el nivel de carga compuesto por cada par de largueros.



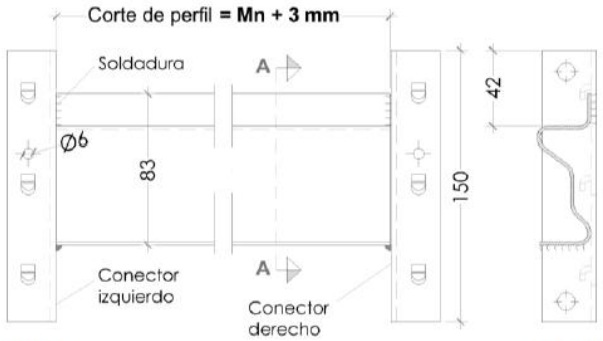
Alzado



Sección A-A



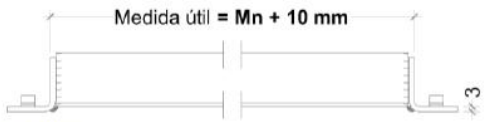
Planta



Alzado



Sección A-A



Planta

Fundamentalmente, los largueros están sometidos a fenómenos de flexión y pandeo lateral. Para un correcto funcionamiento frente a la abolladura, cada elemento plano está debidamente rigidizado en todas sus zonas comprimidas. De no ser así, podría fallar debido a esfuerzos cortantes, momentos flectores o a combinaciones de ambos. Para conseguir mayor rigidez y resistencia, los largueros tubulares están provistos de unas nervaduras longitudinales en toda su extensión.

Los largueros admiten una deformación máxima de un ducentésimo de su longitud total atendiendo a la Norma UNE EN 15620.

El ensamblaje de los largueros al bastidor se efectúa mediante el conector de vigas. Esta pieza transmite la carga del larguero al bastidor. Es un perfil conformado en frío de dimensiones 29x28x3 mm; se une al larguero mediante una soldadura robotizada, al objeto de obtener una unión muy rígida que cumple los más exigentes coeficientes de seguridad sobre valores de tracción para la función prevista.





La fijación al bastidor se realiza con tres salientes de 7,5 mm cada uno, efectuados en el conector que se encastran en los huecos correspondientes del bastidor. Este tipo de unión está específicamente diseñada para transmitir correctamente los empujes de la carga de servicio minimizando los esfuerzos del sistema, autocentrando las compresiones para evitar los riesgos de tensiones de cortadura.

Los conectores, una vez fijados al bastidor, son bloqueados por los pernos de seguridad, evitando desplazamientos verticales del elemento. No tiene, por tanto, misión resistente sino de fijación y evitación de movimientos provocados por empujes externos, fundamentalmente al maniobrar en un alveolo.

El sistema de ensamblaje descrito aporta una gran versatilidad de uso, minimizando los tiempos de manipulación de montaje-desmontaje y proporciona gran solidez y estabilidad longitudinal del conjunto.

INFORME TÉCNICO

Normativa de cálculo

Los sistemas de estanterías para carga manual convencional son dimensionados tomando como referencia los procedimientos de diseño y cálculo recogidos en la prenorma FEM 10.2.06-2 "Hand Loaded Steel Static Shelving", que a su vez son conformes a las Normas EN 1990, EN 1993-1-1 y EN 1993-1-3. El diseño se lleva a cabo teniendo en consideración las tolerancias, deformaciones y holguras especificadas en la Norma EN 15620 y en la operativa de uso descrita en la Norma EN 15635.

La comprobación de la estabilidad estática y de la estabilidad elástica, el cálculo de las tensiones y el cálculo de las deformaciones, se realizan con métodos basados en la Mecánica y en general en la Teoría de la Elasticidad, que en alguna ocasión admite de modo implícito la existencia de estados tensionales plásticos locales.

Ensayos mecánicos

La aplicación de la norma implica la realización de ensayos tanto de los distintos componentes individuales como de los ensamblajes necesarios para la configuración de la estructura. Estos ensayos han sido realizados por Lerma Laboratori d'elasticitat i Resistència de Materials, de la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.

Método y condiciones de cálculo

Los diseños estructurales se realizan según el método de los elementos finitos mediante cálculo de segundo orden considerando la no linealidad geométrica. También se consideran el comportamiento elastoplástico de la unión semirrígida del larguero con el puntal y del puntal con el suelo.

En particular, se observan los siguientes conceptos:

1. Acciones características y acciones ponderadas. Sus valores se han tomado según las necesidades particulares; los valores ponderados resultan de la aplicación del coeficiente de seguridad establecido en la norma EN 15512.

2. Acciones constantes. El peso propio de la instalación se incluye en el proceso de cálculo.

3. Acciones variables. Se tienen en cuenta las siguientes:
    a. Sobrecarga debido a elementos almacenados.
    b. Imperfecciones locales. Se consideran en el cálculo los efectos de pandeo de los puntales sometidos a compresión mediante la introducción de la excentricidad.
    c. Imperfección global. Se consideran esfuerzos horizontales equivalentes a 1/200 de la carga vertical almacenada (según norma EN 15512) para simular falsos aplomes de la estructura y/o de la carga o defectos del material.
    d. Fuerzas de emplazamiento. Se determina el emplazamiento más desfavorable de la carga (último nivel de carga) según recomendación de la norma EN 15512.

4. Acciones estáticas. Como supuesto de partida, las cargas se consideran estáticas y uniformemente repartidas sobre cada elemento estructural.

5. Acciones dinámicas. No se contempla en el cálculo estructural las cargas dinámicas.

6. Condiciones de seguridad estructural. Se considera una doble actuación: aumento de la cuantía de la carga a soportar mediante un coeficiente de mayoración y disminución del límite elástico del acero mediante un coeficiente de minoración, según directrices de la normativa EN 15512.

7. En el diseño se contemplan las tolerancias, deformaciones y holguras, incluyendo la interacción con el suelo, en aplicación de la norma EN 15620. El usuario debe asegurar el mantenimiento de los parámetros adecuados para el funcionamiento seguro de la instalación.

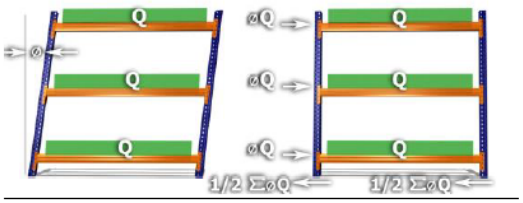
8. No se tienen en cuenta las acciones sísmica, térmica ni eólica en el cálculo del sistema.

Estabilidad de la instalación

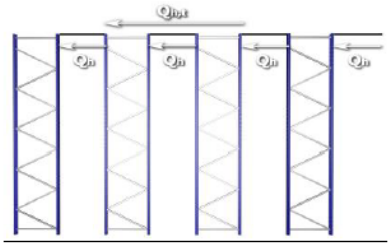
Para el adecuado dimensionamiento de las estanterías para carga manual, se realiza un estudio con dos cálculos que corresponden a las dos direcciones principales: longitudinal y transversal. Estos dos cálculos son independientes y no combinables.

Estabilidad longitudinal. La dirección longitudinal es la dirección paralela a los pasillos de almacenamiento de la instalación. La unión del conector del larguero con el puntal proporciona un nivel de empotramiento tal que garantiza la estabilidad longitudinal del conjunto.

Estabilidad transversal. Dirección transversal se entiende la dirección perpendicular a la dirección de los pasillos de almacenamiento de la instalación. En la dirección transversal la estabilidad viene proporcionada por las transversales y diagonales de los bastidores que hacen que este trabaje como viga en celosía. Todos los elementos se sujetan al suelo, según su magnitud, con tornillería de anclaje de expansión.



Estabilidad longitudinal



Estabilidad transversal

La definición de las hipótesis de carga ha sido realizada teniendo en cuenta las directrices de la norma EN 15512 según las condiciones de cálculo anteriormente expuestas, verificando las tensiones y deformaciones y la estabilidad longitudinal y transversal, contemplando las acciones constantes y variables que inciden sobre la estructura.

La deformación máxima admisible en largueros viene limitada, de acuerdo con las indicaciones de la norma EN 15620, a la ducentésima parte de la longitud de los mismos (L/200).

Asimismo, la deformación lateral o desplazamiento máximo admisible de los puntales de la estantería, según la mencionada norma, se fija en la ducentésima parte de la altura de la misma (H/200).

La seguridad de la estantería vendrá condicionada en gran medida por las características, estado físico y planimetría de la superficie sobre la que se instale. Según la norma europea EN 15629, es fundamental que el suelo sea capaz de soportar las cargas consideradas y el uso previsto. El cliente ha de asegurar que el mismo es adecuado según los requerimientos del proyecto particular.

CAPACIDADES DE CARGA

Perfil 50x53x1,5	
Separación máxima entre niveles	**Carga admisible**
de 200 a 500 mm	7.000 Kg
de 500 a 1.000 mm	6.300 Kg
de 1.000 a 1.500 mm	5.400 Kg
de 1.500 a 2.000 mm	4.300 Kg

Capacidad de carga nominal de bastidores ≥ 4000 mm

Las capacidades de carga para bastidores expresadas en la tabla anterior estarán limitadas, además de por la separación entre niveles, por la altura de pandeo (medida del suelo al primer nivel), por el peso propio de los largueros de todos los niveles de carga y, en su caso, por los accesorios colocados sobre ellos, aparte de las unidades de carga (travesaños, maderas o derivados, tramex, topes, rejillas, mallas anticaida, etc.

Asimismo, las cargas máximas por nivel (par de largueros) que se especifican en la tabla siguiente, han de ser minoradas por el peso propio del portante para la mercancía (chapa, madera o derivados, tramex, etc.) a colocar en el nivel. También se ajustarán según el número total de niveles admisibles que permita la capacidad total de carga del bastidor utilizado en la configuración y la reducción producida por el peso y uso del pasillo o altillo a instalar.

	Longitud Mn (mm)						
	1000	**1200**	**1400**	**1600**	**1800**	**2200**	**2600**
Perfil Z80	1600	1270	1040	920	720	610	420
Perfil Z60	944	752	621	527	456	358	
Perfil D55	834	710	520	400	315	210	
Larguero colgador	600	550	500	450	400	350	

Capacidad de carga nominal por nivel (par de largueros)
Carga máxima uniformemente repartida sobre dos largueros. Flecha máxima l/200

Por todo lo expuesto anteriormente, las capacidades portantes consignadas en las dos tablas anteriores, deben tomarse como preliminares y sólo como referencia, dado que serán ajustadas por las limitaciones de carga y uso que en todo caso ha de determinar y observar el proyecto realizado . En función de todas ellas, el resultado obtenido tendrá la consideración de prioritario, independientemente de la capacidad de carga nominal expresada en las mencionadas tablas.

NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIONES

FEM AEM
Asociación Española
de Manutención

TÜV
TÜV Internacional
Grupo TÜV Rheinland
UNE-EN ISO
9001:2008
Nº 0.04.03229

F.E.M.
Federación Europea
de Manutención

FEM AEM
Asociación Española
de Manutención
ASOCIADO
Nº 6470 Certificado acreditativo de empresa asociada a FEM-AEM (Comité Nacional de FEM)
FEDERATION OF EUROPEAN MATERIALS HANDLING
F.E.M.