



Código CTU
Guia Básica de
cordstrap

Índice de contenidos

	Preámbulo.....	2
Capítulo 1.	Introducción.....	3
Capítulo 4.	Cadenas de responsabilidad y de información.....	5
Capítulo 5.	Condiciones generales de transporte.....	53
Capítulo 9.	Arrumazón de la carga en unidades de transporte (CTU).....	10
 Anexos		
Anexo 3	Prevención de daños por condensación.....	55
Anexo 7	Agrupación y sujeción de la carga en las unidades de transporte (CTU)	11
Apéndice 1	Marcas del embalaje	38
Apéndice 2	Factores de fricción	42
Apéndice 3	Métodos prácticos para la determinación del factor de fricción μ	44
Apéndice 4	Cálculos específicos de agrupación y métodos de sujeción específicos ...	46
Apéndice 5	Prueba práctica de la inclinación para determinar la eficacia de los medios de sujeción de la carga	50

Preámbulo

La utilización de contenedores, cajas amovibles, vehículos y otras unidades de transporte reduce considerablemente el riesgo de daño físico que corren las cargas. Sin embargo, la arrumazón inadecuada o descuidada de las cargas en tales unidades, o su incorrecta inmovilización, ligazón o sujeción, pueden causar lesiones al personal durante las operaciones de manipulación y transporte. Además, se pueden ocasionar daños graves y costosos a la carga o al equipo.

Los tipos de carga transportados en contenedores han aumentado durante el transcurso de los años y las ideas innovadoras, por ejemplo el uso de flexitanques y otras novedades, permiten el acarreo en unidades de transporte de cargas pesadas y voluminosas que tradicionalmente se cargaban directamente en la bodega de los buques (por ejemplo piedras, piezas de acero, desechos y cargas sobredimensionadas).

La persona que arruma y afianza la carga en la unidad de transporte puede ser la última persona que dé un vistazo a su interior hasta que la abran en su punto de destino. Por consiguiente, en la cadena de transporte son muchos los que dependen de la destreza de esa persona, como por ejemplo:

- conductores de vehículos y otros usuarios de la carretera, cuando la unidad se transporte por ese medio;
- ferroviarios y demás personal que trabaje en los ferrocarriles, cuando la unidad se transporte por tren;
- tripulantes de buques que naveguen en aguas interiores, cuando la unidad se transporte por ese medio;
- personal encargado de la manipulación de la carga en terminales, cuando la unidad se transfiera de un modo de transporte a otro;
- trabajadores portuarios cuando se efectúe la carga o la descarga de la unidad;
- tripulantes de un buque de altura durante la operación de transporte;
- personal encargado de las inspecciones por ley de las cargas; y
- personal encargado de desarrumar la unidad.

Un contenedor, una caja amovible o un vehículo deficientemente arrumado puede poner en peligro a todas esas personas, a los pasajeros y al público.



Capítulo 1. Introducción

1.1 Aplicabilidad

1.1.1 El propósito de este Código OMI/OIT/CEPE-Naciones Unidas sobre la arrumazón de las unidades de transporte (Código CTU) es el de prestar consejo sobre la arrumazón sin riesgos de unidades de transporte a los encargados de las operaciones de arrumazón y sujeción de la carga y a quienes imparten formación a personal para la arrumazón de esas unidades. Tiene también por objeto resumir los aspectos teóricos de las operaciones de arrumazón y sujeción y recomendar medidas prácticas para garantizar la arrumazón sin riesgos de la carga en las unidades de transporte.

1.1.2 Además de prestar consejo a los encargados de las operaciones de arrumazón, el Código CTU facilita información y recomendaciones a todas las partes de la cadena de suministro, incluido el personal encargado de la desarrumazón de las unidades de transporte

1.1.3 El propósito del Código CTU no es contravenir, ni sustituir, las reglamentaciones nacionales o internacionales vigentes que puedan aplicarse a la arrumazón o sujeción de la carga en unidades de transporte, en particular las que se aplican a un modo de transporte solamente, por ejemplo el transporte de carga en vagones de ferrocarril únicamente.

1.2 Seguridad

1.2.1 La carga mal arrumada y sujeta, el uso de unidades de transporte inadecuadas y la carga excesiva de las unidades de transporte pueden poner en peligro a las personas durante las operaciones de manipulación y transporte. Por otra parte, la declaración incorrecta de la carga puede a su vez crear situaciones peligrosas. La declaración falsa de la masa bruta de la unidad puede dar como resultado la carga excesiva de un vehículo de carretera o de un vagón ferroviario o la asignación de un lugar de estiba inadecuado a bordo de un buque, lo cual por consiguiente comprometería la seguridad del buque.

1.2.2 El control insuficiente de la humedad podría ocasionar graves daños a la carga y provocar su desplome y además la pérdida de estabilidad de la unidad de transporte

1.3 Protección

1.3.1 Es importante que todo el personal que interviene en la arrumazón, precintado de seguridad, manipulación, transporte y procesamiento de las cargas sea consciente de la necesidad de ejercer la debida vigilancia y de aplicar adecuadamente los procedimientos prácticos para incrementar la protección, de conformidad con la legislación nacional y los acuerdos internacionales.

1.3.2 En diversos instrumentos pueden encontrarse orientaciones sobre los aspectos relativos a la seguridad del movimiento de las unidades de transporte destinadas a ser transportadas por mar, entre los que cabe destacar el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, (Convenio SOLAS) enmendado, el Código internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias (Código PBIP), el Repertorio de recomendaciones prácticas OMI/OIT sobre protección en los puertos y las Normas y especificaciones disponibles para el público elaboradas o que están siendo elaboradas por la Organización Internacional de Normalización (ISO) a fin de abordar la gestión de la protección de la carga y otros aspectos de la protección de la cadena de suministro. Asimismo, la Organización Mundial de Aduanas (OMA) ha elaborado un Marco normativo para facilitar y hacer más seguro el comercio global.

1.4 Cómo utilizar el Código CTU

1.4.1 Este Código consta de 13 capítulos, la mayoría de los cuales se remiten a uno o más anexos, lo cual se indica en el texto cuando procede. Se dispone de otras orientaciones prácticas e información general a manera de material informativo¹ que no constituyen parte de este Código. En el cuadro 1, al final de este capítulo, se facilita un resumen del contenido de cada capítulo.

1.4.2 En el material informativo IM1 se facilita más información acerca de las consecuencias del uso de procedimientos de arrumazón inadecuados.

¹ Disponible en www.unece.org/trans/wp24/guidelinespackingctus/intro.html.

- 1.4.3 Después de la introducción que constituye este capítulo 1, en el capítulo 2 se facilitan definiciones de los términos utilizados en el Código. En el capítulo 3 se da una visión de conjunto de cuestiones de seguridad básicas relacionadas con la arrumazón de las unidades de transporte, indicadas brevemente como acciones que deben hacerse y que no deben hacerse. En los capítulos posteriores y en los anexos correspondientes se suministra información detallada sobre la forma de cumplir con las primeras y de evitar las segundas.
- 1.4.4 En el capítulo 4 se señalan las cadenas de responsabilidad y de información de las partes más importantes que integran la cadena de suministro. Se complementa con el anexo 1, sobre el flujo de información, y, particularmente por lo que se refiere a los operadores de terminales, con el anexo 2, que trata de la manipulación segura de las unidades de transporte. La información acerca de documentos típicos relacionados con el transporte se puede obtener consultando el material informativo IM2.
- 1.4.5 En el capítulo 5 (condiciones generales de transporte) se describen las fuerzas de aceleración y las condiciones climáticas a las que se expone una unidad de transporte durante el viaje. En el anexo 3 se suministran orientaciones adicionales sobre la prevención de los daños por condensación.
- 1.4.6 El capítulo 6 (características de las unidades de transporte), el capítulo 7 (idoneidad de las unidades de transporte) y el capítulo 8 (llegada, comprobaciones y colocación de las unidades de transporte) deberían tenerse en cuenta a la hora de seleccionar la unidad de transporte idónea para la carga que se va a transportar y para asegurarse de que sea adecuada para el fin al que se va a destinar. En el anexo 4 (placas de aprobación), en el anexo 5 (recepción de las unidades de transporte) y en el anexo 6 (reducción al mínimo del riesgo de recontaminación) se facilitan orientaciones adicionales acerca de estos aspectos. En el material informativo IM3 se ofrece más información sobre las características de los distintos tipos de unidades de transporte y en el material informativo IM4 a su vez figura más información acerca de las especies animales que pueden ser motivo de preocupación por lo que se refiere a la recontaminación.
- 1.4.7 El capítulo 9 (arrumazón de la carga en unidades de transporte) es el capítulo central de este Código, pues trata de la operación de arrumazón en sí. Este capítulo remite al usuario a las disposiciones conexas en el anexo 7, en que se suministra información detallada sobre la distribución de la carga, los medios de sujeción, la capacidad de los dispositivos de sujeción y los métodos para la evaluación de la eficacia de un determinado medio de sujeción. Este anexo se complementa con varios apéndices relativos a las marcas del embalaje/envase, los factores de fricción y cálculos para la distribución de la carga y la sujeción de los bultos. En el anexo 8 se facilitan orientaciones para trabajar en el techo de las unidades de transporte cisterna y de las unidades de transporte de cargas sólidas a granel. Una buena herramienta práctica para facilitar la evaluación de la eficacia de los medios de sujeción de la carga son las "orientaciones sobre trinca rápida" que figuran en el material informativo IM5. Además, en el material informativo IM6 se facilita información muy detallada sobre la distribución de la carga intermodal. En el material informativo IM7 se ofrece información sobre la manipulación manual de la carga. Finalmente, en el material informativo IM8 figura información sobre el transporte de mercancías perecederas.
- 1.4.8 En el capítulo 10 se facilitan indicaciones adicionales para la arrumazón de mercancías peligrosas. En el capítulo 11 se describen las medidas que se han de adoptar al concluir la operación de arrumazón. En el material IM9 se facilita información acerca de los precintos de las unidades de transporte.
- 1.4.9 En el capítulo 12 se facilitan indicaciones acerca de la recepción y desarrumazón de las unidades de transporte y se complementa con el anexo 5 (recepción de unidades de transporte) y el anexo 9 (fumigación). En el material informativo IM10 figura información adicional acerca del ensayo con gas.
- 1.4.10 En el capítulo 13 se resumen los requisitos que se exige al personal encargado de la arrumazón de las unidades de transporte. En el anexo 10 se describen los temas que se deben tener en cuenta en un programa de formación.
- 1.5 Normas
- Tanto en este Código como en sus anexos y apéndices cualquier referencia a normas nacionales o regionales se hace para fines de información solamente. Las administraciones podrán sustituirlas por otras normas que se consideren equivalentes.

Capítulo 4. Cadenas de responsabilidad y de información

Nota: Las definiciones se encuentran en el capítulo 2.

4.1 Cadena de responsabilidad

4.1.1 En general, en las operaciones de transporte efectuadas en particular con unidades de transporte intervienen varias partes, cada una de las cuales tiene la responsabilidad de asegurarse de que la carga se transporte a través de la cadena de suministro sin problema alguno. No obstante la existencia de cualquier legislación nacional o contratos entre las partes interesadas, en la cadena de responsabilidad que se examina a continuación se identifican las responsabilidades funcionales de las partes interesadas.

4.1.2 Si bien por lo general en un contrato de transporte el transportista es responsable en virtud de ese contrato de entregar la carga en la misma condición en que se recibió, corresponde al expedidor entregar una carga que sea segura y adecuada para el transporte. Por tanto, el expedidor sigue siendo responsable de cualquier deficiencia que tenga la unidad de transporte que sea resultado de una arrumazón y una sujeción deficientes. Ello no obstante, cuando el expedidor no sea la empresa encargada de la arrumazón ni el consignador, estos dos últimos deberían cumplir su obligación con el expedidor asegurándose para ello de que la unidad reúna las condiciones de seguridad necesarias para el transporte. De lo contrario, el expedidor podría responsabilizar a estas dos partes de cualquier falta o deficiencia que se pueda atribuir a procedimientos deficientes de arrumazón, sujeción, manipulación o notificación.

4.1.3 Dentro de esta cadena de responsabilidad, cada una de sus partes debería cumplir con sus responsabilidades individuales y, al hacerlo, aumentar la seguridad y reducir el riesgo de que las personas que intervienen en la cadena de suministro se lesionen.

4.1.4 Todas las personas que intervienen en el movimiento de las unidades de transporte también tienen el deber de asegurarse, de acuerdo con sus funciones y responsabilidades en la cadena de suministro, de que la unidad de transporte no esté infestada con plantas, productos de plantas, insectos u otros animales, o de que no lleve mercancías o inmigrantes ilegales, contrabando o cargas no declaradas o declaradas incorrectamente.

4.1.5 La cadena de suministro es una operación compleja y es posible que un modo de transporte individual haya definido términos para las partes que componen la cadena que no corresponden a los de otros modos de transporte.

4.1.6 Una sola entidad puede encargarse de una o más de las funciones que se enumeran más abajo. El flujo de información entre las funciones se vuelve a analizar en el anexo 1.

4.2 Las funciones dentro de la cadena de suministro

Las tareas se asignan como se indica a continuación entre las diferentes funciones que conforman una cadena de transporte intermodal:

4.2.1 El operador de las unidades de transporte es responsable de suministrar unidades que:

- Sean adecuadas para el fin al que se van a destinar;
- Cumplan con los requisitos internacionales sobre integridad estructural;
- Cumplan con los reglamentos de seguridad internacionales o nacionales;
- Estén limpias y no tengan residuos de carga, materiales nocivos, plantas, productos de plantas ni plagas visibles.

4.2.2 El consignador es responsable de:

- Describir correctamente las mercancías, incluida la masa de la carga útil total;
- Informar a la empresa encargada de la arrumazón/expedidor de cualquier parámetro de transporte poco usual que puedan presentar los bultos individualmente; por ejemplo, el desplazamiento del centro de gravedad, o de temperaturas de transporte por debajo o por encima de las temperaturas especificadas;
- Asegurarse de que los bultos y cargas unitarias estén en condiciones de resistir los esfuerzos que son de esperar en condiciones normales de transporte;

- Facilitar toda la información requerida para una arrumazón adecuada;
- Asegurarse de que las mercancías transportadas en bultos y cargas unitarias estén bien sujetas a fin de prevenir daños durante el transporte;
- Asegurarse de que las mercancías se ventilen, de forma que los gases nocivos o perjudiciales se puedan disipar antes de la arrumazón;
- Asegurarse de que las mercancías peligrosas estén correctamente clasificadas, arrumadas y etiquetadas;
- Asegurarse de que el documento de transporte de mercancías peligrosas esté relleno y firmado y que se haya transmitido a la empresa encargada de la arrumazón, el transitario, el expedidor (si no, el consignador) y el transportista, según corresponda.

4.2.3 La empresa encargada de la arrumazón es responsable de:

- Asegurarse de que la unidad de transporte se inspeccione antes de la arrumazón y de que esté en condiciones adecuadas para el transporte de la carga;
- Asegurarse de que el piso de la unidad de transporte no se somete a esfuerzos excesivos durante las operaciones de arrumazón;
- Asegurarse de que la carga esté correctamente distribuida en la unidad de transporte y debidamente apoyada cuando sea necesario;
- Asegurarse de que la unidad de transporte no esté sobrecargada;
- Asegurarse de que la carga esté debidamente sujeta en la unidad de transporte;
- Asegurarse de que se apliquen medidas para evitar el movimiento de plantas, productos de plantas y plagas visibles, por ejemplo cerrando puertas y lonas alquitranadas una vez que las operaciones de arrumazón hayan comenzado, pero que no se estén desarrollando en ese momento, y de que se utilicen luces que solo atraigan un mínimo de insectos;
- Cerrar debidamente la unidad de transporte y precintarla, cuando sea necesario, y comunicar al expedidor los datos relativos al precinto. Las unidades de transporte para uso internacional deberían precintarse;
- Colocar las marcas y los rótulos en la unidad de transporte según lo requieran los reglamentos sobre las mercancías peligrosas;
- Colocar la marca de fumigación si se ha aplicado un producto de fumigación como parte del proceso de arrumazón;
- Determinar con precisión la masa bruta³ de la unidad de transporte y comunicársela al expedidor;
- Asegurarse de que no se arrumen mercancías peligrosas incompatibles. Durante toda la cadena de transporte se deberían tener en cuenta todas las leyes sobre mercancías peligrosas;
- Suministrar el certificado de arrumazón del contenedor/vehículo (documento nuevo o declaración firmada en la documentación del transporte de mercancías peligrosas, según corresponda) y remitir todo documento al expedidor;
- La empresa encargada de la arrumazón debería además transmitir al expedidor información relativa a cualquier contenedor con una capacidad de apilamiento reducida (menos de 192 000 kg marcada en la placa de aprobación relativa a la seguridad CSC)⁴

³ Es preciso verificar la masa bruta de la unidad de transporte antes de dar inicio a la operación de transporte. Las masas brutas incorrectas representan un peligro para cualquier modo de transporte. Por tanto, deberían verificarse antes de que la unidad salga de las instalaciones de la empresa encargada de la arrumazón. Si el proveedor de un determinado modo de transporte considera necesario efectuar una nueva verificación cuando la unidad se transfiere de un modo a otro, será esta una medida fuera del ámbito de este Código que podrá estar contemplada en los reglamentos que rigen ese modo. Cuando una carga se transporta por carretera o por ferrocarril solamente, la empresa encargada de la arrumazón solo debe notificar al transportista la masa de la carga y de cualquier material de embalaje/envase y de sujeción cuando se desconozca la tara del vehículo de transporte.

⁴ Desde el 1 de enero de 2012, y en virtud de lo que se dispone en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (Convenio CSC), todos los contenedores con una capacidad reducida de apilamiento o de resistencia a la deformación transversal deben marcarse como se indica en la última versión de la norma ISO 6346: Contenedores – Codificación, identificación y marcado

4.2.4 El expedidor es responsable de asegurarse de que:

- Se llegue a un acuerdo claro acerca de la distribución del trabajo de arrumazón y sujeción que se comunique al consignador y al transportista o transportistas;
- Se utilice una unidad de transporte adecuada para la carga y para el transporte previstos;
- Se pida una unidad que sea segura para el transporte y que esté limpia y no tenga residuos de carga, materiales nocivos, plantas, productos de plantas ni plagas visibles antes de que se entregue al consignador o empresa encargada de la arrumazón.
- Se seleccionen modos adecuados de transporte para reducir al mínimo el riesgo de accidentes y daños a la carga;
- Se reciban todos los documentos requeridos del consignador y de la empresa encargada de la arrumazón;
- Se seleccionen modos adecuados de transporte para reducir al mínimo el riesgo de accidentes y daños a la carga;
- Se reciban todos los documentos requeridos del consignador y de la empresa encargada de la arrumazón;
- La carga en el interior de la unidad esté descrita por completo y con la debida precisión;
- La masa bruta de la unidad de transporte se haya determinado con exactitud;
- La descripción correcta de la carga⁵ se comunique al transportista tan pronto como la solicite.
- La masa bruta verificada se comunique al transportista tan pronto como la solicite;
- Tratándose de mercancías peligrosas, el documento de transporte y (para el transporte por mar) el certificado de arrumazón se transmiten al transportista antes de que dé inicio el transporte y tan pronto como los solicite.
- Tratándose de mercancías de temperatura regulada, se gradúe correctamente la unidad de control con el valor establecido de regulación de la temperatura y que este se anote en los documentos de transporte/de embarque.
- Cuando así se requiera, se fije un precinto inmediatamente después de que concluya la arrumazón de la unidad de transporte;
- Cuando así se requiera, se comunique al transportista el número del precinto;
- Se informe al transportista de cualquier característica fuera de lo común; por ejemplo, una capacidad de apilamiento reducida y la presencia de carga sobredimensionada;
- La declaración del expedidor sea correcta;
- Las instrucciones de expedición se remitan al transportista oportunamente y que la unidad de transporte se ajuste al plazo de la ventanilla de entrega para la salida;
- La unidad de transporte llegue a la terminal antes de que venza el plazo establecido para la recepción de las cargas;
- Se transmita al consignatario la información relativa a la remesa, la descripción de los bultos y, en el caso de contenedores, la masa bruta verificada.

⁵ Una descripción de la carga debería incluir las mercancías y el embalaje/envase, por ejemplo vino en un flexitanque, canales de res colgantes congeladas o el número o tipo de bultos. Sin embargo, los reglamentos nacionales y/o regionales pueden imponer requisitos adicionales para el alcance y nivel de detalle de las descripciones de la carga, incluido el uso de códigos del Sistema armonizado.

- 4.2.5 El transportista por carretera es responsable de:
- Confirmar que la masa bruta, la longitud, anchura y altura del vehículo se encuentran dentro de los límites de los reglamentos nacionales sobre carreteras/autopistas;
 - Asegurarse de que el conductor pueda descansar lo suficiente y que no conduzca cuando esté fatigado;
 - Excepto cuando la unidad de transporte sea un remolque, sujetarla debidamente en el remolque o chasis;
 - Mover la unidad de transporte de tal manera que ni la unidad ni la carga se sometan a esfuerzos excepcionales.
- 4.2.6 El transportista ferroviario es responsable de:
- Manipular la unidad de transporte de tal manera que no se dañe la carga;
 - Excepto cuando la unidad de transporte sea un vagón de ferrocarril, sujetarla debidamente en el vagón.
- 4.2.7 La empresa de transporte intermodal es responsable de::
- Asegurarse de que se apliquen métodos de prevención de plagas adecuados, que podrán incluir la retirada de lodos y tierra de la unidad de transporte;
 - Cumplir con el anexo 2.
- 4.2.8 El transportista por mar es responsable de:
- Cuando proceda, comprobar que se mantienen las temperaturas convenidas en la unidad de transporte y actuar si observa variaciones;
 - Sujetar la unidad en el medio de transporte;
 - Transportar la unidad con arreglo a lo acordado y a todos los reglamentos aplicables;
 - Proporcionar personal capacitado para que se ocupe de todos los tipos de cargas (carga diversa, cargas a granel húmedas y secas, mercancías peligrosas, cargas sobredimensionadas, cargas refrigeradas y cargas transportadas sin contenedor).
- 4.2.9 El consignatario/receptor de las unidades de transporte es responsable de:
- No imponer esfuerzos excesivos al piso de la unidad de transporte durante las operaciones de deshacer la estiba ;
 - Ventilar correctamente la unidad de transporte antes de entrar en ella;
 - Confirmar que la atmósfera en el interior de la unidad no es peligrosa antes de permitir la entrada de personal;
 - Determinar si la unidad de transporte tiene daños e informar al transportista;
 - Devolver la unidad al operador de las unidades de transporte completamente vacía y limpia, a menos que se disponga otra cosa;
 - Retirar todas las marcas, rótulos y letreros correspondientes a las remesas anteriores.
- 4.2.10 Se anima a los expedidores de unidades de transporte vacías y a los operadores de unidades vacías a que implanten prácticas y procedimientos para asegurarse de que estén vacías
- 4.2.11 Todas las partes mencionadas en la sección 4.2 deberían reducir al mínimo el riesgo de recontaminación de las unidades de transporte cuando se encuentren bajo su cuidado. Para ello podrán poner en práctica lo siguiente:
- Programas adecuados de gestión de plagas;
 - La retirada de plantas, productos de plantas o plagas visibles, teniendo en cuenta las funciones y responsabilidades de cada parte dentro de la cadena de suministro y, además, la imposibilidad de inspeccionar el interior de unidades de transporte cerradas y precintadas para determinar si se han vuelto a contaminar.

Para más información, véase el anexo 6

4.2.12 Todas las partes deberían asegurarse de que el flujo de información se transmita a las partes determinadas en el contrato de transporte a lo largo de la cadena de suministro. Dicha información debería incluir:

- La determinación, de acuerdo con la evaluación de los riesgos⁶, de los riesgos para la integridad de la unidad de transporte que puedan presentarse a todo lo largo o en parte de la travesía;
- Identificación de la unidad de transporte;
- Número del precinto (cuando se requiera);
- Masa bruta verificada de la unidad de transporte;
- Descripción precisa de la carga transportada en la unidad de transporte;
- Descripción correcta de las mercancías peligrosas;
- Documentación de transporte correcta y apropiada;
- Toda información requerida para fines de seguridad, protección, fitosanitarios, veterinarios y de aduanas y en relación con otros ámbitos normativos.

⁶ Por ejemplo, la norma ISO 31000 Risk management – Principles and guidelines.

Capítulo 9 Arrumazón de la carga en las unidades de transporte CTUs

9.1 Planificación de la arrumazón

9.1.1 Los encargados de la arrumazón deberían asegurarse de que :

- El proceso de la arrumazón se planifique con antelación en la medida de lo posible;
- Las cargas incompatibles se segreguen;
- Se observen las instrucciones especiales de manipulación aplicables a determinadas cargas;
- No se exceda la carga útil máxima autorizada;
- Se observen las restricciones relativas a las cargas concentradas;
- Se observen las restricciones relativas a la excentricidad del centro de gravedad;
- La carga y los materiales de sujeción cumplan con las Normas internacionales para medidas fitosanitarias ¹¹, cuando proceda.

9.1.2 Para que la planificación sea eficaz, los encargados de la arrumazón deberían seguir las disposiciones que figuran en el anexo 7, sección 1.

9.2 Materiales para la arrumazón y sujeción

9.2.1 Los encargados de la arrumazón deberían asegurarse de que los materiales de sujeción sean:

- Suficientemente Fuertes para el fin al que se van a destinar;
- Se encuentren en buen estado y condiciones, sin rasgaduras, fracturas ni otros daños;
- Adecuados para la unidad de transporte CTU y para las mercancías que se van a transportar;
- Coherentes con las Normas Internacionales para medidas fitosanitarias No.15¹¹.

9.2.2 Para más información sobre materiales de arrumazón y sujeción véanse el anexo 7, sección 2, y sus apéndices.

9.3 Principios de la arrumazón

9.3.1 Los encargados de la arrumazón deberían asegurarse de que:

- La carga se distribuya debidamente en la unidad de transporte;
- Las técnicas de estiba y arrumazón sean adecuadas para la naturaleza de la carga;
- Se tengan en cuenta los riesgos de la seguridad operacional;

9.3.2 Con el fin de cumplir con las obligaciones estipuladas en 9.3.1, los encargados de la arrumazón deberían observar las disposiciones que figuran en el anexo 7, sección 3, y en sus apéndices.

9.4 Sujeción de la carga en la unidad de transporte CTUs

9.4.1 Los encargados de la arrumazón deberían de asegurarse de que:

- Las cargas dispuestas de forma compacta entre sí se estiben en la unidad de transporte de manera que las paredes de la unidad no se someten a esfuerzos excesivos;
- En el caso de las unidades con paredes débiles o sin paredes los medios para la sujeción de la carga generen suficientes fuerzas de sujeción;
- Los bultos de gran tamaño, masa o configuración se sujeten individualmente para evitar que se deslicen y, cuando sea necesario, se inclinen;
- Se evalúe adecuadamente la eficacia de los medios de sujeción de la carga.

9.4.2 Con el fin de cumplir con las obligaciones estipuladas en 9.4.1, los encargados de la arrumazón deberían observar las disposiciones que figuran en el anexo 7, sección 4, y en sus apéndices.

9.4.3 En el anexo 7, apéndice 4, se pueden encontrar indicaciones adicionales para la evaluación de ciertos medios de sujeción de la carga.

¹¹ Normas internacionales para medidas fitosanitarias, N° 15: Directrices para reglamentar el embalaje de madera utilizado en el comercio internacional, 2009 (NIMF 15)

Anexo 7. Arrumazón y sujeción de la carga en las unidades de transporte CTUs

1 Planificación de la arrumazón

- 1.1 Cuando proceda, la planificación de la arrumazón se debería efectuar con la mayor antelación posible y antes de empezar la arrumazón en sí. Ante todo, se debería comprobar la idoneidad de la unidad de transporte que se piensa utilizar (véase el capítulo 7 de este Código). Cualquier deficiencia se debería rectificar antes de comenzar a arrumar la carga.
- 1.2 La planificación debería tener por objeto estibar los bultos de la carga de forma compacta, de manera que todos queden colocados muy unidos entre sí dentro de los límites de las paredes laterales y anterior de la unidad de transporte, o en estibas sujetadas, en cuyo caso los bultos no ocupan todo el espacio y por tanto se afianzan dentro de los límites de la unidad mediante bloqueo o sujeción con trincas.
- 1.3 Se debería tener en cuenta la compatibilidad de todos los artículos de carga, así como la naturaleza, es decir, tipo y resistencia, de los bultos o embalajes/envases que formen parte de ella. Se debería considerar la posibilidad de que las mercancías se contaminen entre sí debido a olores o al polvo, así como su compatibilidad física o química. Las cargas incompatibles se deberían segregar.
- 1.4 A fin de evitar que la humedad dañe la carga en unidades de transporte cerradas durante largos viajes se debería tener cuidado de que los cargamentos humidificados, los que son húmedos de por sí o los que son susceptibles de sufrir fugas no se arrumen junto a cargas que puedan resultar dañadas por la humedad. No se deberían utilizar tablonés de madera, riostras, paletas o embalajes/envases que estén húmedos. En algunos casos, la utilización de material de protección, por ejemplo revestimientos de polietileno, puede evitar que el equipo y la carga sufran daños debido al goteo desde arriba de agua condensada. Sin embargo, tales revestimientos o envueltas pueden fomentar el desarrollo de moho y otros daños por la acción del agua si el contenido de humedad general en la unidad es demasiado alto. Si se van a utilizar agentes de secado sería necesario calcular la capacidad de absorción necesaria. En el anexo 3 se facilita más información al respecto.
- 1.5 Habrá que observar todas las instrucciones especiales que figuren en los bultos, o indicadas de otra forma; por ejemplo:
- Las cargas que lleven marcada la indicación "este lado hacia arriba" deberían arrumarse de conformidad;
 - No se debería exceder la altura máxima de apilamiento marcada.
- Nota:** Véase el apéndice 1 de este anexo, que contiene más información sobre las marcas del embalaje/envasado.
- 1.6 Cuando la carga se arrume en pilas de bultos, cada bulto debería ser capaz de soportar los que se le coloquen encima. Se debería tener cuidado de que la resistencia de apilamiento de los bultos es la adecuada para la forma de apilamiento.
- 1.7 Se deberían tener en cuenta los posibles problemas que se les puedan plantear a las personas encargadas de desarrumar la unidad de transporte en su destino. Se debería eliminar definitivamente la posibilidad de que la carga caiga al abrir las puertas de la unidad.
- 1.8 La masa de la carga prevista no debería exceder la carga útil máxima de la unidad de transporte. En el caso de contenedores, se garantiza así que no se excederá la masa bruta máxima autorizada para el contenedor indicada en la placa de aprobación relativa a la seguridad CSC. En el caso de unidades de transporte que no tengan marcada la masa o la carga útil máxima autorizada, estos valores se deberían determinar antes de comenzar la arrumazón.
- 1.9 No obstante las consideraciones anteriores, en toda la travesía prevista se debería respetar todo límite de altura o masa que pueda ser impuesto por reglamentos u otras circunstancias, por ejemplo los relativos a la izada, el equipo de manipulación que se utilice, la altura libre y el estado de la superficie. Esos límites de masa pueden ser considerablemente inferiores a la masa bruta autorizada antes mencionada.

- 1.10 Cuando se va a cargar en una unidad de transporte un bulto pesado con una superficie de apoyo en el suelo pequeña, esta carga concentrada se debería transferir a las vigas estructurales inferiores transversales y longitudinales de la unidad (véase la sección 3.1 de este anexo para más información).
- 1.11 En sentido longitudinal, el centro de gravedad de la carga arrumada debería encontrarse dentro de los límites permitidos. En sentido transversal el centro de gravedad debería encontrarse cerca de la mitad de la anchura de la unidad de transporte. En sentido vertical el centro de gravedad debería encontrarse por debajo de la mitad de la altura del espacio de carga de la unidad. Si estas condiciones no se pueden satisfacer, se deberían tomar medidas adecuadas para garantizar la manipulación y el transporte sin riesgos de la unidad de transporte, por ejemplo, marcando en la parte exterior el centro de gravedad y/o instruyendo al respecto a los transitarios. En el caso de las unidades de transporte, que serán izadas mediante grúas o grúas de puente, el centro de gravedad longitudinal debería encontrarse en un punto próximo a una posición en la mitad de la longitud de la unidad (véase el apéndice 4 de este anexo).
- 1.12 Cuando, por sus grandes dimensiones, la carga que se vaya a transportar en una unidad de transporte sin techo o de costados abiertos sobresale de la unidad, se deberían convenir medidas adecuadas con los transportistas o los transitarios para cumplir con las normas del transporte por carretera o por ferrocarril o para informarse sobre lugares especiales de estiba en un buque.
- 1.13 Al decidirse acerca de los materiales de embalaje/envase y de sujeción de la carga, debería tenerse en cuenta que algunos países tienen en vigor normas de prevención de basuras, que podrían imponer limitaciones sobre la utilización de determinados materiales y resultar en el pago de cuotas para la recuperación del embalaje/envase en el punto de recepción. En tales casos, deberían utilizarse materiales de embalaje/envase y de sujeción reutilizables. Cada vez con mayor frecuencia los países exigen que las maderas de estiba, las riostras y los materiales de embalaje/envase estén desprovistos de corteza.
- 1.14 Cuando una unidad de transporte se destine a un país que tenga un reglamento de cuarentena relacionado con el tratamiento de la madera, habrá que cerciorarse de que toda la madera que forma parte de la unidad, del embalaje/envase y de la carga se ajusta a las Normas internacionales para medidas fitosanitarias, N.º 15 (NIMF 15)¹. Esta norma abarca el material de embalaje/envase hecho de madera natural, como paletas, maderas de estiba, jaulas, bloques de arrumado, bidones, cajas, bandejas de carga y patines. En el Anexo I de NIMF 15 se especifican las medidas aprobadas de tratamiento de la madera. El material de embalaje/embalado de madera sujeto a estas medidas debería mostrar la siguiente marca especificada:

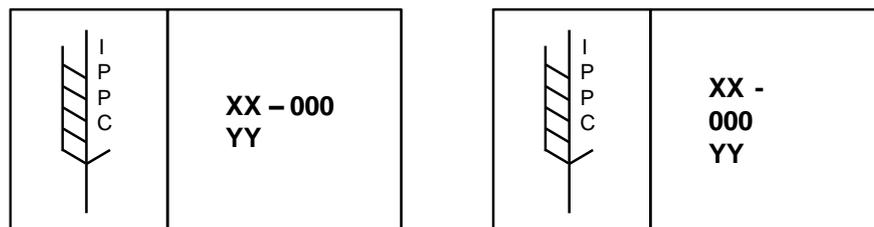


Figura 7.1 Marca Fitosanitaria

Las marcas que indican que el material de embalaje/envasado de madera y de las maderas de estiba se han sometido al tratamiento fitosanitario aprobado de acuerdo con los símbolos mostrados en la figura 7.1 estarán formadas por los siguientes elementos:

1.14.1 Código nacional

El código nacional debería ser el código de dos letras de la Organización Internacional de Normalización (ISO (indicado en la figura como "XX").

¹ Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:

[Regulation of wood packaging material in international trade.](#)

1.14.2 Código del productor/proveedor del tratamiento

El código del productor/proveedor del tratamiento es un código específico asignado por la organización nacional de protección fitosanitaria al productor del material de embalaje/envasado de madera, quien es responsable de asegurarse de que se use la madera adecuada (indicado en la figura como "000").

1.14.3 Código de tratamiento

El código del tratamiento (indicado en la figura como "YY") muestra la abreviatura de la medida aprobada utilizada (HT corresponde a tratamiento térmico y MB a fumigación con bromuro de metilo). En Europa se pueden añadir las letras "DB" cuando se ha descortezado la madera.

Nota: El tratamiento debería hacerse antes de arrumar en la unidad de transporte el material de embalaje/envasado y el de las maderas de estiba. El tratamiento no está permitido en la unidad.

1.15 Los bultos que hayan sufrido deterioro no se arrumarán en una unidad de transporte, a menos que se hayan tomado las precauciones necesarias para evitar cualquier daño debido a derrames o fugas (véase también el capítulo 10 de este Código, sobre la arrumazón de mercancías peligrosas). Se debería verificar la capacidad general para resistir los esfuerzos de la manipulación y el transporte.

1.16 El resultado de la planificación de la arrumazón de una unidad de transporte se podrá presentar a los encargados de la arrumazón en forma de instrucciones orales o escritas o mediante un boceto e incluso un dibujo a escala, lo cual dependerá de la complejidad del caso. Una supervisión y/o inspección adecuada debería garantizar que el plan así proyectado se pone en práctica debidamente.

2 Materiales de arrumazón y sujeción

2.1 Materiales para formar la estiba y la separación

2.1.1 Se deberían utilizar materiales para formar la estiba como corresponda para la protección de la carga contra el agua de la humedad condensada, en particular con:

- Tablones de madera en caso de que el agua se deposite en la parte inferior de la unidad de transporte;
- Tela de yute, cartón o esteras de fibra natural para el goteo del agua desde el cielo raso; y
- Tablones de madera o madera contrachapada para el agua de exudación que descienda por los costados de la unidad de transporte.

2.1.2 También se pueden usar tablones de madera o piezas de madera escuadrada para crear espacios entre los lotes de carga con el fin de facilitar la ventilación natural, en particular en los contenedores ventilados. Por otra parte, el uso del material para formar la estiba es indispensable para la arrumazón de contenedores refrigerados.

2.1.3 Se podrán usar tablones de madera, láminas de madera contrachapada o paletas para igualar las cargas en las pilas de lotes de carga y para estabilizar estas pilas a fin de que no se desplacen o derrumben. Este mismo material se podrá utilizar para separar los bultos, que se pueden dañar entre sí, e incluso para instalar un piso provisional en una unidad de transporte con el fin de eliminar pesos en las pilas que sean inadecuados para la carga (véase la figura 7.2).



Figure 7.2 Timber temporary floor

- 2.1.4 Se podrán usar revestimientos de cartón o de plástico para proteger cargas delicadas contra la suciedad, el polvo o la humedad, en particular cuando todavía se está efectuando la arrumazón.
- 2.1.5 Los materiales para formar las estibas, en particular láminas de plástico o papel y redes de fibra, se podrán utilizar para separar artículos de carga no embalados/envasados, que están destinados a diferentes consignatarios.
- 2.1.6 Se tendrán presentes las restricciones sobre el uso de materiales para formar las estibas por lo que se refiere a las normas relativas a cuarentenas, en particular las aplicables a la madera (véanse las secciones 1.13 y 1.14 de este anexo).
- 2.2 Fricción y material para aumentar la fricción
 - 2.2.1 Puede ser conveniente contar con una superficie de bajo grado de fricción para manipular y arrumar cartones y para empujar bultos pesados. Sin embargo, con el fin de reducir al mínimo el esfuerzo adicional requerido por la sujeción, sería de gran utilidad contar con un alto grado de fricción entre la carga y la superficie de estiba de la unidad de transporte. Además, una buena fricción entre los bultos o entre las mercancías en sí, por ejemplo, material en polvo o granulado en sacos, contribuirá a la estabilidad de la estiba.
 - 2.2.2 La magnitud de las fuerzas de fricción verticales entre un artículo de carga y la superficie de estiba depende de la masa del artículo, del coeficiente de aceleración vertical y de un factor μ de fricción específico, que puede obtenerse del apéndice 2 de este anexo.

Fuerza de fricción:

$$F_F = \mu \cdot c_z \cdot m \cdot g \text{ [kN]}, \text{ con una masa de la carga [t] y } g = 9,81 \text{ [m/s}^2 \text{]}$$

- 2.2.2.1 Los factores que se presentan en el apéndice 2 son aplicables a la fricción estática entre diferentes materiales de superficie. Estas cifras pueden aplicarse en el caso de cargas afianzadas mediante bloqueo o con trancas de fricción.
- 2.2.2.2 En el caso de cargas sujetadas directamente, se debería aplicar un factor de fricción dinámico con el 75 % del factor de fricción estático aplicable, debido a que el alargamiento de las trincas necesario para obtener las fuerzas de contención deseadas se dará con un pequeño movimiento de la carga.
- 2.2.2.3 Los valores de fricción que se dan en el apéndice 2 de este anexo son válidos para superficies barridas secas o mojadas, sin escarcha, hielo, nieve, aceite o grasa. Cuando en el cuadro del apéndice 2 no aparezca una combinación de superficies de contacto, o si el factor de fricción no se pueda comprobar de otra manera, el factor de fricción máximo que se utilizará en los cálculos será 0,3. Si el contacto de las superficies no está bien barrido, el factor de fricción máximo que se aplicará será 0,3, o el valor indicado en el cuadro cuando este sea menor. Si los contactos de las superficies tienen escarcha, hielo y nieve se debería aplicar un factor de fricción $\mu = 0,2$, a menos que el cuadro indique un valor menor. Cuando las superficies tengan aceite y grasa o cuando se hayan utilizado hojas deslizantes se debería utilizar un factor de fricción $\mu = 0,1$ El factor de fricción de contacto se puede comprobar mediante pruebas de la inclinación estática o del arrastre. Se debería realizar una serie de pruebas para establecer la fricción de un contacto dado (véase el apéndice 3 de este anexo).
- 2.2.3 Los materiales que aumentan la fricción, como las esteras de caucho, láminas de plástico estructurado o carbón especial, pueden presentar factores de fricción considerablemente más elevados, que los fabricantes declaran y certifican. Sin embargo, conviene prestar atención al uso práctico de estos materiales. Su factor de fricción certificado puede referirse exclusivamente a las condiciones de limpieza y uniformidad perfectas de las zonas de contacto y a condiciones ambiente especificadas de temperatura y humedad. El efecto de aumento de la fricción deseado se obtendrá solamente si el peso de la carga se transfiere por completo a través del material de aumento de la fricción, es decir, solamente si no hay contacto directo entre la carga y la superficie de estiba. Deberían observarse las instrucciones del fabricante sobre el uso del material.

2.3 Medios y material de bloqueo y arriostramiento

2.3.1 El bloqueo, el arriostramiento y el soporte con tirantes constituyen un método de sujeción que conlleva el uso de, por ejemplo, vigas y armazones de madera, paletas vacías o bolsas de aire para estiba, para llenar espacios entre la carga y las paredes sólidas de la unidad de transporte o espacios entre diferentes bultos (véase la figura 7.3). Con este método las fuerzas se transfieren por compresión con una deformación mínima. Con los medios de arriostramiento o soporte inclinados se corre el riesgo de que cedan de golpe bajo el peso de la carga, por lo cual se deberían proyectar debidamente. En las unidades de transporte con paredes fuertes, de ser posible los bultos se deberían estibar en estrecho contacto con las paredes de ambos costados, dejando en el medio el espacio restante. De esta manera se reducen las fuerzas que podrían ejercerse sobre los medios de arriostramiento, ya que las fuerzas-g laterales de solamente un costado se tendrán que transmitir en un momento dado.

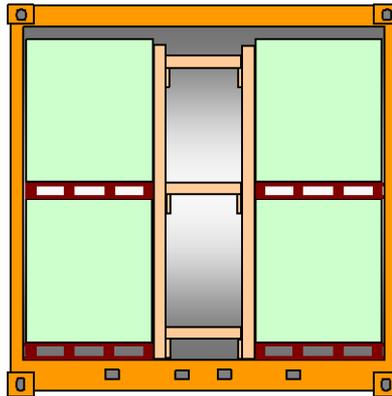


Figura 7.3 Espacio central con arriostramiento transversal

2.3.2 Las fuerzas que se transfieren mediante arriostramiento o tirantes de soporte se deben dispersar en los puntos de contacto por medio de vigas transversales, a menos que un punto de contacto represente a un miembro estructural fuerte de la carga o la unidad de transporte. Las vigas transversales de madera de conífera deberían tener un traslape suficiente en los puntos de contacto con los tirantes. Para la evaluación de los medios de asiento y bloqueo la resistencia nominal de la madera se debería tomar del siguiente cuadro:

	Resistencia a la compresión perpendicular a la veta	Resistencia a la compresión paralela a la veta	Resistencia a la flexión
Calidad baja	0.3 kN/cm ²	2.0 kN/cm ²	2.4 kN/cm ²
Calidad media	0.5 kN/cm ²	2.0 kN/cm ²	3.0 kN/cm ²

2.3.3 Se debería proyectar un medio de arriostramiento o de soporte horizontal con tirantes y completarse de tal forma que permanezca intacto y en su lugar, incluso si se pierde provisionalmente la compresión. Para esto es necesario contar con apoyos verticales o bancos de apoyo de los tirantes de soporte mismos, una unión adecuada de los elementos mediante clavos o abrazaderas y la estabilización de estos medios con riostras diagonales según sea necesario (véanse las figuras 7.4 y 7.5).

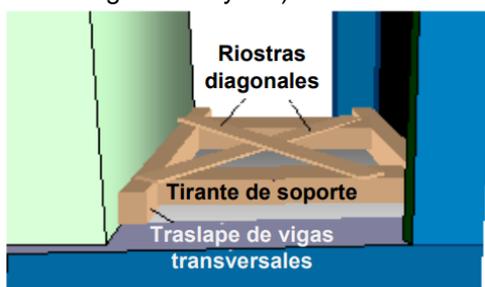


Figura 7.4 Medio de soporte con el traslape de las vigas transversales y riostras diagonales

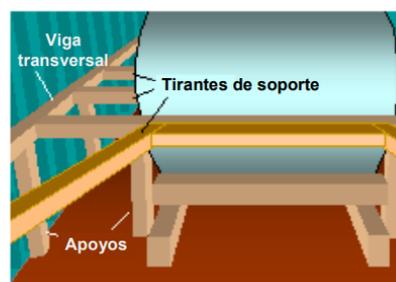


Figura 7.5 Medio de soporte con apoyos y viga transversal

2.3.4 Las serretas transversales en una unidad de transporte, proyectadas para contener un bloque de bultos frente a la puerta o en posiciones intermedias dentro de la unidad, deberían tener una sección transversal de dimensiones suficientes para soportar las fuerzas longitudinales previstas de la carga (véase la figura 7.6). Los extremos de las serretas podrían introducirse a presión en las estrías sólidas de las paredes laterales de la unidad. Sin embargo, sería preferible sujetarlas a la estructura del bastidor, por ejemplo a los largueros inferiores o superiores o a los montantes de ángulo. Estas serretas actúan como vigas, fijadas por sus extremos y cargadas homogéneamente en toda su longitud de unos 2,4 m. Su resistencia a la flexión es decisiva para la fuerza que se puede resistir. El número requerido de estas serretas y sus dimensiones se puede determinar mediante cálculos, como se muestra en el apéndice 4 de este anexo.

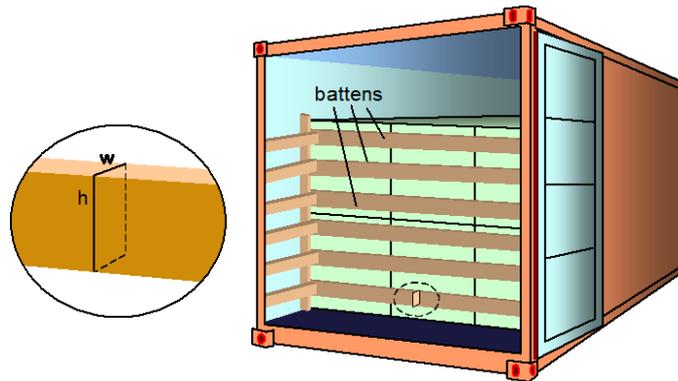


Figura 7.6 Distribución general de barreras de serretas para la protección de las puertas de una unidad de transporte

2.3.5 El bloqueo mediante la fijación de clavos en piezas de madera escuadrada solo debería utilizarse para sujeciones menores. Según sea el tamaño de los clavos utilizados, la resistencia a la cortadura de este medio de bloqueo se podrá calcular de manera que soporte una fuerza de bloqueo de entre 1 kN y 4 kN por clavo. Las cuñas fijadas con clavos pueden ser adecuadas para bloquear objetos redondos tales como tubos. Convendría asegurarse de que las cuñas se corten de forma que el sentido de la veta soporte la resistencia a la cortadura de la cuña. Las serretas o cuñas de madera para este fin solo deberían clavarse en maderas de estiba o piezas de madera colocadas debajo de la carga. Por lo general los pisos de madera de las unidades de transporte cerradas no son adecuados para hincar clavos. El uso de clavos en pisos de madera de conífera de unidades de transporte abiertas abatibles o plataformas y de unidades de transporte abiertas podrá ser aceptable pero solo con el consentimiento del operador de las unidades de transporte (véase la figura 7.7).

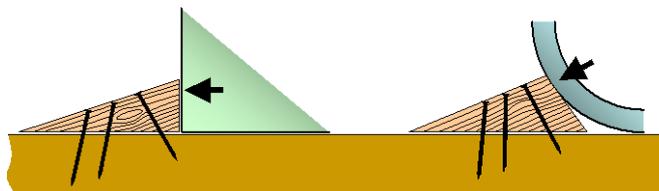


Figura 7.7 Cuñas debidamente cortadas y clavadas

2.3.6 Cuando se fije la disposición en la unidad de transporte, se deberían llenar los espacios vacíos, operación que podrá efectuarse perfectamente introduciendo verticalmente paletas vacías que se comprimirán insertando serretas de madera según sea necesario. Para este propósito no debería utilizarse material que pueda deformarse o encogerse permanentemente, por ejemplo la tela de yute o un material alveolar sólido de resistencia limitada. Los espacios pequeños entre las cargas unitarias y artículos de carga similares cuya formación no se puede evitar y que son necesarios para la arrumazón y desarrumazón satisfactorias de las mercancías, son aceptables y no es preciso llenarlos. La suma de los espacios vacíos en cualquier sentido horizontal no debería exceder de 15 cm. Ello no obstante, entre artículos de carga densos y rígidos, como acero, hormigón o piedra, y hasta donde sea posible, los espacios vacíos se deberían reducir aún más.

- 2.3.7 No es necesario llenar los espacios que hubiera entre la carga estibada y firmemente fijada a las paletas (mediante trincas o papel aluminio contraído al calor) si estas están estibadas de forma compacta en la unidad de transporte y no es probable que se vayan a inclinar (véase la figura 7.8). La sujeción de la carga a paletas con envolturas de papel metálico contraído al calor es solo suficiente si la resistencia del papel es adecuada para el propósito arriba descrito. Se debería tener en cuenta que si el transporte va a ser por mar las elevadas cargas repetitivas que se generan con mal tiempo podrían fatigar la resistencia del papel metálico y por tanto reducir la capacidad de sujeción.



Figura 7.8 Carga firmemente fijada a paletas con trincas de tela

- 2.3.8 Cuando se utilicen bolsas de aire para estiba para llenar los espacios vacíos² se deberían seguir al pie de la letra las instrucciones del fabricante sobre la presión de llenado y el espacio vacío máximo. Las bolsas de aire no se deberían utilizar para llenar el espacio en la entrada, a menos que se tomen las precauciones necesarias para impedir que causen la abertura violenta de la puerta cuando esta se abra. Si las superficies en el espacio vacío no son uniformes, con el riesgo de que las bolsas de aire se dañen por rozamiento o perforación, se deberían tomar medidas apropiadas para alisar las superficies como corresponda (véanse las figuras 7.9 y 7.10). La capacidad de bloqueo de las bolsas se debería calcular multiplicando la presión de rotura nominal por la superficie de contacto con un lado del medio de bloqueo por un factor de seguridad de 0,75 para bolsas que se utilicen solo una vez y de 0,5 para bolsas reutilizables (véase el apéndice 4 de este anexo).



Figura 7.9 Espacio llenado con una bolsa de aire para estiba central



Figura 7.10 Bultos de configuración irregular bloqueados con bolsas de aire para estiba

- 2.3.9 Deberían tenerse presentes las restricciones del uso de materiales de bloqueo y arriostramiento por lo que se refiere a los reglamentos sobre cuarentenas, en particular de la madera (véanse las secciones 1.13 y 1.14 de este anexo).

² Las bolsas de aire para estiba (infladas con aire) no se deben usar para el transporte de mercancías peligrosas en los ferrocarriles de los Estados Unidos.

2.4 Materiales y medios de sujeción

2.4.1 Fuerzas de tracción de transferencia de las trincas. La resistencia de una trinca se puede determinar por su resistencia a la rotura (BL) o su carga de rotura. La carga máxima de sujeción (MSL) es un porcentaje especificado de la resistencia a la rotura y denota la fuerza que no se debería exceder durante la sujeción. La expresión capacidad de sujeción (LC), utilizado en las normas nacionales y regionales, se corresponde con la de carga máxima de sujeción. Los valores de la carga de rotura, carga máxima de sujeción y capacidad de sujeción están indicados en unidades de fuerza, es decir, kilonewton (kN) y dekanewton (daN).

2.4.2 La relación entre la MSL y la resistencia a la rotura se muestra en el cuadro que figura a continuación. Las cifras se corresponden con las que se indican en el anexo 13 del Código de prácticas de seguridad para la estiba y la sujeción de la carga de la OMI. Las relaciones correspondientes con arreglo a las normas pueden variar ligeramente.

Material	MSL
Grilletes, anillos, argollas de cubierta, acolladores de acero suave	50% de la resistencia a la rotura
Cuerdas de fibra	33% de la resistencia a la rotura
Trincas de cinta (un solo uso)	75% de la resistencia a la rotura ¹
Trincas de cinta (reutilizables)	50% de la resistencia a la rotura
Cables metálicos (un solo uso)	80% de la resistencia a la rotura
Cables metálicos (reutilizables)	30% de la resistencia a la rotura
Zunchos (un solo uso)	70% de la resistencia a la rotura ²
Cadenas	50% de la resistencia a la rotura
¹ Alargamiento máximo autorizado, 9 % en MSL.	
² Se recomienda utilizar un 50 %	

2.4.3 Los valores MSL indicados en el cuadro son válidos en el supuesto de que el material pasa por bordes lisos o alisados. Los bordes y esquinas agudos reducirán considerablemente estos valores. Siempre que sea posible o factible se deberían utilizar protectores de bordes adecuados (véanse las figuras 7.11 y 7.12).



Figura 7.11 Protección de bordes deficiente



Figura 7.12 Protectores de bordes

2.4.4 Las trincas transfieren las fuerzas con arreglo a un determinado alargamiento elástico solamente. Actúan como un resorte. Si se someten a una fuerza mayor que el de la MSL específica el alargamiento puede volverse permanente y la trinca se aflojará. Los cables metálicos y las cuerdas de fibra o las trincas nuevos podrán experimentar un cierto alargamiento permanente hasta obtener la necesaria elasticidad tras volverse a tensar repetidamente. Las trincas deberían someterse a Página 113 una tensión preliminar con el fin de reducir al mínimo el movimiento de la carga. Sin embargo, esta tensión preliminar nunca debería exceder el 50 % de la MSL.

2.4.5 Para las trincas se podrán usar cuerdas de fibra de manila, cáñamo, henequén o una mezcla de manila y henequén y, además, cuerdas de fibra sintética. Si el fabricante o proveedor no indica la MSL de estas cuerdas, se podrán utilizar como regla general para calcularla las siguientes fórmulas, en que d = diámetro de la cuerda en centímetros:

- Cuerdas de fibra natural: $MSL = 2 \cdot d^2$ [kN]
- Cuerdas de polipropileno: $MSL = 4 \cdot d^2$ [kN]
- Cuerdas de poliéster: $MSL = 5 \cdot d^2$ [kN]
- Cuerdas de poliamida: $MSL = 7 \cdot d^2$ [kN]

Las cuerdas compuestas de fibra sintética y cordones de alambre blando integrados proporcionan un grado de rigidez adecuado para la manipulación, anudamiento y tensión y un alargamiento inferior en condiciones de carga. La resistencia de estas cuerdas es solo ligeramente mayor que la de las cuerdas hechas de fibra sintética solamente.

2.4.6 Las cuerdas de fibra no pierden resistencia al tenderse por los codos que se forman en las esquinas redondas. Las trincas de cuerda se deberían fijar como cordones dobles, triples y cuádruples y tensarse con piezas de madera giratorias. Los nudos deberían ser de calidad profesional, por ejemplo ases de guía y doble cote³. Las cuerdas de fibra son sumamente sensibles al rozamiento en las esquinas vivas o las obstrucciones.

2.4.7 Las trincas de cinta pueden ser dispositivos reutilizables con un tensor del trinquete integrado o componentes de recorrido unidireccional, disponibles con dispositivos tensores y enclavables desmontables. La carga de sujeción autorizada por lo general se indica en una etiqueta y se certifica como capacidad de trinca (LC). No se dispone de una regla general para calcular la MSL debido a los diferentes materiales de base y las calidades de fabricación. La atadura de las trincas de cinta mediante nudos reduce su resistencia considerablemente, por lo cual no se debería utilizar.

2.4.8 El alargamiento elástico de las trincas de cinta, cuando están cargadas de acuerdo con su MSL específica, no debería pasar del 9 %. Las trincas de cinta se deberían proteger contra el rozamiento en las esquinas vivas, contra el desgaste mecánico normal en general y contra agentes químicos tales como solventes, ácidos y otros.

2.4.9 Los cables metálicos utilizados como medio de sujeción en unidades de transporte a bordo de buques consisten en cables de alambres de acero con una carga de rotura nominal de 1,6 kN/mm² aproximadamente fabricados con el método favorito de 6 x 19 + 1 FC, es decir, seis cordones de 19 alambres y un alma de fibra (véase la figura 7.13). Si no se dispone de un valor certificado de la MSL, la MSL en sentido unidireccional se podrá calcular con la fórmula $MSL = 40 \cdot d^2$ [kN]. Otros tipos de cable de sujeción disponibles, con un mayor número de almas de fibra y menos sección transversal metálica, tienen una resistencia considerablemente menor en relación con el diámetro exterior. El alargamiento elástico de un cable metálico de sujeción es de un 1,6 % aproximadamente cuando está cargado para una MSL en sentido unidireccional, aunque, si el cable es nuevo, cabría esperar un alargamiento inicial permanente después del primer tensado.

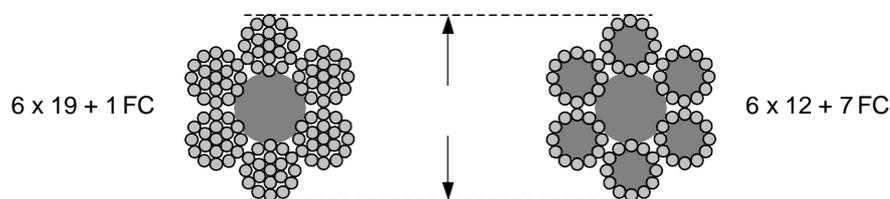


Figura 7.13 Construcción típica de un cable metálico de sujeción

³ Los nudos reducen la resistencia de la cuerda.

2.4.10 Los codos redondos cerrados reducen la resistencia de los cables metálicos considerablemente. La resistencia residual de cada parte del cable en el codo depende de la relación entre el diámetro del codo y el diámetro del cable, como se muestra en el cuadro a continuación.

relación: diámetro del codo/diámetro del cable	1	2	3	4	5
resistencia residual con el cable firme en el codo	65%	76%	85%	93%	100%

Si un cable metálico se dobla alrededor de esquinas vivas, o, lo que es lo mismo, si se pasa por el orificio afilado de una placa de ojeter, se reduce su resistencia aún más. La MSL residual después de un giro de 180 ° a través de uno de tales ojeteres representa tan solo un 25 % aproximadamente de la MSL de una cuerda sencilla, si se mantiene firme en el codo.

2.4.11 Las trincas de cable metálico para el transporte por mar por lo general se montan con abrazaderas para cables metálicos. Es de la mayor importancia que estas abrazaderas sean del tamaño adecuado y se utilicen correctamente por lo que se refiere al número, dirección y tensión. En la figura 7.14 se muestran tipos recomendados de estos conjuntos de trincado con cables metálicos. En la figura 7.15 se muestra un conjunto inadecuado típico.

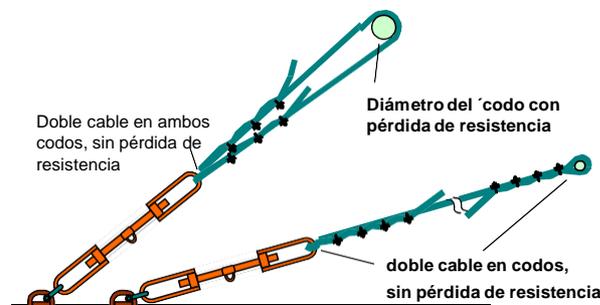


Figura 7.14 Conjuntos recomendados para trincado con cable metálico

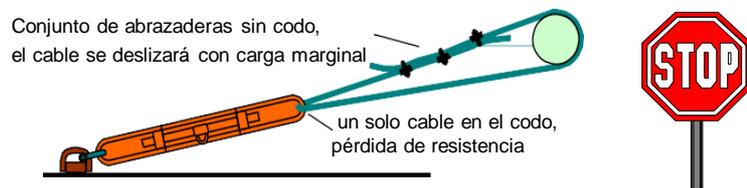


Figura 7.15 Conjunto inadecuado para trincado con cable metálico

2.4.9.12 Los dispositivos tensores y de unión utilizados con las trincas de cable metálico en el transporte por mar por lo general no están normalizados. La MSL para los torniquetes y los grilletes de trinca debería estar especificada y documentada por el fabricante y como mínimo ser equivalente a la MSL para la parte del cable metálico de la trinca. Si no se dispone de la información del fabricante, la MSL para los torniquetes y grilletes de acero suave ordinario se podrá calcular con la fórmula $MSL = 10 \cdot d^2$ [kN], en que d = diámetro de la rosca del torniquete o del perno del grillete en cm.

2.4.9.13 Las trincas de cable metálico utilizadas en el transporte por carretera se especifican como material reutilizable de resistencia característica en términos de capacidad de sujeción, que debería interpretarse como MSL. Por tanto, los elementos de conexión como grilletes, ganchos, guardacabos, dispositivos tensores o indicadores de tensión están clasificados por su proyecto y resistencia. No se ha previsto el uso de abrazaderas para cables metálicos para formar ojeteres blandos. Los dispositivos de trinca ya montados se suministran con una etiqueta con datos de identificación y sobre la resistencia (véase la figura 7.16). Cuando se utilice este material se deberían observar las instrucciones del fabricante.

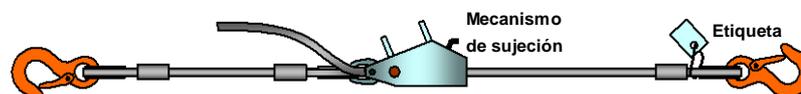


Figura 7.16 Trinca metálica normalizada utilizada en el transporte por carretera con mecanismo de sujeción

- 2.4.14 Las cadenas de trinca utilizadas en el transporte por mar suelen ser cadenas de eslabones largos de acero grado 8. Una cadena de acero grado 8 de 13 mm tiene una MSL de 100 kN. La MSL para otras dimensiones y calidades de acero se debería obtener con arreglo a la especificación del fabricante. El alargamiento elástico de estas cadenas de eslabones largos es aproximadamente de un 1 % cuando están cargadas de acuerdo con su MSL. No conviene tenderlas alrededor de codos de menos de 10 cm de radio aproximadamente. El dispositivo tensor preferido es una palanca con un gancho conocido como gancho de ascensión para volver a tensar la trinca durante el servicio (véase la figura 7.17). Se deberían observar rigurosamente las instrucciones del fabricante y, cuando los haya, los reglamentos nacionales sobre el uso de la palanca tensora y sobre la operación de tensión bajo carga.

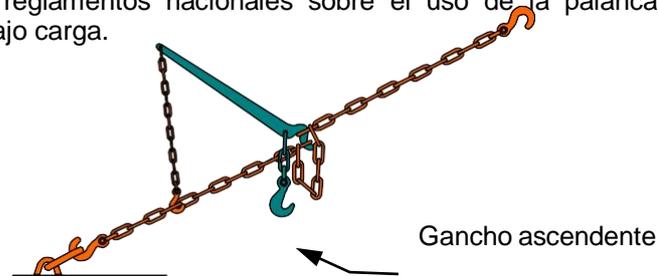


Figura 7.17 Cadena de trinca de eslabones largos con tensor de palanca

- 2.4.15 Las cadenas de trinca utilizadas en el transporte ferroviario y por carretera con arreglo a las normas europeas son en su mayor parte cadenas de eslabones cortos. Las cadenas de eslabones largos por lo general se reservan para el transporte de troncos. Las cadenas de eslabones cortos tienen un alargamiento elástico aproximado de 1,5 % cuando están cargadas con arreglo a su MSL. El tipo normalizado incluye varios sistemas de tensores, ganchos especialmente adaptados, dispositivos amortiguadores y accesorios para acortar una cadena a la longitud con la carga deseada. Es posible que los conjuntos de cadena compuestos se suministren con una etiqueta con la identificación y datos sobre la resistencia (véase la figura 7.18). Se deberían observar rigurosamente las instrucciones del fabricante sobre el uso del equipo.



Figura 7.18 Cadena de trinca normalizada con gancho de acortamiento

- 2.4.16 Los zunchos para sujeción suelen ser de acero de gran resistencia a la tracción con una resistencia a la rotura normal de 0,8 a 1 kN/mm². Los zunchos se utilizan más comúnmente para unir los bultos a fin de formar bloques más grandes de carga (véase la figura 7.19). En el transporte por mar estos zunchos también se utilizan para atar los bultos a contenedores abatibles, contenedores plataforma o remolques de transbordo. Los zunchos se tensan y atan con herramientas especiales manuales o neumáticas. Posteriormente no será posible volver a tensarlos. Debido a la poca flexibilidad del material del zuncho, que tiene un alargamiento aproximado de 0,3 % cuando está cargado con arreglo a su MSL, el zuncho tiende a perder la tensión preliminar cuando la carga se contrae o se asienta. Por tanto, la idoneidad de los zunchos para la sujeción de la carga es limitada y siempre deberían tenerse en cuenta las restricciones nacionales sobre su uso para el transporte ferroviario o por carretera. Debería evitarse su uso para fines de sujeción en unidades de transporte abiertas ya que un zuncho roto podría representar un gran peligro si cuelga por fuera de la unidad.



Figura 7.19 Lingotes de metal unificados con zunchos (sujeción incompleta)

- 2.4.17 El alambre blando trenzado se debería utilizar solamente para necesidades de sujeción menores. La resistencia de las trincas de alambre blando en términos de la MSL es muy difícil de determinar y su alargamiento elástico y la fuerza restablecedora son deficientes.

- 2.4.18 Los sistemas de trinca modulares con trincas de cinta ya hechas se encuentran disponibles en particular para contenedores de uso general, en que se utilizan para sujetar la carga para evitar que se mueva hacia la puerta. El número de trincas se debería calcular en función de la masa de la carga, la MSL de las trincas, el ángulo de sujeción, el factor de fricción, el modo de transporte y la MSL de los puntos de trinca del contenedor.

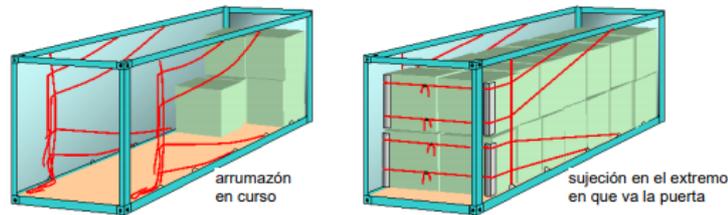


Figura 7.20 Sistema de trinca modular

- 2.4.19 En el ejemplo que se muestra en la figura 7.20, las trincas se conectan a los puntos de sujeción de la unidad de transporte con accesorios especiales y se pretensan mediante bucles y una herramienta tensora. Se podrá obtener más información de los fabricantes o proveedores de estos sistemas modulares.

3 Principios de la arrumazón

3.1 Distribución de la carga

- 3.1.1 Los contenedores, los contenedores abiertos abatibles y los contenedores plataforma están proyectados con arreglo a normas ISO, entre otras, de tal forma que la carga útil autorizada P, si está distribuida homogéneamente en todo el piso de carga, se puede transmitir sin riesgos a los cuatro montantes de ángulo en todas las condiciones de transporte. Esto incluye un margen de seguridad para un aumento temporal del peso debido a las aceleraciones verticales durante una travesía por mar. Cuando la carga útil no está homogéneamente distribuida en el piso de carga, se deberían tener en cuenta las limitaciones para las cargas concentradas. Quizá sea necesario transferir el peso a los montantes de ángulo apoyando para ello la carga en fuertes vigas de madera o acero, según corresponda (véase la figura 7.21).

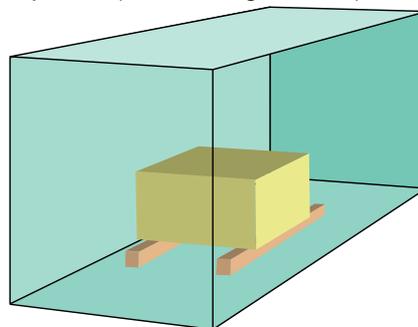


Figura 7.21 Vigas de transferencia de la carga

- 3.1.2 La resistencia a la flexión de las vigas debería ser suficiente para transmitir las cargas concentradas. La disposición, el número requerido de vigas de madera o de acero y su resistencia se deberían proyectar mediante consultas con el operador de la unidad de transporte.
- 3.1.3 Las cargas concentradas en contenedores plataforma o contenedores abiertos abatibles deberían distribuirse de forma similar apoyándolas sobre vigas longitudinales; de otra manera, cabría reducir la carga en relación con la carga máxima útil. La carga autorizada se debería calcular mediante consultas con el operador de la unidad de transporte.
- 3.1.4 Cuando los contenedores, incluidos los contenedores plataforma y los contenedores abiertos abatibles, se vayan a izar y manipular en condiciones uniformes durante el transporte, la carga se debería distribuir y sujetar en el contenedor de manera que su centro común de gravedad quede cerca del punto medio de la longitud y el punto medio de la anchura del contenedor. La excentricidad del centro de gravedad de la carga no debería ser superior a $\pm 5\%$ en general. Como regla general esto puede interpretarse como si fuera el 60 % de la masa total de la carga en el 50 % de la longitud del contenedor. En condiciones particulares podría aceptarse una excentricidad de hasta el $\pm 10\%$ ya que los bastidores de izada modernos para la manipulación de contenedores son capaces de ajustarse para tal excentricidad. La posición longitudinal precisa del centro de gravedad de la carga se podrá determinar mediante un cálculo (véase el apéndice 4 de este anexo).

- 3.1.5 Los remolques de transbordo tienen propiedades estructurales similares a las de los contenedores plataforma, pero presentan menos problemas por lo que se refiere a las cargas concentradas debido al soporte usual de las ruedas de aproximadamente $\frac{3}{4}$ de su longitud a partir del extremo del túnel cuello de cisne. Como por lo general se manipulan sin necesidad de izarlos, la posición longitudinal del centro de gravedad de la carga tampoco es muy importante.
- 3.1.6 Las cajas amovibles tienen propiedades estructurales similares a las de los contenedores, pero en la mayoría de los casos tienen menos tara y menos resistencia general. Normalmente no son apilables. Las instrucciones sobre la carga que se facilitan en las subsecciones 3.1.2 y 3.1.5 deberían aplicarse a las cajas amovibles según proceda.
- 3.1.7 Por lo que se refiere a los camiones y los remolques de carretera, la posición del centro de gravedad de la carga arrumada es particularmente importante debido a las cargas del eje especificadas para mantener en buenas condiciones el sistema de dirección y la potencia de frenado del vehículo. Estos vehículos podrán estar dotados de diagramas específicos en que la masa de la carga autorizada se indica como una función de la posición longitudinal de su centro de gravedad. Por lo general, la masa máxima de la carga podrá utilizarse solamente cuando el centro de gravedad está situado dentro de unos límites estrechos aproximadamente a la mitad de la longitud del espacio de carga (véanse las figuras 7.22 y 7.23).



Figura 7.22 Ejemplo de un diagrama de distribución de la carga de un camión rígido



Figura 7.23 Ejemplo de un diagrama de distribución de la carga de un semirremolque

- 3.1.8 Las rutas ferroviarias por lo general se clasifican en categorías de línea, en virtud de lo cual a cada vagón se asignan cargas por eje autorizadas y cargas por metro de longitud del espacio de carga. Las cifras aplicables se deberían observar en función de la ruta prevista del vagón. Las cargas concentradas tolerables se clasifican de acuerdo con la longitud en que se asientan. Las cifras correspondientes a la carga se marcan en los vagones. La desviación transversal y longitudinal del centro de gravedad de la carga desde los ejes longitudinales del centro del vagón está limitada por relaciones determinadas entre las cargas por rueda transversales y las cargas por eje/carretón longitudinales. Los vagones se deberían cargar debidamente bajo la supervisión de personas especialmente capacitadas.

3.2 Técnicas generales de estiba/arrumazón

3.2.1 Las técnicas de estiba y arrumazón deberían ser adecuadas para la naturaleza de la carga por lo que se refiere al peso, forma, resistencia estructural y condiciones climáticas. Esto incluye el uso correcto del material para formar la estiba (véase la sección 2.1 de este anexo), la selección del método adecuado de manipulación mecánica y la estiba adecuada de los bultos ventilados. El concepto de estiba debería incluir la posibilidad de efectuar una descarga sin problemas.

3.2.2 Debería tomarse nota cuidadosamente de las marcas que puedan llevar los bultos. Las cargas marcadas "este lado hacia arriba" no solo deberían colocarse verticalmente sino además mantenerse verticales durante la manipulación. Las mercancías que puedan estar sujetas a inspección por el transportista o por las autoridades, como mercancías peligrosas o mercancías que deban pagar impuestos de aduana deberían, de ser posible, estibarse en el extremo en que va situada la puerta de la unidad de transporte.

3.2.3 Cuando se arrumen cargas mixtas, debería tenerse presente su compatibilidad mutua. Se aplicarán las siguientes reglas generales, con independencia de las normas para la estiba de mercancías peligrosas (véase el capítulo 10 de este Código):

- Las cargas más pesadas no se deberían estibar encima de las más ligeras. Esta medida permitirá además situar el centro de gravedad de la unidad de transporte a un nivel que no exceda la mitad de su altura.
- Las unidades pesadas no se deberían estibar encima de bultos frágiles;
- Las piezas con filos agudos no se deberían estibar encima de unidades con superficies débiles;
- Las cargas líquidas no se deberían estibar encima de cargas sólidas;
- Las cargas sucias o polvorientas no se deberían colocar cerca de cargas limpias y que se ensucien fácilmente, como productos alimenticios en embalajes/envases porosos;
- Las cargas que emanen humedad no se deberían estibar cerca o encima de cargas que puedan ser afectadas por la humedad;
- Las cargas que emitan olores no se deberían estibar cerca de cargas que absorban olores fácilmente;
- Las cargas incompatibles solo se deberían arrumar en la misma unidad de transporte si la estiba en que se encuentran está debidamente separada y/o las mercancías están debidamente protegidas con un material de revestimiento adecuado.

3.2.4 La estiba de cajas de cartón de forma y tamaño uniformes que puedan sufrir daños debería ser precisa, de manera que la masa de arriba se transmita a las paredes de los cartones situados debajo. De ser necesario, por ejemplo, debido a la desviación lateral de la estiba que puede producirse en la unidad de transporte, se deberían colocar capas intermedias de fibra vulcanizada, madera contrachapada o paletas entre las capas de la estiba (véanse las figuras 7.24 y 7.25). Las cajas de cartón de forma y/o tamaño irregular solo deberían estibarse prestando atención a su dureza estructural. Los espacios y las irregularidades de nivel se deberían rellenar o nivelar con material de estiba.

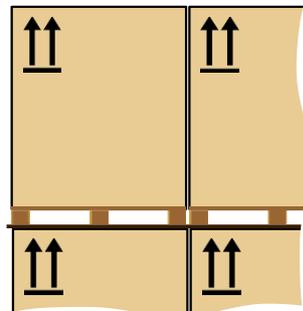


Figura 7.24 Con tablero intermedio

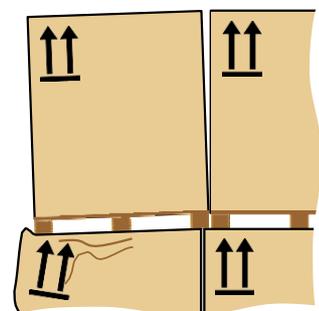


Figura 7.25 Sin tablero intermedio

3.2.5 Los bultos con una forma menos definida, como sacos o fardos, se pueden estibar siguiendo una configuración entrelazada, que también se podría denominar cruzada, con lo cual se crearía una pila sólida que se puede afianzar mediante bloqueo o el uso de una barrera (véase la figura 7.26). Las unidades redondas y largas, como los tubos, se podrán estibar encajándolas en las ranuras de la capa inferior. Sin embargo, se debería prestar atención a las fuerzas laterales producidas por las capas superiores en las ranuras de las capas inferiores, que podrían sobrecargar localmente las paredes laterales de la unidad de transporte si hay poca fricción entre los tubos.

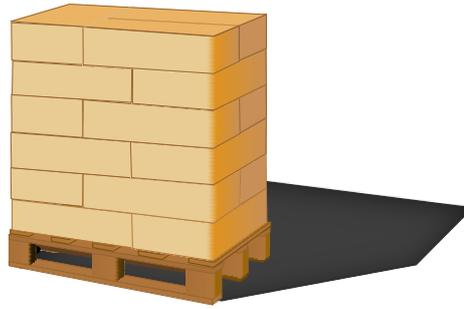


Figura 7.26 Estiba cruzada

- 3.2.6 Los bultos uniformes, como bidones o paletas normalizadas, se deberían arrumar de forma que se reduzca al mínimo el espacio perdido y se obtenga al mismo tiempo una estiba compacta. Los bidones se pueden estibar o bien en líneas uniformes o bien introducidos en ranuras verticales (véanse las figuras 7.27 y 7.28). Este último sistema es más eficaz si los bidones son pequeños, mientras que con los de mayor diámetro puede ser más conveniente estibarlos en líneas uniformes. Las dimensiones de las paletas generalmente son normalizadas y adaptadas a la anchura y longitud interiores de los espacios de la carga en camiones, remolques de carretera y cajas amovibles, aunque no ocurre lo mismo en todos los casos tratándose de las dimensiones interiores de los contenedores.



Figura 7.27 Estiba mixta, con mercancías secas sobre húmedas



Figura 7.28 Estiba mixta, con uso de palets

- 3.2.7 Cuando ya casi haya concluido la arrumazón de la unidad de transporte se debería prestar atención a fin de consolidar firmemente la parte frontal de la carga y evitar la posible caída de los bultos al abrirse la puerta. Si hay alguna duda en cuanto a la estabilidad de ese frente, se deberían adoptar otras medidas, como la de afianzar con flejes las capas superiores de la carga en los puntos de sujeción o poner una barrera con listones de madera entre los montantes posteriores de la unidad (véase la subsección 2.3.4 de este anexo). Debería tenerse presente que en un remolque un contenedor cargado normalmente se inclina hacia las puertas posteriores y que la carga se podrá mover contra las puertas debido al desplazamiento producido por la vibración o a las sacudidas durante la circulación.

3.3 Manipulación de la carga

- 3.3.1 Se deberían aplicar las normas sobre el uso de equipo protector personal (casco, calzado, guantes y vestimenta). Se habrá instruido al personal sobre los aspectos ergonómicos del levantamiento manual de bultos pesados. Se deberían observar las limitaciones aplicables al peso de los bultos que el personal debe levantar y acarrear
- 3.3.2 Las carretillas de horquilla elevadora, utilizadas dentro de las unidades de transporte techadas, deberían estar provistas de un mástil de izada corto y un techo bajo de protección del conductor. Si la carretilla está funcionando en el interior de una unidad de transporte se deberían tomar precauciones por lo que respecta a los gases del escape y se debería utilizar equipo de suministro eléctrico o de tipo similar. La carretilla debería estar dotada de un medio de alumbrado adecuado para que el operador pueda colocar los bultos con precisión. Las carretillas con motor de combustión deberían cumplir las normas sobre la emisión de los gases de la combustión. Las carretillas con motor de gas de petróleo licuado no se deberían utilizar en espacios cerrados, con el fin de evitar así la acumulación de mezclas de gases explosivos procedentes de fugas imprevistas.
- 3.3.3 Cuando haya un riesgo de explosión debido a la descarga de vapores, humos o polvo de la carga, todo el equipo eléctrico montado en las carretillas de horquilla elevadora se debería evaluar para asegurarse de que sea de uso seguro en atmósferas inflamables y explosivas.

- 3.3.4 La conducción de las carretillas de horquilla elevadora hacia el interior de cajas amovibles, semirremolques u otras unidades de transporte que descansen sobre Página 122 apoyos se debería efectuar lentamente, en particular cuando se arranca y se frena, con el fin de no someter los apoyos a peligrosas fuerzas horizontales.
- 3.3.5 Si la unidad de transporte se va a arrumar con las carretillas desde el costado, se debería evitar someterla a pesadas fuerzas laterales por choque. Tales fuerzas pueden producirse cuando los bultos o los sobreembalajes/envases se empujan a través de la zona de carga. Si durante tales operaciones surge el riesgo de que la unidad se vuelque, los encargados de la arrumazón pueden considerar la posibilidad de arrumar la unidad o bien desde ambos costados hacia la línea central de la unidad o bien valiéndose de carretillas de horquilla elevadora de mayor capacidad y dientes más largos, lo cual permitiría colocar los bultos con mayor precisión sin empujar.
- 3.3.6 Si el personal necesita subir al techo de la unidad de transporte, por ejemplo para llenarla con una carga a granel fluyente, se debería tener en cuenta la capacidad de carga del techo. Los techos de los contenedores están proyectados para soportar, y se han sometido a prueba a tal efecto, una carga de 300 kg que actúa uniformemente sobre una superficie de 600 x 300 mm en la parte más débil del techo (referencia: CSC, Anexo II). En la práctica, en el techo de un contenedor no deberían trabajar más de dos personas simultáneamente.
- 3.3.7 Cuando se carguen o descarguen bultos pesados con ganchos C a través de las puertas o desde los costados de una unidad de transporte se debería tener cuidado a fin de evitar que ni el gancho ni la carga golpeen las vigas transversales o longitudinales del techo o las paredes de los costados. El movimiento de la unidad se debería controlar con medios apropiados, por ejemplo con cableguías. Se deberían observar las normas pertinentes para la prevención de accidentes.

4 Sujeción de la carga en las unidades de transporte

4.1 Objetivos y principios de la sujeción

- 4.1.1 Los conjuntos o pilas de artículos de carga se deberían arrumar de forma que no se deformen y que permanezcan en su lugar, en posición vertical, sin inclinarse, gracias a su fricción estática y a su estabilidad inherente, mientras se arruma o desarruma la unidad de transporte. Esta medida garantiza la seguridad de los encargados de la arrumazón antes de colocar dispositivos de sujeción adicionales o después de que se han retirado para efectuar la desarrumazón.
- 4.1.2 Durante el transporte la unidad podrá verse sometida a aceleraciones verticales, longitudinales y transversales, lo cual genera fuerzas sobre cada artículo de carga que son proporcionales a su masa. No se debería suponer que, porque un bulto es pesado, no se moverá durante el transporte. Las aceleraciones correspondientes se indican en el capítulo 5 de este Código en unidades de g, que indican las fuerzas correspondientes en unidades de peso del artículo de carga de que se trate. Estas fuerzas podrán exceder fácilmente la capacidad de fricción estática y la estabilidad contra la inclinación, por lo cual los artículos de carga podrán deslizarse o volcarse. Además, la unidad podrá verse sujeta simultáneamente a aceleraciones verticales temporales, lo cual causa una disminución del peso y reduce por tanto la fricción y la estabilidad inherente contra la inclinación, favoreciendo así el deslizamiento y la inclinación. Cualquier medida de sujeción de la carga debería tener como objetivo evitar este comportamiento no deseado de la carga. Todas las partes de la carga deberían permanecer en su lugar sin deslizarse ni inclinarse durante las aceleraciones estipuladas de la unidad de transporte a lo largo del recorrido de la ruta de transporte prevista.
- 4.1.3 La sujeción práctica de la carga se puede abordar con arreglo a tres importantes principios, que podrán aplicarse individualmente o de forma combinada:
- La sujeción directa se efectúa a través de la transferencia inmediata de fuerzas desde la carga hasta la unidad de transporte mediante bloqueo, amarre con trincas, tirantes de soporte o dispositivos de inmovilización. La capacidad de sujeción es proporcional a la MSL de los dispositivos de sujeción;
 - La sujeción por fricción se obtiene con el uso de trincas de amarre o de fijación por encima de la carga, las cuales, debido a su tensión preliminar, aumentan el peso aparente de la carga y por tanto la fricción contra el piso de carga, así como la estabilidad contra la inclinación. El efecto de sujeción es proporcional a la tensión preliminar de las trincas. El uso de material antideslizante en las superficies deslizantes aumenta considerablemente el efecto de tales trincas.
 - La compactación de la carga mediante enfardado, sujeción con flejes y envolturas es una medida auxiliar de sujeción que siempre se debería combinar con las medidas de sujeción directa o de sujeción por fricción.

4.1.4 Las trincas utilizadas para la sujeción directa inevitablemente se alargarán bajo el efecto de fuerzas externas, permitiendo así al bulto un cierto grado de movimiento. Para reducir al mínimo este movimiento (de deslizamiento horizontal o lateral, inclinación o deformación) sería necesario asegurarse de que:

- El material de trinca posea características de deformación de la carga adecuadas (véase la sección 2.4 de este anexo);
- La longitud de la trinca se mantenga tan corta como sea posible; y
- El sentido de la trinca sea tan aproximado como sea posible al sentido del efecto de contención.

Una buena tensión preliminar de las trincas también ayudará a reducir al mínimo los movimientos de la carga, aunque nunca debería exceder el 50 % de la MSL de la trinca. La sujeción directa mediante el uso de elementos de presión rígidos (tirantes o puntales) o de dispositivos de enclavamiento (conos de enclavamiento o cerrojos giratorios) no permitirá un movimiento considerable de la carga, por lo cual este debería ser el método preferido de sujeción directa.

4.1.5 Las trincas utilizadas para la sujeción por fricción deberían ser capaces de mantener la tensión preliminar vital durante un periodo más largo y no deberían aflojarse debido a un asentamiento o contracción menor de la carga. Por tanto, sería preferible utilizar las trincas de cinta de fibra sintética, en lugar de, por ejemplo, las de cadenas o flejes de acero. Aunque la limitación señalada más arriba para las trincas de sujeción directa en principio no es aplicable a la tensión preliminar de las trincas de amarre, por lo general esta no será superior al 20 % de la MSL de la trinca con tensores accionados manualmente. Siempre que fuese factible se debería tratar de establecer esta tensión preliminar a ambos lados de la trinca. Se debería utilizar la tensión preliminar estándar⁴ marcada en la etiqueta para determinar mediante cálculo un medio de sujeción por fricción. Si no se dispone de tal marca, como regla general se debería usar para ese cálculo un valor del 10 % de la resistencia a la rotura de la trinca, aunque en ningún caso ese valor debería ser superior a 10 kN.

4.1.6 Los conjuntos de dispositivos de sujeción directa deberían ser homogéneos, de manera que cada uno de ellos ejerza la parte que le corresponda de las fuerzas de sujeción con arreglo a su resistencia. Las diferencias inevitables en la distribución de la carga en conjuntos complejos de este tipo se podrán compensar mediante la aplicación de un factor de seguridad. Sin embargo, los dispositivos de características de deformación de la carga divergentes no se deberían colocar en paralelo, a menos que se utilicen para propósitos definidos de prevención del deslizamiento y de la inclinación. Si, por ejemplo, para evitar el deslizamiento se utilizan en paralelo madera para bloqueo y trincas de cinta de sujeción directa, el bloque de madera, más rígido, se debería dimensionar de manera que resista la carga prevista por sí solo. Esta restricción no es aplicable a la combinación de trincas de amarre y, por ejemplo, bloqueo con madera.

4.1.7 Toda medida de sujeción de la carga se debería aplicar de manera que no afecte, deforme ni deteriore el bulto ni la unidad de transporte. El equipo de sujeción permanente incorporado en la unidad se debería utilizar siempre que sea posible o necesario.

4.1.8 Durante el transporte, en particular en las ocasiones que se presten para ello en una ruta de transporte multimodal, se deberían verificar, y actualizar si es necesario y en la medida de lo posible, los medios de sujeción en las unidades de transporte. Esto incluye la tensión nuevamente de las trincas y de las abrazaderas para cables metálicos y el ajuste de los medios de bloqueo.

Cargas dispuestas de forma compacta

4.2 Un requisito vital de los artículos de carga para disponerlos en estibas compactas es que no los afecte el contacto físico mutuo. Los bultos de carga en forma de cajas de cartón, cajones, jaulas, toneles, bidones, fardos, pacas, sacos, botellas, bobinas, etc., o las paletas que contengan estos artículos suelen arrumarse en una unidad de transporte en disposiciones compactas con el fin de aprovechar el espacio de carga, evitar que los artículos de carga comiencen a rodar y permitir la aplicación de medidas para la sujeción común destinadas a contrarrestar los movimientos transversales y longitudinales durante el transporte.

4.2.1

4.2.2 Debería planificarse una estiba compacta de artículos de carga uniformes o variables y ordenarse con arreglo a los principios de la buena práctica de arrumazón, en particular observando las indicaciones que se imparten en la sección 3.2 de este anexo. Si la cohesión entre los artículos de la carga o su estabilidad contra la inclinación es insuficiente, podría ser necesario adoptar medidas adicionales para su compactación, por ejemplo enzunchando o atando lotes de artículos de carga con bandas de acero o plásticas o con revestimientos plásticos. Los espacios entre los artículos de carga o entre la carga y las paredes de la unidad se deberían rellenar según fuera necesario (véanse las subsecciones 2.3.6 a 2.3.8 de este anexo). El contacto directo de los artículos de carga con las paredes podría requerir la introducción de una capa intermedia de material protector (véase la sección 2.1 de este anexo).

⁴ Fuerza de tensión estándar, S_{TF} de acuerdo con la norma EN 12195-2

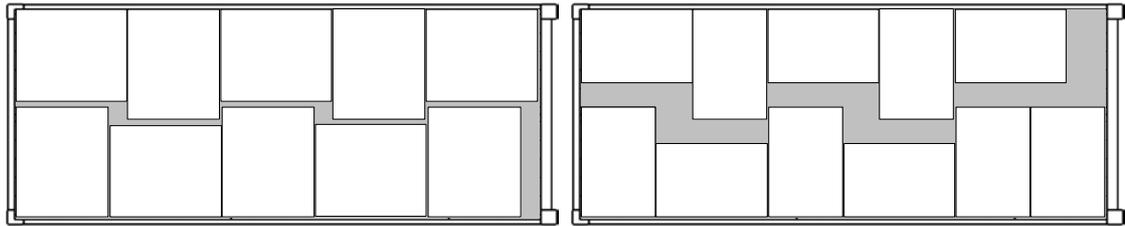


Figura 7.29 Arrumazón de cargas unitarias de 1m x 1,20 m en un contenedor de 20 pies

Figura 7.30 Arrumazón de cargas unitarias de 0,80 m x 1,20 m en un contenedor de 20 pies

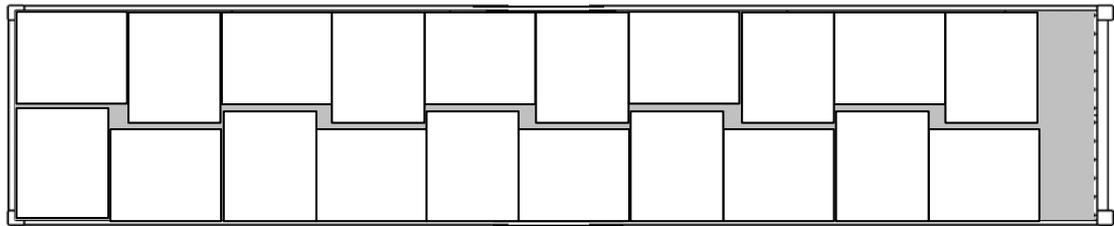


Figura 7.31 Arrumazón de cargas unitarias de 1 m x 1,2 m en un contenedor de 40 pies

Nota: Los espacios vacíos (tono oscuro) que se muestran en las figuras 7.29 a 7.31 deberían rellenarse cuando fuera necesario (véase la subsección 2.3.6 de este anexo)

4.2.3 En muchos casos las unidades de transporte con paredes fuertes en el espacio de carga podrán satisfacer intrínsecamente los requisitos sobre la sujeción transversal y longitudinal, lo cual dependerá del tipo de unidad, la ruta de transporte prevista y la fricción adecuada entre los artículos de carga y entre la carga y el piso de la estiba. El cálculo del equilibrio siguiente demuestra la colocación de carga estibada de forma compacta dentro de paredes fuertes del espacio de carga:

$$c_{x,y} \cdot m \cdot g \leq r_{x,y} \cdot P \cdot g + \mu \cdot c_z \cdot m \cdot g \text{ [kN]}$$

$c_{x,y}$ = coeficiente de aceleración horizontal en el modo correspondiente de transporte (véase el capítulo 5 de este Código)
 m = masa de la carga arrumada [t]
 g = aceleración por la gravedad 9,81 m/s²
 $r_{x,y}$ = coeficiente de resistencia de las paredes de la unidad de transporte (véase el capítulo 6 de este Código)
 P = carga útil máxima de la unidad de transporte (t)
 μ = factor de fricción aplicable entre la carga y el piso de la estiba (véase el apéndice 2 de este anexo)
 c_z = coeficiente de aceleración vertical en el modo correspondiente de transporte (véase el capítulo 5 de este Código)

4.2.4 Podrán surgir situaciones críticas, por ejemplo con un contenedor completamente arrumado durante el transporte por carretera, en que la sujeción longitudinal debería ser capaz de resistir una aceleración de 0,8 g. El factor de resistencia longitudinal de las paredes de 0,4 g debería combinarse con un factor de fricción de al menos 0,4 para satisfacer el equilibrio de sujeción. Si el equilibrio no se puede satisfacer se debería reducir la masa de la carga o transferir las fuerzas longitudinales a la estructura principal del contenedor. Esto último se puede alcanzar introduciendo barreras transversales intermedias de serretas (véase la subsección 2.3.4 de este anexo) o por otros medios adecuados (véase la figura 7.32). Otra posibilidad es el uso de material que aumenta la fricción.



Figura 7.32 Bloque en una unidad de transporte de paredes fuertes

- 4.2.5 Cuando el extremo en que van situadas las puertas de una unidad de transporte se ha proyectado para proporcionar una resistencia de pared determinada (por ejemplo, las puertas de un contenedor de uso general (véase el capítulo 6 de este Código)), las puertas se pueden considerar como una pared fuerte del espacio de carga, siempre que los bultos se estiben de forma que se eviten las cargas de choque sobre dicho extremo y se impida que la carga caiga al abrirse las puertas.
- 4.2.6 Cuando sea necesario apilar bultos en una segunda capa incompleta en el centro de la unidad de transporte se puede recurrir a un bloqueo longitudinal adicional (véanse las figuras 7.33 a 7.36).

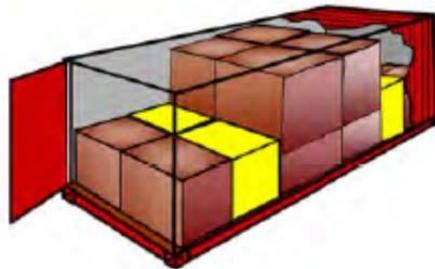


Figura 7.33 Umbral por altura

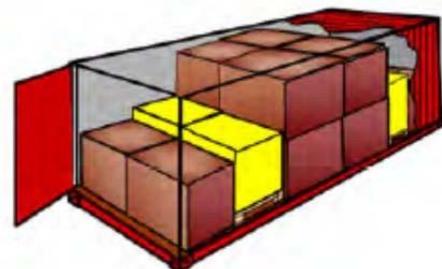


Figura 7.34 Umbral por elevación

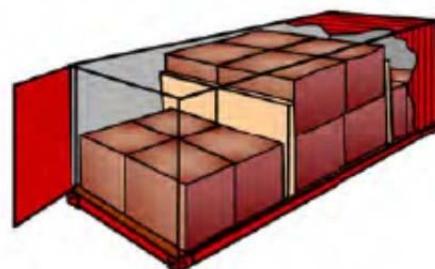


Figura 7.35 Umbral por tablero

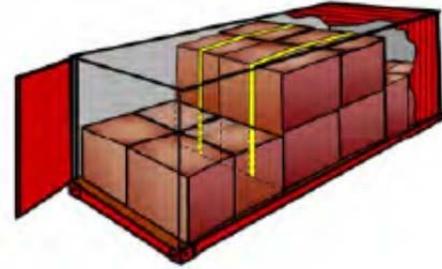


Figura 7.36 Trinca de vuelta completa

- 4.2.7 Las unidades de transporte con paredes del espacio de carga débiles, como ciertos vehículos de carretera y cajas amovibles, requerirán periódicamente la adopción de medidas de sujeción adicionales para evitar el deslizamiento e inclinación de los bloques de carga estibada de forma compacta. Estas medidas también deberían contribuir a la compactación del bloque de carga. El método favorito en estas circunstancias es la sujeción por fricción que ofrecen las trincas de fijación por encima de la carga. Para obtener un efecto de sujeción razonable de las trincas de fricción, el factor de fricción entre la carga y el piso de estiba debería ser suficiente y la elasticidad inherente de las trincas debería ser capaz de mantener la tensión preliminar durante todo el transporte. El cálculo del equilibrio siguiente demuestra la colocación de carga estibada de forma compacta dentro de paredes débiles del espacio de carga y una fuerza de sujeción adicional contra el deslizamiento:

$$c_{x,y} \cdot m \cdot g \leq r_{x,y} \cdot P \cdot g + \mu \cdot c_z \cdot m \cdot g + F_{sec} \quad [\text{kN}] \quad (F_{sec} = \text{fuerza de sujeción adicional})$$

Si no se especifica el coeficiente de resistencia de una pared para la unidad de transporte de que se trata, entonces debería fijarse en cero. La sujeción adicional (F_{sec}) podría consistir en el bloqueo de la base de la carga contra una base de apoyo más firme de la pared del espacio de carga de otra manera débil o en el arriostamiento del bloque de carga contra los puntales del sistema de paredes del espacio de carga. Estos puntales podrán interconectarse con elementos que cuelgan por encima de la carga con el fin de aumentar su potencial de resistencia. También es posible obtener la fuerza de sujeción adicional utilizando métodos de sujeción directa o con trincas de fijación por encima de la carga. La F_{sec} por trinca de fijación por encima de la carga es: $FV \cdot \mu$, en que FV es la fuerza vertical total derivada de la tensión preliminar. Para las trincas verticales FV es 1,8 veces la tensión preliminar en la trinca. Para los medios de sujeción directa μ se debería fijar en un 75 % del factor de fricción.

- 4.2.8 En las unidades de transporte sin paredes todo el efecto de sujeción se debería obtener con medios tales como las trincas de fijación por encima de la carga, con material que aumenta la fricción y, si la unidad es un contenedor abierto abatible, con bloqueo longitudinal contra las paredes extremo. El siguiente cálculo del equilibrio demuestra la sujeción de carga estibada de forma compacta en una unidad sin paredes del espacio de carga:

$$c_{x,y} \cdot m \cdot g \leq \mu \cdot c_z \cdot m \cdot g + F_{sec} \quad [\text{kN}] \quad (F_{sec} = \text{additional securing force})$$

Para F_{sec} , véase la subsección 4.2.7. Debería observarse que, incluso en el caso de un factor de fricción que supere los coeficientes de aceleración externa, sin paredes de los espacios de carga es imperativo contar con un número mínimo de trincas de fijación por encima de la carga para evitar el desplazamiento de la carga debido a golpes o vibración en la unidad durante el transporte.

4.3 Bultos sujetos individualmente y artículos grandes sin embalaje/envase

- 4.3.1 Los bultos y artículos de gran tamaño, masa o forma o las unidades de carga con la parte exterior de consistencia delicada, que no admite contacto directo con otras unidades o con las paredes de la unidad de transporte, se deberían sujetar individualmente. El medio de sujeción debería proyectarse para impedir el deslizamiento y, cuando fuera necesario, la inclinación, tanto en sentido longitudinal como transversal. La sujeción para evitar el movimiento de inclinación es necesaria si la siguiente condición está presente (véase también la figura 7.37):

$$c_{x,y} \cdot d \geq c_z \cdot b$$

$c_{x,y}$ = coeficiente de aceleración horizontal en los modos correspondientes de transporte (véase el capítulo 5 de este Código)

d = distancia vertical desde el centro de gravedad de la unidad hasta su eje de inclinación [m]

c_z = coeficiente de aceleración vertical en los modos correspondientes de transporte (véase el capítulo 5 de este Código)

b = distancia horizontal desde el centro de gravedad hasta el eje de inclinación [m]

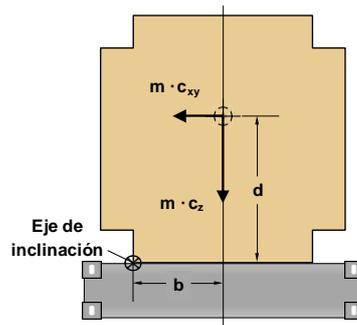


Figura 7.37 Criterio relativo a la inclinación

4.3.2 Los bultos y artículos de sujeción individual se deberían sujetar preferiblemente con un método de sujeción directa, por ejemplo mediante la transferencia directa de las fuerzas de sujeción desde el bulto hasta la unidad de transporte con trincas, tirantes o bloqueo.

4.3.2.1 Una sujeción directa será aquella entre puntos de fijación fijos en el bulto/artículo y la unidad de transporte. La resistencia efectiva de dicha sujeción se verá limitada por el elemento más débil del conjunto, que incluye puntos de sujeción en el bulto y puntos de sujeción en la unidad.

4.3.2.2 Para prevenir el deslizamiento mediante el uso de trincas el ángulo vertical de la trinca debería encontrarse si es posible en un margen de 30° a 60° (véase la figura 7.38). Para prevenir la inclinación las trincas deberían colocarse de manera que formen palancas eficaces en relación con el eje de inclinación aplicable (véase la figura 7.39).

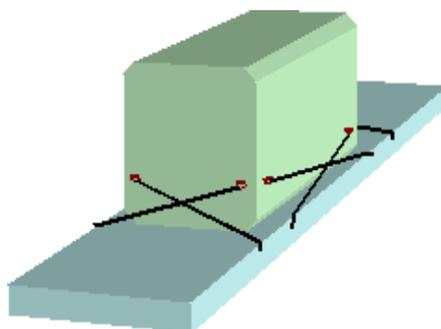


Figura 7.38 Sujeción directa contra el deslizamiento

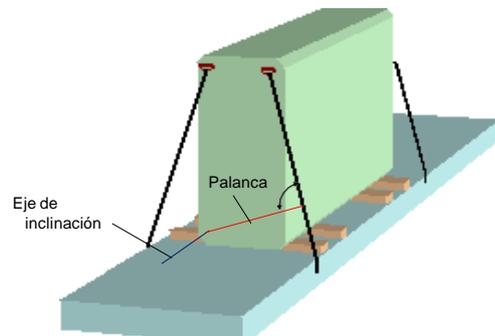
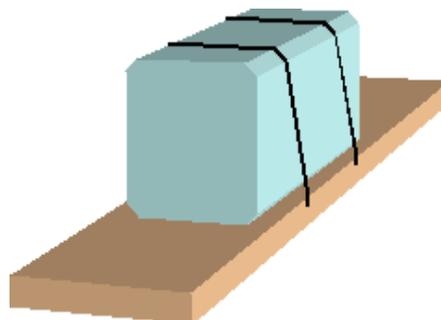


Figura 7.39 Sujeción directa contra la inclinación

4.3.3 Los bultos y los artículos sin puntos de sujeción deberían sujetarse o bien apoyados en soportes o inmobilizados por bloqueo contra estructuras sólidas de la unidad de transporte o bien sujetados con trincas de fijación por encima de la carga, de medio lazo o por resortes (véanse las figuras 7.40 to 7.43).



**Figura 7.40 Trinca de fijación por encima de la carga
Top over lashing**

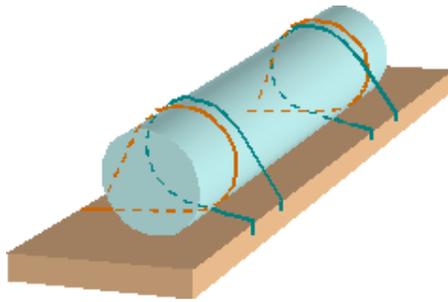


Figura 7.41 Trinca de medio lazo vertical

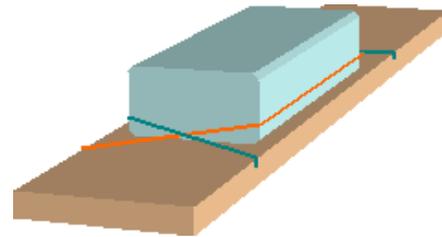


Figura 7.42 Trinca de medio lazo horizontal

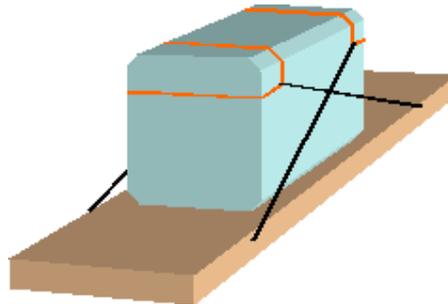


Figura 7.43 Trinca por resortes
Spring lashing

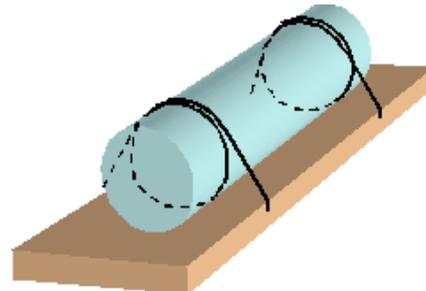


Figura 7.44 Trinca doble falsa

- 4.3.3.1 Las trincas de lazo con sus extremos fijados a ambos lados (véase la figura 7.44) no tienen ningún efecto de sujeción directa y pueden permitir que el bulto/artículo ruede, por lo cual no se recomiendan. 4.3.3.2
- 4.3.3.2 Hay cantoneras de sujeción que son una alternativa a la trinka por resortes (véase la figura 7.43).
- 4.3.3.3 Cualquiera que sea el método de sujeción que se adopte, el material de sujeción se debe estirar con el fin de generar una fuerza de contención. A medida que el material se afloja la tensión en la trinka se reduce lentamente, por lo cual es importante que se observen las orientaciones que figuran en la subsección 4.1.4 de este anexo.
- 4.3.4 Las unidades de transporte con paredes del espacio de carga fuertes se adecuan mejor al método de bloqueo o de soporte para la sujeción de bultos o artículos individuales. Este método reducirá al mínimo la movilidad de la carga. Será necesario asegurarse de que las fuerzas de contención se transfieran a las paredes de la unidad de transporte en una forma que excluya la sobrecarga local. Las fuerzas que actúen sobre las paredes se deberían transferir mediante vigas transversales de distribución de la carga (véanse las subsecciones 2.3.1 a 2.3.3 de este anexo). Los bultos o artículos muy pesados, como bobinas de acero o bloques de mármol, podrán requerir una combinación de los métodos de bloqueo y de sujeción. En ambos casos será necesario observar las restricciones que se indican en la subsección 4.1.6 de este anexo (véase la figura 7.45). Se puede descartar el uso del método de bloqueo con artículos de superficies delicadas, que en cambio se deberían afianzar con el método de sujeción con trincas solamente.



Figura 7.45 Bloqueo transversal de chapa gruesa de acero

- 4.3.5 La fijación individual de bultos o artículos en unidades de transporte con paredes del espacio de carga débiles y en unidades de transporte sin paredes requiere en casi todos los casos el método de sujeción con trincas. Cuando proceda, se podrá utilizar de manera adicional el bloqueo o el uso de soportes, pero si uno de ellos se utiliza en paralelo con trincas entonces se deberían observar las restricciones que figuran en la subsección 4.1.6 de este anexo. Si bien en todo caso se recomienda la provisión de una buena fricción en la superficie de asiento de un bulto o artículo, no convendría utilizar trincas de fijación por encima de la carga para evitar el deslizamiento, a menos que la carga tenga una masa limitada. Estas trincas podrían ser adecuadas para prevenir la inclinación. En particular no se deberían sujetar exclusivamente con estas trincas los bultos o artículos de anchura excesiva, a menudo transportados en unidades de transporte de plataforma (véase la figura 7.46). Se recomienda firmemente el uso de trincas de medio lazo y/o por resortes (véanse las figuras 7.47 y 7.48).

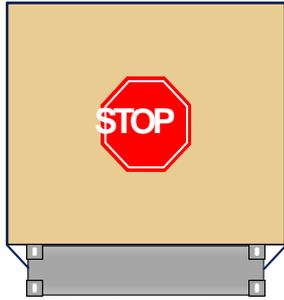


Figura 7.46 Sujeción con trincas de fijación por encima de la carga

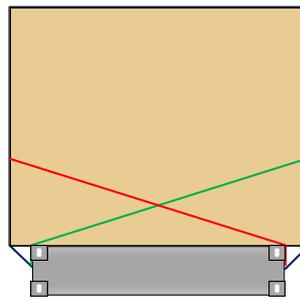


Figura 7.47 Fijación por encima de la carga y medio lazo horizontal

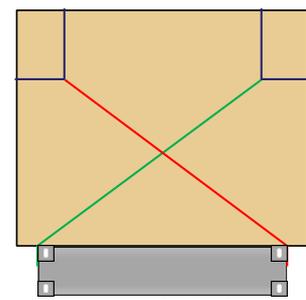


Figure 7.48 Sujeción transversal con trincas por resorte

- 4.3.6 Cuando se utilicen trincas de medio lazo horizontal, se debería usar algún medio para impedir que los lazos se deslicen y bajen por el bulto o artículo.
- 4.3.7 Como medida opcional, un bulto o artículo de anchura excesiva se puede sujetar con trincas de medio lazo sujetadas por las esquinas, como se muestra en la figura 7.49.

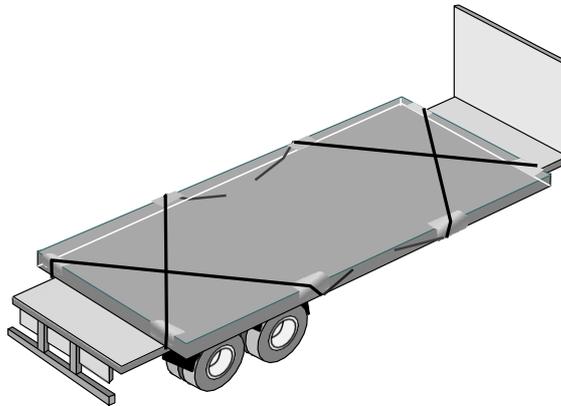


Figura 7.49 Bulto de anchura excesiva sujetado con trincas de medio lazo

4.4 Evaluación de los medios de sujeción

- 4.4.1 La evaluación de los medios de sujeción supone establecer un equilibrio entre las fuerzas y momentos externos previstos y el potencial de sujeción del medio de sujeción previsto o puesto en práctica. Las fuerzas externas previstas se deberían determinar multiplicando el coeficiente de aceleración aplicable, suministrado en el capítulo 5 de este Código, por el peso del bulto o bloque de bultos en cuestión.

$$F_{x,y} = m \cdot g \cdot c_{x,y} \text{ [kN]}$$

$F_{x,y}$ = fuerza externa prevista [kN]

m = masa de la carga que se va a evaluar [t]

g = aceleración por la gravedad $9,81\text{m/s}^2$

$c_{x,y}$ = coeficiente de aceleración horizontal en el modo correspondiente de transporte (véase el capítulo 5 de este Código)

En el capítulo 5 se distinguen tres modos de transporte: por carretera, por ferrocarril y por mar. El modo de transporte por mar se subdivide a su vez en tres categorías, según sea la severidad de los movimientos del buque, que se tiene en cuenta junto con la altura significativa de ola de las zonas marítimas de que se trate. Por tanto, para seleccionar el factor de aceleración aplicable es preciso contar con la información completa del modo y ruta de transporte previstos. Se debería tener debidamente en cuenta un posible transporte multimodal, con el fin de calcular las cifras de aceleración para el modo de transporte o el trayecto más exigentes de la ruta de transporte. Finalmente, estas cifras se deberían utilizar para evaluar los medios de sujeción que se vayan a utilizar.

- 4.4.2 La evaluación del potencial de sujeción incluye el supuesto de un factor de fricción, basado en la combinación de materiales (véase el apéndice 2 de este anexo) y la naturaleza del medio de sujeción (subsección 2.2.2 de este anexo) y, si procede, incluye también la determinación de la estabilidad contra la inclinación inherente de la carga (subsección 4.3.1 de este anexo). El cálculo de cualquier otro dispositivo de fijación utilizado para el bloqueo, apoyo en soportes o sujeción se debería efectuar teniendo en cuenta su resistencia en términos de la MSL y los parámetros de aplicación pertinentes, como el ángulo de sujeción y la tensión preliminar. Estas cifras son necesarias para la evaluación del medio de sujeción que se vaya a utilizar.
- 4.4.3 En muchos casos la evaluación de un medio de sujeción podrá efectuarse aplicando una sencilla regla general. Sin embargo, esta regla podría ser aplicable únicamente a ciertas condiciones del transporte, por ejemplo por mar, pues en otras condiciones podría sobrepasar su ámbito o ser insuficiente. Es por tanto recomendable formular por escrito estas reglas generales para los distintos modos de transporte y utilizarlas de conformidad. Cualquier formulación de esta naturaleza se debería someter a una comprobación inicial aplicando para ello un método de evaluación avanzado.
- 4.4.4 Los métodos normalizados para la evaluación de los medios de sujeción podrán basarse en tablas precalculadas apropiadas, basadas en cálculos del equilibrio, que suministren respuestas rápidas acerca de la idoneidad de un medio de sujeción⁵. Estos métodos pueden aplicarse a modos de transporte específicos.
- 4.4.5 La evaluación de los medios de sujeción se podrá efectuar mediante el equilibrio de las fuerzas y momentos utilizando para ello un cálculo elemental. Sin embargo, el método particular utilizado debería ser aprobado y además resultar adecuado para el propósito y el modo de transporte previstos. Se podrán encontrar orientaciones específicas al respecto en el Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga (Código CSS) de la OMI y en otros reglamentos y directrices expedidos por autoridades regionales o nacionales y grupos del sector que abarcan varios modos de transporte. Referencias:
- Código CSS de la OMI, Anexo 13, para el transporte por mar;
 - Norma europea EN 12195-1:2010, para el transporte por carretera;
 - Unión Internacional de Ferrocarriles. Acuerdo sobre intercambio y utilización de vagones entre empresas ferroviarias (RIV 2000), Anexo II, para el transporte ferroviario.
- 4.4.6 La idoneidad de un medio de sujeción específico se puede evaluar y aprobar con una prueba de la inclinación. La prueba se podrá utilizar para demostrar la resistencia contra cualquier aceleración externa especificada. La correspondiente prueba-ángulo depende del factor de fricción existente en el caso de una prueba de la resistencia contra el deslizamiento, o de la relación entre la altura y la anchura de la carga si se trata de una prueba de resistencia a la inclinación (véase el apéndice 5 de este anexo).

5 Arrumazón de material a granel

5.1. Líquidos no reglamentados en unidades de transporte cisterna

- 5.1.1 Las unidades de transporte cisterna llenadas con líquidos de una viscosidad inferior a 2 680 mm²/s a 20 °C que se transportarán por carretera, ferrocarril o mar deberían llenarse hasta el 80 % como mínimo de su volumen para evitar oscilaciones peligrosas, pero en ningún caso a más del 95 %, a menos que se especifique lo contrario. También se acepta una relación de llenado de un máximo del 20 %. Una relación de llenado de más del 20 % pero de menos del 80 % solo debería permitirse cuando el forro de la cisterna esté subdividido, por ejemplo, mediante compartimentado o por placas antioscilaciones, en secciones de una capacidad de 7 500 litros o inferior.

⁵ Uno de los métodos de evaluación son las orientaciones sobre trunca rápida, que figuran en el material informativo IM 5 (disponible en www.unece.org/trans/wp24/guidelinespackingctus/intro.html).

- 5.1.2 El forro de la cisterna y todos los accesorios, válvulas y juntas deberían ser compatibles con las mercancías que se van a transportar en la cisterna. En caso de duda, se debería consultar al propietario o el operador de la cisterna. Todas las válvulas se deberían cerrar correctamente y se debería comprobar su estanquidad.
- 5.1.3 Cuando la cisterna se utiliza para transportar productos alimenticios, debería cumplir con los siguientes requisitos:
- Todas sus partes en directo contacto con el producto alimenticio deberían estar acondicionadas de tal forma que se garanticen las propiedades de protección de la calidad alimenticia de la cisterna;
 - La cisterna debería ser fácilmente accesible y adecuada para las operaciones de limpieza y desinfección;
 - Debería ser posible inspeccionar el interior;
 - El exterior debería estar claramente señalado con la marca "PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS SOLAMENTE" o con un texto similar.
- 5.2 Líquidos en flexitanques
- 5.2.1 Los flexitanques utilizados para el transporte de líquidos a granel por carretera, por ferrocarril o por mar deberían llevar una etiqueta que confirme su homologación por una entidad consultiva reconocida. Siempre se deberían seguir las instrucciones de los fabricantes para su instalación y se debería inspeccionar la carga que se va a transportar para comprobar su compatibilidad con el material del flexitanque. El transporte en flexitanques de mercancías peligrosas está prohibido.
- 5.2.2 Durante el transporte el contenido de un flexitanque estará sometido a fuerzas dinámicas sin la intervención de una contención importante debida a la fricción. Estas fuerzas actuarán sobre las paredes de la unidad de transporte y podrán causar daños o un fallo completo.
- 5.2.3 Por tanto, la carga útil de una unidad de transporte se debería reducir adecuadamente cuando se utilice para transportar un flexitanque cargado. La reducción depende del tipo de unidad y del modo de transporte. Cuando un flexitanque se cargue en una unidad de transporte de uso general, la masa del líquido en el flexitanque no debería exceder un valor convenido con el operador de la unidad para evitar que sufra daños por abolladuras (véase la figura 7.50).

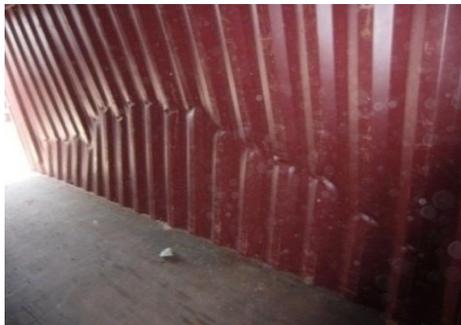


Figura 7.50 Pared lateral dañada de una unidad de transporte

- 5.2.4 Los vehículos de carretera proyectados para transportar flexitanques cargados deberían tener paredes de una resistencia certificada suficiente para transportar el peso de la carga en las condiciones de carga convenidas. El certificado de aptitud del vehículo debería referirse explícitamente al transporte a granel de líquidos en condiciones de fricción nula. Sin embargo, se recomienda revestir la parte inferior de la zona de carga con un material que aumente la fricción y colocar trincas de fibra de fijación por encima de la carga cada dos metros para estabilizar la posición y la resistencia del flexitanque.
- 5.2.5 Antes de equiparse con un flexitanque, la unidad de transporte se debería inspeccionar cuidadosamente para comprobar su integridad estructural y el funcionamiento pleno de las varillas de enclavamiento de cada panel de puerta. A continuación se debería preparar limpiándola a fondo, retirando todos los obstáculos, como clavos protuberantes, y forrando con cartón la parte inferior y las paredes. En los contenedores de 40 pies se debería utilizar madera contrachapada para forrar las paredes laterales con el fin de evitar que sufra daños por abolladuras. El extremo de la unidad en que van situadas las puertas se debería reforzar con serretas, encajadas en rebajes adecuados, y con un forro fuerte de cartón o de madera contrachapada. Si el flexitanque está provisto de un tubo de conexión inferior, el forro debería tener una abertura que coincida con la posición del tubo en la parte de la puerta derecha. El flexitanque vacío se debería desplegar y tenderse con precisión para facilitar un llenado sin problemas.

- 5.2.6 Para llenar un flexitanque vacío se debería cerrar firmemente la puerta izquierda de la unidad de transporte, de manera que la barrera previamente introducida se encuentre bien apoyada (véase la figura 7.51). El flexitanque se debería llenar con un caudal regulado. Se recomienda el uso de dispositivos de protección contra derramamientos, como un saco o una bandeja recogedores de goteos. Después de llenar y precintar la cisterna, debería cerrarse la puerta de la unidad de transporte y pegarse una etiqueta de advertencia en el panel de la puerta izquierda (véase la figura 7.52). Ninguna parte del flexitanque o de las serretas de contención o del mamparo deberían tocar ninguna de las puertas cuando se haya llenado por completo.



Figura 7.51 Contenedor provisto de flexitanque



Figura 7.52 Etiqueta de advertencia de flexitanque

- 5.2.7 Para descargar un flexitanque, la puerta derecha de la unidad de transporte se debería abrir cuidadosamente a fin de obtener acceso al tubo de conexión superior o inferior. La puerta izquierda se debería mantener cerrada hasta que el flexitanque se haya vaciado en su mayor parte. Se recomienda el uso de dispositivos de protección contra derramamientos, como un saco o una bandeja recogedores de goteos. El flexitanque se debería eliminar de acuerdo con las normas aplicables.

5.3 Cargas sólidas a granel no reglamentadas

- 5.3.1 Las cargas sólidas a granel no reglamentadas se podrán arrumar en unidades de transporte siempre y cuando las paredes del espacio de carga puedan soportar las fuerzas estáticas y dinámicas del material a granel en las condiciones de transporte previstas (véase el capítulo 5 de este Código). Los contenedores están dotados de ranuras para introducir soportes horizontales en los montantes de ángulo de la puerta adecuados para encajar barras de acero transversales con una sección transversal de 60 mm². Esta disposición está proyectada particularmente para reforzar el extremo del contenedor en que está situada la puerta para que reciba una carga de 0,6 P, como se prescribe para las cargas sólidas a granel. Estas barras se deberían introducir correctamente. La capacidad de transporte correspondiente de la unidad se debería demostrar mediante un certificado relacionado con el caso en particular expedido por un organismo consultivo reconocido o por un inspector de cargas independiente. Esta prescripción se aplica en particular a contenedores de uso general y a unidades de transporte cerradas similares transportadas en vehículos de carretera, que no están específicamente proyectados para transportar cargas a granel. Podrá ser necesario reforzar las paredes laterales y delantera de la unidad con un forro de madera contrachapada o de cartón de papel usado para protegerlas de las abolladuras o raspaduras (véase la figura 7.53).



Figura 7.53 Revestimiento de un contenedor de 40 pies con paneles de cartón usado

- 5.3.2 Las unidades en que se vaya a transportar una carga a granel deberían limpiarse y prepararse adecuadamente, como se describe en la subsección 5.2.5 de este anexo, en particular si se va a utilizar un revestimiento específico para la carga para mercancías a granel tales como café en grano y otros granos o materiales delicados similares (véase la figura 7.54).



Figura 7.54 Unidad de transporte con un saco de revestimiento para carga a granel delicada

- 5.3.3 Si se va a transportar material sucio o en estado crudo, las paredes de la unidad de transporte se deberían revestir con madera contrachapada o carbón de papel usado para evitar el desgaste mecánico de la unidad de transporte. En todos los casos se debería dotar a las puertas de una protección apropiada, consistente en unas serretas encajadas en rebajes adecuados y adicionalmente de un fuerte revestimiento de madera contrachapada (véase la figura 7.55).



Figura 7.55 Unidad de transporte con paredes revestidas y una barrera de puerta con chatarra

- 5.3.4 La chatarra y material de desecho similar que se vayan a transportar a granel en una unidad de transporte deberían estar lo suficientemente secos para evitar la formación de fugas y la consiguiente contaminación del medio ambiente o de otras unidades si se apila en tierra o transporta en un buque.
- 5.3.5 Dependiendo de la fricción interna y del ángulo de reposo de la carga sólida a granel, cabría inclinar hasta un cierto grado la unidad de transporte con el fin de facilitar la operación de carga o descarga. Sin embargo, siempre se debería comprobar que las paredes de la unidad no se sometan a un esfuerzo excesivo como resultado de la operación de llenado. No es aceptable girar la unidad en un ángulo de 90 ° hasta colocarla en posición vertical para llenarla, a menos que haya sido específicamente aprobada para este método de manipulación.

Apéndice 1. Marcas del embalaje/envase

Nota: Las etiquetas y marcas que se requieren para el transporte de mercancías peligrosas figuran en los reglamentos sobre el transporte de mercancías peligrosas aplicables y no están incluidas en este Código.

1 Introducción

- 1.1 Los bultos a menudo están marcados con instrucciones para su manipulación en el idioma del país de origen. Si bien esta medida puede proteger la remesa hasta un cierto punto, es de poca utilidad en el caso de mercancías enviadas a países o a través de países en que se hablan otros idiomas y de ninguna utilidad si las personas que las manipulan son analfabetas.
- 1.2 Los símbolos pictóricos ofrecen la mejor posibilidad de transmitir la intención del consignador, y, por tanto, su adopción reducirá sin duda las pérdidas y daños que resultan de una manipulación incorrecta.
- 1.3 El uso de símbolos pictóricos no ofrece ninguna garantía de una manipulación satisfactoria, por lo cual un buen embalaje/envase protector es de primordial importancia
- 1.4 Los símbolos que se muestran en este anexo son los de uso más frecuente. Estos y otros figuran en la norma ISO 780⁶.

2 Símbolos

2.1 Representación de los símbolos

- 2.1.1 De ser posible, los símbolos se deberían estarcir directamente en el bulto, aunque también pueden figurar en una etiqueta. Se recomienda que los símbolos se pinten, impriman o en su lugar se reproduzcan como se especifica en dicha norma ISO. No será necesario rodearlos de un borde.

2.2 Color de los símbolos

- 2.2.1 Para los símbolos se debería utilizar el color negro. Si el bulto fuera de un color oscuro que no permitiera ver claramente el símbolo negro, entonces se debería incluir un recuadro con un fondo de un color contrastante adecuado, preferiblemente blanco.
- 2.2.2 Se debería procurar evitar el uso de colores que pudieran confundir los símbolos con las marcas del etiquetado de las mercancías peligrosas. Se debería evitar el uso del rojo, anaranjado o amarillo, a menos que así lo requieran los reglamentos regionales o nacionales.

2.3 Tamaño de los símbolos

Para fines normales, la altura total de los símbolos debería ser de 100 mm, 150 mm o 200 mm. Sin embargo, las dimensiones o forma del bulto podría requerir el uso de tamaños más grandes o más pequeños.

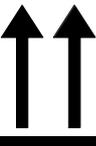
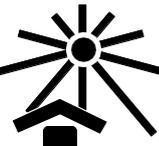
2.4 Posición de los símbolos

Se debería prestar atención particularmente a la aplicación correcta de los símbolos, ya que de lo contrario podrían interpretarse erróneamente. Los símbolos núm. 7 y núm. 16 se deberían colocar en sus posiciones correctas respectivas y en sus lugares adecuados respectivos con el fin de transmitir de forma clara todo su significado.

3 Instrucciones de manipulación

Las instrucciones para la manipulación se deberían indicar en los bultos que se transportan utilizando los símbolos correspondientes, que figuran en el siguiente cuadro:

⁶ Norma ISO 780, Packaging – Pictorial markings for handling of goods.

No.	Instrucción/Información	Símbolo	Significado	Instrucciones especiales
1	FRÁGIL		El contenido del bulto es frágil y por tanto se debe manipular con cuidado.	Muéstrese cerca de la esquina superior izquierda en los cuatro lados verticales del bulto.
2	NO UTILIZAR CON GANCHOS DE MANO		No se deben utilizar ganchos para manipular los bultos	
3	ESTE LADO HACIA ARRIBA		Indica la correcta orientación del bulto	Se muestra como el símbolo No. 1. Cuando hacen falta los dos, el No. 3 aparecerá más cerca de la esquina
4	PROTEGER DEL SOL		El bulto no se debe exponer a la luz del sol	
5	PROTEGER DE FUENTES RADIOACTIVAS		El contenido del bulto podría deteriorarse o volverse totalmente inservible por efecto de una radiación penetrante	
6	PROTEGER DE LA LLUVIA		El bulto debe mantenerse seco y protegido de la lluvia	

No.	Instrucción/Información	Símbolo	Significado	Instrucciones especiales
7	CENTRO DE GRAVEDAD		Indica el centro de gravedad del bulto	De ser posible, CENTRO DE GRAVEDAD se colocará en los seis lados, pero como mínimo en los cuatro lados laterales en relación con la posición real del centro de gravedad
8	NO RODAR		El bulto no se debe rodar	
9	NO USAR CARRETILLA DE MANO AQUÍ		No se deben colocar carretillas de mano en este lado durante la manipulación	
10	NO USAR CARRETILLA DE HORQUILLA ELEVADORA		El bulto no se debe manipular con carretillas de horquilla elevadora	
11	COLOCAR LAS ABRAZADERAS COMO SE INDICA		Las abrazaderas se deben colocar en los lados indicados para la manipulación	El símbolo se debe colocar en dos lados opuestos del bulto para que quede en el campo visual del operador del vehículo de acoplamiento de las abrazaderas cuando se acerque para efectuar la operación. No se debe colocar en los lados de sujeción de las abrazaderas

No.	Instrucción/Información	Símbolo	Significado	Instrucciones especiales
12	NO COLOCAR LAS ABRAZADERAS EN ESTOS LADOS		El bulto no se debe sujetar con abrazaderas en los lados indicados	
13	APILAMIENTO LIMITADO POR LA MASA		Indica la carga máxima de apilamiento autorizada	
14	PILAMIENTO LIMITADO POR EL NÚMERO		Número máximo de bultos idénticos que se pueden apilar encima, en que "n" es el número límite	
15	NO APILAR		No se permite apilar el bulto y no se debe colocarle nada encima	
16	ENGANCHAR AQUÍ		Las eslingas para elevación deben colocarse donde se indica	Deberían colocarse como mínimo en dos lados opuestos del bulto
17	LÍMITES DE TEMPERATURA		Indica los límites de temperatura dentro de los cuales se debería almacenar y manipular el bulto	

Apéndice 2. Factores de fricción

Las diferentes superficies de contacto de los materiales tienen diferentes factores de fricción. En el cuadro siguiente se indican los valores recomendados para los factores de fricción. Los valores serán válidos siempre que ambas superficies de contacto estén totalmente limpias y desprovistas de materiales extraños. Los valores corresponden a la fricción estática. En el caso de los medios de sujeción directa, en que la carga se debe mover poco antes de que el alargamiento de las trincas proporcione la fuerza de contención deseada, entra en juego la fricción dinámica, que se toma como el 75 % de la fricción estática.

Combinación de materiales en la superficie de contacto	Seco	Húmedo
MADERA ASERRADA/PALLET DE MADERA		
Madera aserrada/paleta de madera contra madera contrachapada/laminado con base de tejido	0.45	0.45
Madera aserrada/paleta de madera contra aluminio acanalado	0.4	0.4
Madera aserrada/paleta de madera contra chapa fina de acero inoxidable	0.3	0.3
Madera aserrada/paleta de madera contra película de contracción en caliente	0.3	0.3
MADERA CEPILLADA		
Madera cepillada contra madera contrachapada/laminado con base de tejido	0.3	0.3
Madera cepillada contra aluminio acanalado	0.25	0.25
Madera cepillada contra chapa fina de acero inoxidable	0.2	0.2
PALLETS DE PLÁSTICO		
Paleta de plástico contra madera contrachapada/laminado con base de tejido	0.2	0.2
Paleta de plástico contra aluminio acanalado	0.15	0.15
Paleta de plástico contra chapa fina de acero inoxidable	0.15	0.15
CARDTÓN (SIN TRATAR)		
Cartón contra cartón	0.5	-
Cartón contra paleta de madera	0.5	-
BIG BAG		
Big bag contra paleta de madera	0.4	-
ACERO Y CHAPA METÁLICA		
Metal sin pintar de superficie áspera contra metal sin pintar de superficie áspera	0.4	-
Metal pintado de superficie áspera contra metal pintado de superficie áspera	0.3	-
Metal pintado de superficie lisa contra metal pintado de superficie lisa	0.2	-
Metal de superficie lisa contra metal de superficie lisa	0.2	-

Combinación de materiales en la superficie de contacto	Seco	Húmedo
JAUAS DE ACERO		
Jaula de acero contra madera contrachapada/laminado con base de tejido	0.45	0.45
Jaula de acero contra aluminio acanalado	0.3	0.3
Jaula de acero contra chapa fina de acero inoxidable	0.2	0.2
HORMIGÓN		
Hormigón de superficie áspera contra madera aserrada	0.7	0.7
Hormigón de superficie lisa contra madera aserrada	0.55	0.55
MATERIAL ANTIDESLIZANTE		
Caucho contra otros materiales cuando las superficies de contacto están limpias	0.6	0.6
Materiales distintos de caucho contra otros materiales	Según se certifique o pruebe con arreglo al apéndice 3	

Los factores de fricción (μ) deberían ser aplicables a las condiciones reales de servicio. Si en el cuadro anterior no figura una combinación de superficies de contacto o si su factor de fricción no se puede verificar de ninguna otra manera, se debería aplicar el factor de fricción máximo autorizado de 0,3. Si las superficies de contacto no están bien limpias, se debería utilizar el factor de fricción máximo autorizado de 0,3 o, cuando sea inferior, el valor que se indique en el cuadro. Si las superficies de contacto tienen escarcha, hielo o nieve se debería utilizar un factor de fricción estática de 0,2, a menos que el cuadro indique un valor menor. Si se trata de superficies con aceite o grasa o cuando se hayan utilizado láminas antideslizantes entonces se aplicará un factor de fricción de 0,1.

Apéndice 3. Métodos prácticos para la determinación del factor de fricción μ

Dos son los métodos para determinar el factor de fricción μ . Un método práctico para calcular el factor de fricción aplicable es la prueba de inclinación, que puede efectuar cualquier parte que intervenga en la arrumazón de una unidad. El otro método para determinar el factor de fricción exacto es la prueba de tracción, para la cual, sin embargo, es necesario contar con equipo de laboratorio.

1 Prueba de inclinación

El factor μ indica cuán fácilmente una carga se deslizará si su plataforma de carga se inclina. Un método para encontrar μ es inclinando la plataforma en que se transporta la carga de que se trate y midiendo el ángulo (α) al cual la carga comienza a deslizarse. Esto da el factor de fricción $\mu = 0,925 \cdot \tan \alpha$. Se deberían hacer cinco pruebas en condiciones prácticas y realistas, de las cuales se pasarán por alto los valores más alto y más bajo y se utilizará el promedio de los otros tres para determinar el factor de fricción.

2 Prueba de tracción

2.1 El equipo de prueba consiste en los siguientes componentes :

- Un piso horizontal con una superficie que representa la plataforma de carga
- Un dispositivo para las pruebas de tracción
- Un dispositivo de conexión entre el equipo de prueba y la parte inferior del bulto
- Un sistema de evaluación basado en computador

El dispositivo para las pruebas de tracción debería cumplir con la norma ISO 7500-1.

2.2 Las condiciones de la prueba deberían corresponder a las condiciones reales; las superficies de contacto deberían estar totalmente limpias y desprovistas de materiales extraños. Las pruebas deberían efectuarse en una condición atmosférica 5 de conformidad con la norma ISO 2233:2001, a una temperatura de + 20 °C y una humedad relativa de un 65 %.

2.3 La velocidad de tracción debería ser de 100 mm/min y el régimen de muestreo de al menos 50 Hz.

2.4 Con el mismo objeto que se usa para la prueba y de una sola vez se hace una medición de la fuerza de tracción y de la forma de desplazamiento, utilizando un plano de deslizamiento respectivo de 50 mm a 85 mm por cada recorrido. Deberían hacerse como mínimo tres recorridos individuales con una descarga intermedia de al menos un 30 % de la fuerza de tracción por medición (véase también la figura 7.56).

2.5 La serie de mediciones consiste en tres mediciones por cada uno de los tres recorridos. La pieza de muestreo y/o el material antideslizante se deberían sustituir después de cada medición, de manera que el desgaste del material no pueda influir en el resultado de la medición.

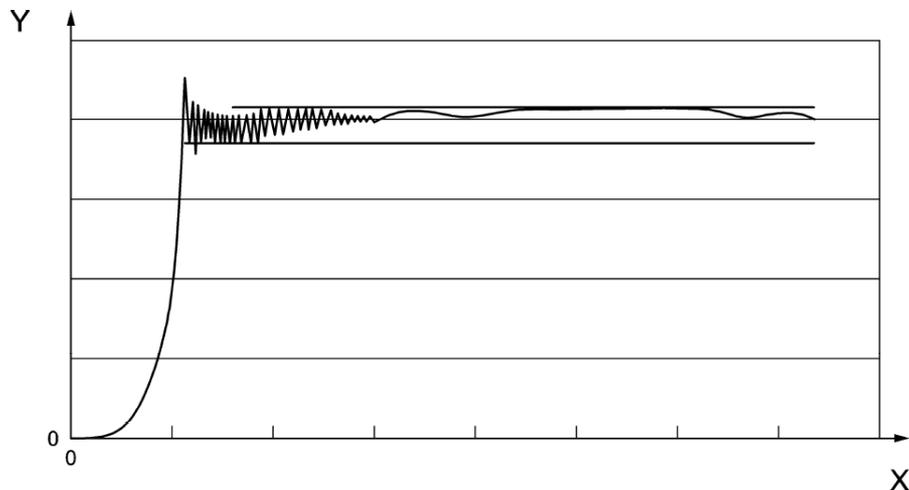


Figura 7.56

Leyenda: Y – Fuerza de tracción X - Dirección del desplazamiento

- 2.6 El factor de fricción μ se debería determinar con arreglo a la ecuación indicada a continuación, teniendo en cuenta los tres valores medios de cada una de las tres mediciones.

$$\mu = (\text{fuerza de tracción} - 0.95) / (\text{peso} - 0.925)$$

- 2.7 Para obtener un cálculo más realista de las fuerzas de fricción y de los factores de fricción se deberían efectuar series de mediciones múltiples, cada una con diferentes muestras para la prueba de la zona de carga, la estera antideslizamiento y el soporte de la carga o la carga.
- 2.8 Si las condiciones de la medición difieren de lo que se especifica anteriormente, las condiciones de la prueba se deberían hacer constar en el informe de la prueba.

Apéndice 4. Cálculos para arrumazones y métodos de sujeción específicos

1 Resistencia de las serretas transversales

Las fuerzas de resistencia obtenibles F de un conjunto de serretas se puede determinar mediante la siguiente fórmula (véase también la figura 7.57):

$$F = n \cdot \frac{w^2 \cdot h}{28 \cdot L} \quad [\text{kN}]$$

n = Número de serretas
 w = Espesor de las serretas [cm]
 h = Altura de las serretas [cm]
 L = Logitud libre de las serretas [m]

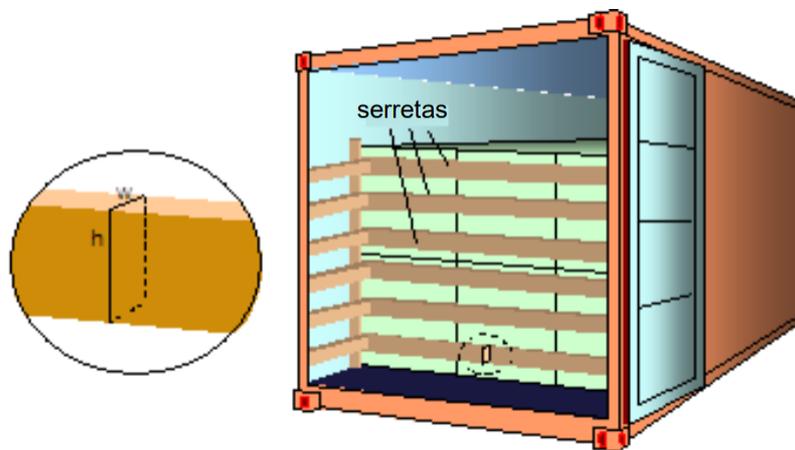


Figura 7.57 Serretas transversales en un contenedor

Ejemplo:

Se ha colocado una barrera de seis serretas, que tienen una longitud libre L = 2,2m y una sección transversal w = 5 cm, h = 10 cm. La fuerza de resistencia total obtenible es:

$$F = n \cdot \frac{w^2 \cdot h}{28 \cdot L} = 6 \cdot \frac{5^2 \cdot 10}{28 \cdot 2.2} = 24 \text{ kN}$$

Esta fuerza de 24 kN sería suficiente para contener una masa de la carga (m) de 7,5 t, dependiendo de las aceleraciones en la zona marítima C con 0,4 g longitudinalmente (cx) y 0,8 g verticalmente (cz). La estiba en el contenedor es longitudinal. Con un factor de fricción entre la carga y el piso del contenedor de μ = 0,4 el siguiente cálculo del equilibrio muestra que:

$$c_x \cdot m \cdot g < \mu \cdot m \cdot (1 - c_z) \cdot g + F \quad [\text{kN}]$$

$$0.4 \cdot 7.5 \cdot 9.81 < 0.4 \cdot 7.5 \cdot 0.2 \cdot 9.81 + 24 \quad [\text{kN}]$$

$$29 < 6 + 24 \quad [\text{kN}]$$

$$29 < 30 \quad [\text{kN}]$$

2 Superficie de asiento de una carga concentrada en un contenedor de uso general o en un contenedor plataforma

Las medidas para disponer las superficies de asiento de cargas concentradas en contenedores de uso general y en contenedores plataforma se deberían proyectar mediante consultas con el operador de las unidades de transporte.

3 Posición longitudinal del centro de gravedad de la carga

La posición longitudinal del centro de gravedad de la carga se debería utilizar juntamente con las reglas y diagramas de la distribución de la carga específicos de las unidades de transporte⁷. La posición longitudinal del centro de gravedad de la carga en la longitud interior de una unidad de transporte arrumada se encuentra a la distancia d desde la parte delantera, obtenida mediante la siguiente fórmula (véase también la figura 7.58):

$$d = \frac{\sum (m_n \cdot d_n)}{\sum m_n}$$

d = distancia del centro común de gravedad de la carga desde la parte delantera de la zona de estiba [m]

m_n = masa de los bultos o sobreembalajes/envases individuales [t]

d_n = distancia del centro de gravedad de la masa m_n desde la parte delantera de la zona de estiba [m]

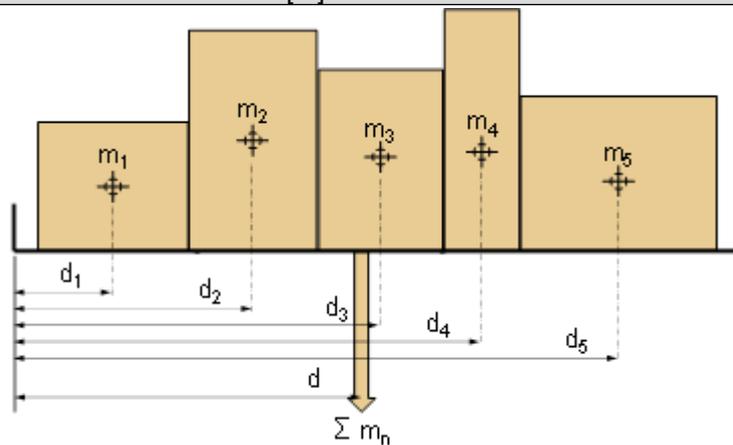


Figura 7.58 Determinación del centro de gravedad longitudinal

Ejemplo:

Un contenedor de 20 pies está arrumado con cinco grupos de bultos de carga de la siguiente manera:

	m_n [t]	d_n [m]	$m_n \cdot d_n$ [t·m]
1	3.5	0.7	2.45
2	4.2	1.4	5.88
3	3.7	3.0	11.10
4	2.2	3.8	8.36
5	4.9	5.1	24.99
	$\Sigma m_n = 18.5$		$\Sigma (m_n \cdot d_n) = 52.78$

$$d = \frac{\sum (m_n \cdot d_n)}{\sum m_n} = \frac{52.78}{18.5} = 2.85 \text{ m}$$

⁷ En la sección 3.1 de este anexo se suministran ejemplos de diagramas de distribución de la carga para vehículos. En el material informativo IM6 (disponible en www.unece.org/trans/wp24/guidelinespackingctus/intro.html) se suministran ejemplos de diagramas de distribución de la carga para contenedores, remolques y vagones de ferrocarril.

4 Sujeción de la carga con bolsas de aire para estiba

4.1 Introducción

4.1.1 Las aceleraciones en diferentes sentidos durante el transporte pueden causar el movimiento de la carga, ya sea de deslizamiento o de inclinación. Las bolsas de aire para estiba, utilizadas como dispositivos de bloqueo, podrían impedir esos movimientos.

4.1.2 El tamaño y la resistencia de la bolsa de aire tendrá que ajustarse al peso de la carga, de manera que la capacidad de sujeción autorizada de la bolsa, sin riesgo de que se rompa, sea mayor que la fuerza de apoyo que la carga necesita:

$$F_{\text{DUNNAGE BAG}} \geq F_{\text{CARGO}}$$

4.2 Fuerza sobre la bolsa de aire ejercida por la carga (F_{CARGO})

4.2.1 La fuerza máxima con la cual una carga rígida puede golpear una bolsa de aire depende de la masa y tamaño de la carga, de la fricción contra la superficie y de las aceleraciones de dimensionamiento, con arreglo a las siguientes fórmulas:

Deslizamiento:	Inclinación:
$F_{\text{CARGO}} = m \cdot g \cdot (c_{x,y} - \mu \cdot 0.75 \cdot c_z)$ [kN]	$F_{\text{CARGO}} = m \cdot g \cdot (c_{x,y} - b_p/h_p \cdot c_z)$ [kN]
F_{CARGO} = fuerza sobre la bolsa de aire ejercida por la carga [t]	
m = masa de la carga [t]	
$c_{x,y}$ = aceleración horizontal, expresada en g, que actúa lateralmente sobre la carga o en el sentido de avance o retroceso	
c_z = aceleración vertical que actúa sobre la carga, expresada en g	
μ = factor de fricción de la zona de contacto entre la carga y la superficie o entre diferentes bultos	
b_p = anchura del bulto para inclinarse lateralmente, o, en su lugar, longitud de la carga para inclinarse hacia delante o hacia atrás	
h_p = altura del bulto[m]	

4.2.2 La carga sobre la bolsa de aire queda determinada por el movimiento (deslizamiento o inclinación) y el modo de transporte que produce la mayor fuerza ejercida por la carga sobre la bolsa de aire.

4.2.3 A efectos de las fórmulas anteriores sólo se debería utilizar la masa de la carga que realmente ejerce fuerza sobre la bolsa de aire. Si la bolsa de aire se usa para prevenir el movimiento hacia delante, por ejemplo cuando se frena, la masa de la carga situada detrás de la bolsa de aire se debería tener en cuenta en las fórmulas.

4.2.4 Si, de lo contrario, la bolsa de aire se usa para prevenir el movimiento hacia los lados, entonces se debería tener en cuenta la masa total mayor de la carga situada a la derecha o a la izquierda de la bolsa de aire, es decir, o la masa m_1 o la masa m_2 (véase la figura 7.59).

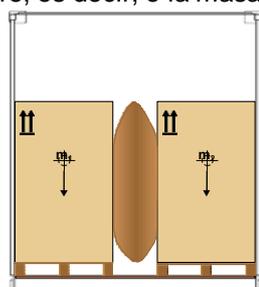


Figura 7.59 Bultos de igual altura

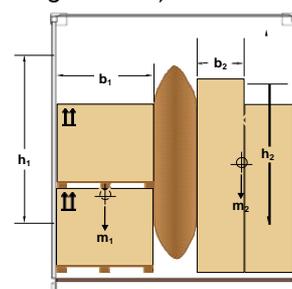


Figura 7.60 Bultos de diferente altura

4.2.5 Con el fin de contar con algún margen de seguridad en los cálculos se debería utilizar el factor de fricción menor, o bien el que existe entre la carga de la capa inferior y la plataforma o entre capas de carga.

4.2.6 Si los bultos a cada lado de la bolsa de aire son de formas diferentes, para calcular la inclinación se escoge la relación entre la anchura de la carga y la altura de la pila de la carga que tiene el menor valor de b_p / h_p .

4.2.7 Sin embargo, en ambos casos se debería utilizar la masa total de la carga situada en el mismo lado de la bolsa de aire, es decir, la masa m_1 o la masa m_2 , como se indica en la figura 7.60

4.3 Carga autorizada en la bolsa de aire para estiba (F_{DB})

4.3.1 La fuerza que la bolsa de aire es capaz de absorber depende de la parte de la bolsa de aire contra la cual la carga se apoya y de la presión de trabajo máxima autorizada. La fuerza de la bolsa de aire se calcula de la siguiente manera:

$$F_{DB} = A \cdot 10 \cdot g \cdot P_B \cdot SF \text{ [kN]}$$

F_{DB} = fuerza que la bolsa de aire es capaz de absorber sin exceder la presión máxima autorizada (kN)
 P_B = presión de rotura de la bolsa de aire [bar]
 A = zona de contacto entre la bolsa de aire y la carga [m²]
 SF = factor de seguridad
 0,75 para bolsas de aire de un solo uso
 0,5 para bolsas de aire reutilizables

4.4 Zona de contacto (A)

4.4.1 La zona de contacto entre la bolsa de aire y la carga depende del tamaño de la bolsa antes de inflarse y del espacio que rellena. Esta zona se podrá calcular aproximadamente mediante la siguiente fórmula:

$$A = (b_{DB} - \pi \cdot d/2) \cdot (h_{DB} - \pi \cdot d/2)$$

b_{DB} = anchura de la bolsa de aire [m]
 h_{DB} = altura de la bolsa de aire [m]
 A = zona de contacto entre la bolsa de aire y la carga [m²]
 d = espacio entre bultos [m]
 π = 3.14

4.5 Presión en la bolsa de aire para estiba

4.5.1 La bolsa de aire se coloca llenada con un ligero exceso de presión. Si esta presión inicial fuera demasiado baja existiría el riesgo de que la bolsa se aflojara si la presión ambiente aumentara o si bajara la temperatura del aire. A la inversa, si la presión de llenado es demasiado alta existiría el riesgo de que la bolsa de aire estallara o dañara la carga si la presión ambiente disminuyera, o si la temperatura del aire aumentara.

4.5.2 La presión de rotura (P_B) de una bolsa de aire depende de la calidad y tamaño de la bolsa y del espacio que rellena. Nunca se debería permitir que la presión ejercida por las fuerzas de la carga sobre una bolsa de aire se aproxime a la presión de rotura de la bolsa debido al riesgo de fallo. Por tanto, debería incorporarse un factor de seguridad y, de ser necesario, utilizarse una bolsa de aire con una mayor presión de rotura.

Apéndice 5. Prueba práctica de la inclinación para determinar la eficacia de los medios de sujeción de la carga

- 1 La eficacia de un medio de sujeción se puede demostrar con una prueba práctica de la inclinación con arreglo a las siguientes instrucciones:
- 2 La carga (o una sección de la carga) se coloca en un vehículo de plataforma de carretera o en un vehículo similar y se sujeta en la forma que se tiene prevista para la prueba.
- 3 Con el fin de obtener en el medio de sujeción utilizado para la prueba de inclinación las mismas cargas que en el cálculo, el medio de sujeción se debería someter a prueba aumentando gradualmente la inclinación de la plataforma hasta un ángulo, α , con arreglo al diagrama que figura más abajo.
- 4 El ángulo de inclinación que se debería usar en la prueba es una función de la aceleración horizontal $c_{x,y}$ para el sentido previsto (hacia delante, hacia los lados o hacia atrás) y de la aceleración vertical c_z .
 - (a) Para poner a prueba la eficacia del medio de sujeción en el sentido lateral se debería usar el mayor de los siguientes ángulos de prueba:
 - El ángulo determinado por el factor de fricción μ (para el efecto de deslizamiento), o
 - El ángulo determinado por la relación $\frac{B}{n \cdot H}$ (para el efecto de inclinación).
 - (b) Para poner a prueba la eficacia del medio de sujeción en el sentido longitudinal se debería usar el mayor de los siguientes ángulos de prueba:
 - El ángulo determinado por el factor de fricción μ (para el efecto de deslizamiento), o
 - El ángulo determinado por la relación de $\frac{L}{H}$ (para el efecto de inclinación).
- 5 Debería usarse el factor de fricción menor, entre la carga y la superficie de asiento de la plataforma o entre los bultos si se estaban uno sobre otro. La definición de H, B, L y n se formula de acuerdo con los dibujos de las figuras 7.61 y 7.62.

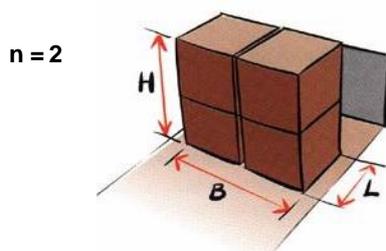


Figura 7.61

Bulto o sección de bultos con el centro de gravedad cerca de su centro geométrico ($L/2$, $B/2$ y $H/2$). El número de filas con carga, n, en esta sección es de 2.

L es siempre la longitud de una sección, pero también se indica cuando varias secciones se colocan una detrás de la otra.

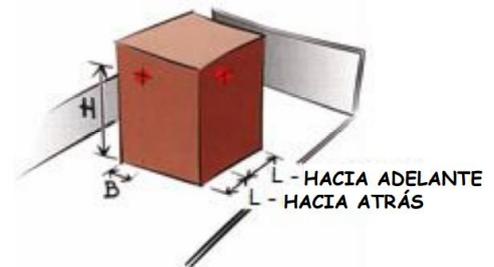


Figura 7.62

Bulto con el centro de gravedad desplazado de su centro geométrico.

El ángulo de prueba α requerido como una función de $c_{x,y}$ (0,8 g, 0,7 g y 0,5 g) así como μ , $\frac{B}{n \cdot H}$ y $\frac{L}{H}$ cuando c_z es 1.0 g se toma del diagrama de la figura 7.63 o del cuadro que figura a continuación.

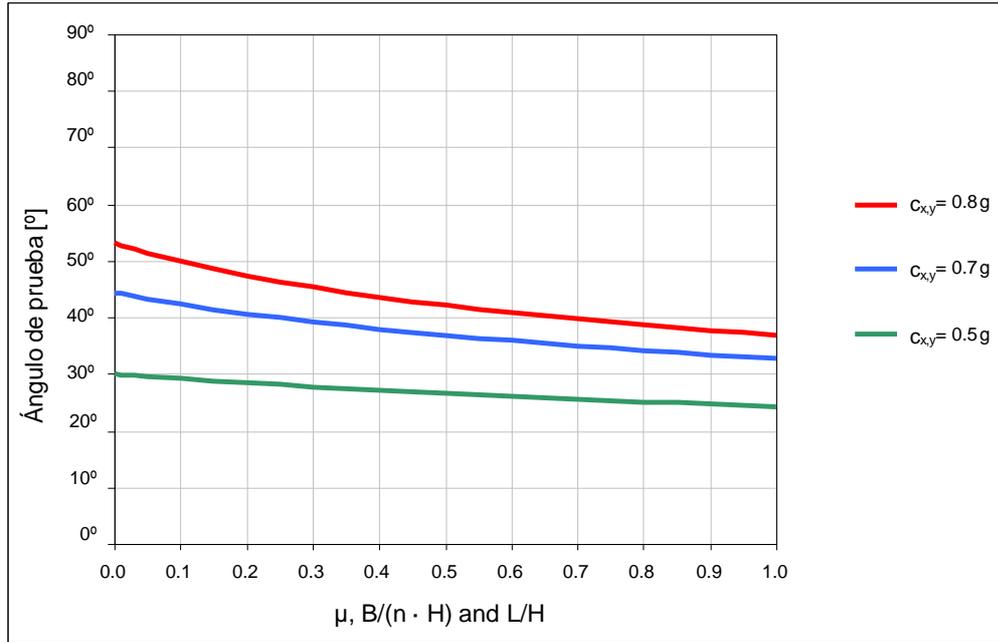


Figura 7.63

Ejemplo:

Si μ y $\frac{B}{n \cdot H}$ es 0.3 a aceleraciones en sentido lateral durante el transporte en la zona marítima B ($c_y = 0.7 g$), el medio de sujeción de la carga debería ser capaz de inclinarse a unos 39°, con arreglo a lo que se indica en el diagrama

En el cuadro que figura a continuación la inclinación α se calcula para diferentes factores γ y a las aceleraciones horizontales ($c_{x,y} = 0,8 g, 0,7 g$ y $0,5 g$ y $c_z = 1,0 g$). El factor γ se define de la siguiente manera:

$\mu, B/(n \cdot H)$ y L/H , como se requiere en la sección 4 de este apéndice.

Factor γ	ah	0.8 g	0.7 g	0.5 g
	Ángulo de prueba α requerido en grados			
0.00		53.1	44.4	30.0
0.05		51.4	43.3	29.6
0.10		49.9	42.4	29.2
0.15		48.5	41.5	28.8
0.20		47.3	40.7	28.4
0.25		46.3	39.9	28.1
0.30		45.3	39.2	27.7
0.35		44.4	38.6	27.4
0.40		43.6	38.0	27.1
0.45		42.8	37.4	26.8
0.50		42.1	36.9	26.6
0.55		41.5	36.4	26.3
0.60		40.8	35.9	26.0
0.65		40.2	35.4	25.8
0.70		39.7	35.0	25.6
0.75		39.2	34.6	25.3
0.80		38.7	34.2	25.1
0.85		38.2	33.8	24.9
0.90		37.7	33.4	24.7
0.95		37.3	33.1	24.5
1.00		36.9	32.8	24.3

- 6 Se considera que el medio de sujeción cumple con las prescripciones si la carga se mantiene en posición con movimientos limitados inclinada al ángulo de inclinación prescrito α .
- 7 El método de prueba someterá el medio de sujeción a esfuerzos, por lo cual se procurará evitar que la carga caiga de la plataforma durante la prueba. Si se van a someter a prueba grandes masas entonces se debería evitar también que toda la plataforma se incline



Figura 7.64



Figura 7.65

- 8 En las figuras 7.64 y 7.65 se muestra la realización de pruebas para comprobar los medios de sujeción de un bulto de grandes dimensiones en relación con fuerzas de aceleración en los sentidos longitudinal y transversal.

Capítulo 5. Condiciones generales de transporte

- 5.1 En la cadena de suministro/transporte la carga se ve sometida a una serie de diferentes esfuerzos, que se pueden clasificar en dos grupos: de tipo mecánico y de tipo climático. Los esfuerzos mecánicos son fuerzas que actúan sobre la carga en determinadas condiciones de transporte. Los esfuerzos climáticos responden a cambios en las condiciones climáticas, por ejemplo temperaturas extremadamente bajas o altas.
- 5.2 Durante el transporte actúan sobre la carga diversas fuerzas, entre ellas la masa de la carga (m), que se mide en kg o toneladas, multiplicada por la aceleración (a), que se mide en m/s^2 :

$$F = m \cdot a$$

Las aceleraciones que se consideran durante el transporte son la aceleración gravitacional ($a = g = 9,81 m/s^2$) y la aceleración causada por las condiciones características del transporte, como el frenado o el cambio rápido de carril de un vehículo de carretera, o por los movimientos de un buque en mar gruesa. Estas aceleraciones se expresan como el producto de la aceleración gravitacional (g) y un coeficiente de aceleración específico (c), por ejemplo, $a = 0.8 g$.

- 5.3 En los siguientes cuadros figuran los coeficientes de aceleración aplicables a los diferentes modos de transporte y a los diversos sentidos de la sujeción. Para evitar que una carga se mueva, se debe sujetar en sentido longitudinal y transversal con arreglo a la peor combinación de las aceleraciones horizontales y de las correspondientes aceleraciones verticales. El medio de sujeción tiene que proyectarse de manera que sea adecuado para resistir separadamente las fuerzas debidas a las aceleraciones en cada sentido horizontal (longitudinal y transversal) (véanse el capítulo 9 y el anexo 7).

Transporte por carretera				
Sujeción en	Coeficientes de aceleración			
	Longitudinalmente (c_x)		Transversalmente (c_y)	Mínimo verticalmente hacia abajo (c_z)
	hacia adelante	hacia atrás		
Sentido Longitudinal	0.8	0.5	-	1.0
Sentido transversal	-	-	0.5	1.0

Transporte ferroviario (transporte combinado)				
Sujeción en	Coeficientes de aceleración			
	Longitudinalmente (c_x)		Transversalmente (c_y)	Mínimo verticalmente hacia abajo (c_z)
	hacia adelante	hacia atrás		
Sentido Longitudinal	0.5 (1.0) [†]	0.5 (1.0) [†]	-	1.0 (0.7) [†]
Sentido transversal	-	-	0.5	1.0 (0.7) [†]

[†] Los valores entre paréntesis se aplican a cargas de choque solamente con impactos cortos de 150 milisegundos o más cortos, y podrán usarse, por ejemplo, para proyectar el embalaje/ensado.

Transporte por mar				
Altura significativa de ola en el mar	Sujeción en	Coeficientes de aceleración		
		Longitudinalmente (c_x)	Transversalmente (c_y)	Mínimo verticalmente hacia abajo (c_z)
A $H_s \leq 8 m$	Sentido Longitudinal	0.3	-	0.5
	Sentido transversal	-	0.5	1.0
B $8 m < H_s \leq 12 m$	Sentido Longitudinal	0.3	-	0.3
	Sentido transversal	-	0.7	1.0
C $H_s > 12 m$	Sentido Longitudinal	0.4	-	0.2
	Sentido transversal	-	0.8	1.0

5.4 Siempre debería tenerse en cuenta el efecto del impacto o vibraciones de corta duración. Por tanto, cuando una carga no se pueda inmovilizar bloqueándola, es preciso sujetarla con trincas para impedir que se desplace demasiado, teniendo en cuenta las características de la carga y el modo de transporte. La masa de la carga por sí sola, incluso cuando se combina con un coeficiente de alta fricción (véase el apéndice 2 del anexo 7), no inmoviliza la carga suficientemente pues se puede mover debido a las vibraciones.

5.5 La altura significativa (H_s) de olas de periodos de retorno de 20 años es el promedio del tercio más alto de las olas (medido desde el seno hasta la cresta), que solo se excede una vez cada 20 años. En el siguiente cuadro se muestra la asignación de las zonas marítimas geográficas a las respectivas alturas significativas de olas:

A	B	C
$H_s \leq 8 \text{ m}$	$8 \text{ m} < H_s \leq 12 \text{ m}$	$H_s > 12 \text{ m}$
Mar Báltico (incl. Kattegat) Mar Mediterráneo Mar Negro Mar Rojo Golfo Pérsico Viajes costeros o entre islas en las siguientes zonas: Océano Atlántico central (entre 30 °N y 35 °S) Océano Índico central (hasta 35 °S) Océano Pacífico central (entre 30 °N y 35 °S)	Mar del Norte Skagerrak Canal de la Mancha Mar del Japón Mar de Ojotsk Viajes costeros o entre islas en las siguientes zonas: Océano Atlántico central meridional (entre 35 °S and 40 ° S) Océano Índico central meridional (entre 35 ° S and 40 ° S) Océano Pacífico central meridional (entre 35 ° S y 45 ° S)	Sin restricciones

Fuentes:

Real Instituto de Investigaciones Meteorológicas de los Países Bajos (KNMI):
 KNMI/ERA-40 Wave Atlas, derivado de datos de 45 años de ECMWF reanalysis
 (ed. S. Caires, A. Stern, G. Komen y V. Swail), última actualización: 2011,
 Valores de H_s de 100 años de retorno, 1958 – 2000

5.6 En los viajes muy largos es probable que varíen considerablemente las condiciones climáticas (temperatura y humedad). Estas variaciones pueden afectar a las condiciones internas de una unidad de transporte, lo cual puede producir condensación en la carga o en las superficies internas (véase el anexo 3).

5.7 Cuando una carga determinada puede resultar dañada al quedar expuesta a temperaturas altas o bajas durante el transporte, debería considerarse el uso de una unidad de transporte especialmente equipada para mantener la temperatura de la carga dentro de límites aceptables (véase el capítulo 7).

Anexo 3 Prevención de daños por condensación

1 Introducción

El daño por condensación es un término colectivo que se refiere a los daños que sufre la carga en una unidad de transporte debidos a la humedad interna, especialmente en contenedores en viajes largos. Este daño se puede materializar en forma de corrosión, enmohecimiento, putrefacción, fermentación, descomposición de los embalajes/envases de cartón, fugas, manchas y reacciones químicas, como calentamiento espontáneo, gaseamiento y autoignición. La fuente de esta humedad es por lo general la carga misma y hasta un cierto grado los elementos de arriostramiento de madera, las paletas, los embalajes/envases porosos y la humedad que se introduce al arrumar la unidad cuando llueve o nieva o en condiciones atmosféricas de gran humedad y alta temperatura. Es por tanto de la mayor importancia controlar el contenido de humedad de la carga que se va a arrumar y de las maderas de estiba que se puedan usar, teniendo en cuenta el efecto climático previsible del transporte que se va a efectuar.

2 Definiciones

A continuación se definen las expresiones técnicas más importantes a fin de evaluar de esta manera la "adecuación para el contenedor" de la carga que se va a arrumar y para entender los procesos típicos de los daños por condensación:

Humedad absoluta del aire	Cantidad real de vapor de agua en el aire, medida en g/m ³ o g/kg.
Condensación	La conversión de vapor de agua a un estado líquido. Suele producirse cuando el aire se enfría hasta su punto de rocío al entrar en contacto con superficies frías.
Umbral de corrosión	Una humedad relativa de un 40% o más dará lugar a un riesgo creciente de corrosión de los metales férricos.
Crioclima en el contenedor	Estado de humedad relativa del aire en un contenedor cerrado, que depende del contenido de agua de la carga o de los materiales en el contenedor y de la temperatura ambiente.
Variación diaria de la temperatura en el contenedor	El aumento y descenso de la temperatura de acuerdo con la hora del día, a menudo desmedidos por efecto de la radiación u otras influencias climáticas.
Punto de rocío del aire	Temperatura inferior a la temperatura real en la cual una humedad relativa dada llegaría a un 100 %. Ejemplo: el punto de rocío del aire a una temperatura de 30 °C y una humedad relativa de 57 % (= una humedad absoluta de 17,3 g/m ³) sería de 20 °C, porque a esta temperatura los 17,3 g/m ³ representan la humedad de saturación o una humedad relativa del 100 %.
Higroscopicidad de la carga	La propiedad de ciertas cargas o materiales de absorber vapor de agua (adsorción) o de emitir vapor de agua (desorción), dependiendo de la humedad relativa del aire ambiente.
Umbral para el cultivo de moho	Una humedad relativa de un 75 % o más dará como resultado un riesgo creciente de que se formen cultivos de moho en sustancias de origen orgánico, como alimentos, textiles, cuero, madera y minerales de origen no orgánico como los de las piezas de cerámica.
Humedad relativa del aire	Humedad absoluta real expresada como porcentaje de la humedad de saturación a una temperatura dada. Ejemplo: una humedad absoluta de 17,3 g/m ³ en una atmósfera de 30 °C representa una humedad relativa de $100 \cdot 17,3/30,3 = 57 \%$.
Humedad de saturación del aire	Contenido de humedad máximo posible en el aire de acuerdo con la temperatura del aire (2,4 g/m ³ a -10 °C; 4,8 g/m ³ a 0 °C; 9,4 gm/3 a 10 °C; 17,3 g/m ³ a 20 °C y 30,3 g/m ³ a 30 °C; véase la figura 3.1 más abajo).

Equilibrio de sorción	Estado de equilibrio de adsorción y desorción a una determinada humedad relativa del aire ambiente y del contenido de agua conexo de la carga o material.
Isoterma de sorción	Gráfico empírico que muestra la relación del contenido de agua de una carga o material con la humedad relativa del aire ambiente. El proceso de adsorción suele utilizarse para caracterizar dicha relación. Las isotermas de sorción son específicas para las diversas cargas o materiales (véase la figura 3.2 más abajo).
Contenido de agua de la carga	Agua latente y vapor de agua en una carga higroscópica o material conexo, generalmente consignada como un porcentaje de la masa húmeda de la carga (por ejemplo, 20 toneladas de granos de cacao con un contenido de agua del 8 % contendrá 1,6 tonelada de agua).

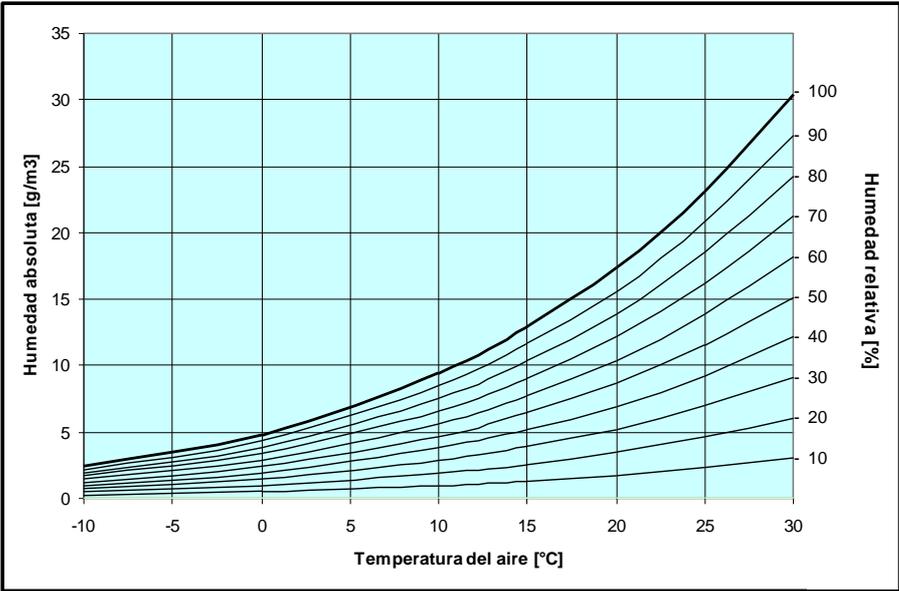


Figura 3.1 Humedad absoluta y relativa

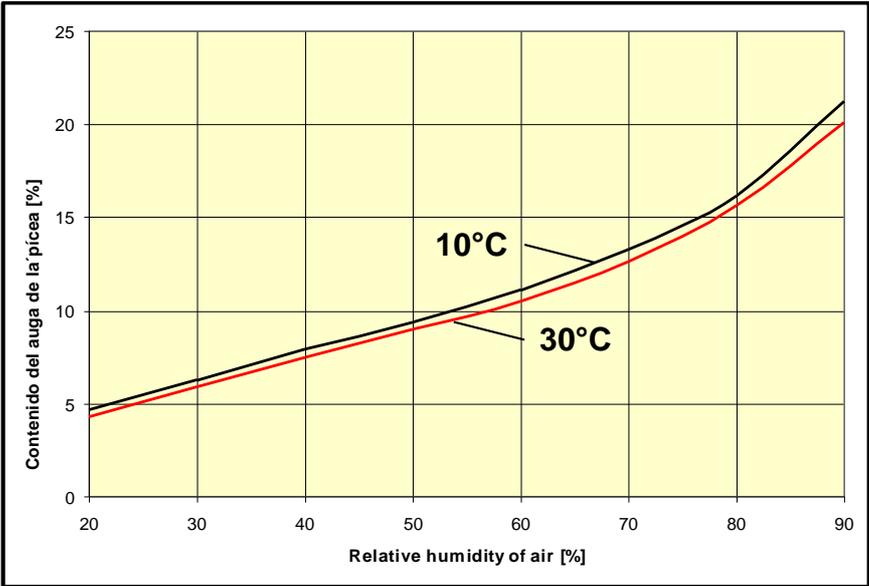


Figura 3.2 Isotérmicas de la sorción de la picea de Sitka

3 Mecanismos de condensación

- 3.1 Las unidades de transporte cerradas, en particular los contenedores cerrados, arrumadas con una carga que contenga vapor de agua, rápidamente crearán un crioclima interno con una humedad relativa característica del aire que rodea a la carga. El nivel de esta humedad relativa es una función del contenido del agua de la carga y de los materiales conexos de embalaje/envase y maderas de estiba, a tenor de las isotermas específicas de sorción de la carga y de los materiales conexos. Una humedad relativa de menos del 100 % evitará la condensación, de menos del 75 % evitará el cultivo de moho y de menos del 40 % evitará la corrosión. Sin embargo, esta protección ilusoria solo será válida mientras la unidad de transporte no se somete a cambios de temperatura.
- 3.2 Las variaciones diarias de temperatura que afectan a las unidades de transporte son comunes en las rutas de transporte largas, en particular el transporte por mar, en las cuales además dependerán en gran medida de la posición de estiba de la unidad de transporte en el buque. La colocación de la unidad en la parte superior de la estiba de cubierta podrá causar variaciones de temperatura diarias de más de 25 °C, mientras que las posiciones de estiba en la bodega de carga podrán experimentar tan solo variaciones ligeras.
- 3.3 La elevación de las temperaturas en una unidad de transporte en horas de la mañana hará que la humedad relativa establecida del aire descienda por debajo del equilibrio de sorción. Esto a su vez desencadenará el proceso de desorción del vapor de agua de la carga y de los materiales conexos, elevando así la humedad absoluta en el aire interno, en particular en las partes superiores de la unidad con la temperatura más alta. En esta fase no hay riesgo de condensación.
- 3.4 En las últimas horas de la tarde la temperatura en la unidad de transporte comienza a descender, con una disminución pronunciada en las partes superiores. En la capa límite del techo el aire alcanza rápidamente el punto de rocío a una humedad relativa del 100 % y se inicia de inmediato la condensación, que forma grandes gotas colgantes de agua. Es esta la temible exudación del contenedor, que caerá en la carga y causará humedecimiento local con todas las posibles consecuencias de daño. De igual modo, la condensación en las paredes del contenedor descenderá y podrá mojar la carga o las maderas de estiba desde abajo.
- 3.5 La condensación del agua retarda el aumento general de la humedad relativa en el aire y por tanto retarda a su vez la absorción del vapor de agua por la carga y los materiales conexos. Si este proceso de variación de la temperatura se repite varias veces la cantidad de agua líquida que libera la desorción podrá ser considerable, aunque parte se evaporará durante las fases calientes del proceso.
- 3.6 Un proceso muy similar de condensación podrá tener lugar si se descarga del buque un contenedor con una carga caliente e higroscópica, como café en bolsas, pero se deja sin abrir durante algunos días en un clima frío. La condensación del techo inferior del contenedor empapará la carga.
- 3.7 Aparte del riesgo descrito de la exudación del contenedor debida a la variación diaria de la temperatura, puede además tener lugar un tipo de condensación totalmente diferente si la carga se transporta en una unidad de transporte cerrada de un clima frío a uno caliente. Si la unidad de transporte se desarruma en una atmósfera húmeda inmediatamente después de haberse descargado del buque, la carga aún fría puede causar la condensación del vapor de agua del aire ambiente. Esto es lo que se conoce como exudación de la carga, que es particularmente desastrosa para los productos de metal y la maquinaria, ya que de inmediato se inicia el proceso de corrosión.

4 Medidas para la prevención de pérdidas

- 4.1 Daños por corrosión: los productos de metales férricos, entre ellos maquinaria, instrumentos técnicos y alimentos enlatados, se deberían proteger contra la corrosión ya sea mediante el uso de un revestimiento adecuado o adoptando medidas que permitan mantener la humedad relativa del aire ambiente en la unidad de transporte de manera fiable por debajo del umbral de corrosión del 40 %.

- 4.2 El contenido de humedad de las maderas de estiba, paletas y material de embalaje/envase secos se puede calcular en un 12 % a un 15 %. Las isotermas de sorción de estos materiales muestran que con este contenido de humedad la humedad relativa del aire en el interior de la unidad de transporte inevitablemente se establecerá por sí sola en aproximadamente un 60 % a un 75 % una vez cerradas las puertas. Por consiguiente, se deberían tomar medidas adicionales, como el secado activo de las maderas de estiba y del material de embalaje/envase o el uso de desecadores (agentes de secado en bolsitas y otros métodos pasivos para capturar la humedad), en conjunción con el uso de una envoltura plástica sellada.
- 4.3 Cuando se usen en conjunción con mercancías peligrosas, los embalajes/envases y las maderas de estiba hechos de tablero de fibra deberían someterse a pruebas de resistencia al agua aplicando el método Cobb que se especifica en la norma ISO 535¹.
- 4.4 Enmohecimiento, putrefacción y manchas: Las cargas de origen orgánico, entre ellas alimentos crudos, textiles, cuero, madera y productos de la madera, o sustancias de origen no orgánico como cerámica, se deberían arrumar en una unidad de transporte en condiciones "secas para el contenedor". Si bien el umbral para el cultivo de moho se ha fijado en una humedad relativa del 75 %, la condición "seca para el contenedor" define un contenido de humedad de una carga específica que mantiene un equilibrio de sorción con una humedad relativa del aire en la unidad de transporte de un 60 % aproximadamente. Esto proporciona un margen de seguridad contra las variaciones diarias de la temperatura y las variaciones conexas de humedad relativa. Además, las cargas muy sensibles deberían cubrirse con una tela no tejida (vellón) que proteja la parte superior de la carga contra la caída de las gotas del agua exudada. La introducción de desecadores en una unidad de transporte que contenga carga higroscópica, que no está en condiciones "secas para el contenedor", por lo general no dará resultado debido a la falta de suficiente capacidad de absorción del agente de secado.
- 4.5 Aplastamiento del bulto: Un efecto secundario de la adsorción de humedad del cartón usual que no es impermeable. Con una humedad creciente del 40 % al 95 % el cartón pierde hasta el 75 % de su estabilidad. Las consecuencias son el aplastamiento de las cajas de cartón apiladas y la destrucción y el derrame del contenido. Las medidas que cabe adoptar son en principio idénticas a las que se utilizan para evitar el enmohecimiento y la putrefacción, o el uso de embalajes/envases de cartón "resistente a la humedad".
- 4.6 Desarrumazón
- 4.6.1 La desarrumazón de mercancías arrumadas en un clima frío que llegan a un clima caliente con una humedad absoluta más elevada se debería aplazar hasta que las mercancías se hayan calentado lo suficiente para evitar la exudación de la carga. Esto puede llevar uno o más días, a menos que las mercancías estén protegidas por un revestimiento plástico estanco al vapor y una cantidad suficiente de desecadores. El revestimiento se debería dejar en su lugar hasta que la carga se haya aclimatizado por completo.
- 4.6.2 Al llegar a un clima frío con una humedad absoluta baja, las mercancías hidrosκόpicas arrumadas en un clima caliente se deberían desarrumar inmediatamente después de descargarlas del buque con el fin de evitar daños a la carga ocasionados por la exudación del contenedor. Si bien puede haber un riesgo de exudación interna de la carga cuando esta se enfría demasiado rápidamente en contacto con el aire libre, la experiencia ha demostrado que el proceso de secado no deja tiempo para que se inicie el cultivo de moho si después de la desarrumazón los bultos se ventilan adecuadamente.

¹ EN 20535:1994, ISO 535:1991 Paper and board - Determination of water absorptiveness - Cobb method



cordstrap