

CÓDIGO INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EL EQUIPO DE BUQUES QUE TRANSPORTEN GASES LICUADOS A GRANEL

CÓDIGO IGC/CIG

PREÁMBULO

1 La finalidad del presente Código es sentar una norma internacional para la seguridad del transporte marítimo a granel de gases licuados y otras sustancia enumeradas en el capítulo 19 del Código, estableciendo las normas de proyecto y construcción de los buques destinados a dicho transporte y el equipo que deben llevar con miras a reducir al mínimo los riesgos para el buque, la tripulación de éste y el medio ambiente, habida cuenta de la naturaleza de los productos.

2 La idea fundamental es fijar la relación que debe existir entre distintos tipos de buque y los riesgos inherentes a los productos regidos por el Código. Cada uno de éstos puede tener una o varias características de peligrosidad, comprendidas las de inflamabilidad, toxicidad, corrosividad y reactividad. También puede constituir un riesgo el transporte de los productos en condiciones criógenas o baja presión.

3 Los abordajes y varadas graves pueden causar daños en los tanques de carga y producir derrames incontrolados del producto. Estos derrames pueden dar lugar a la evaporación y dispersión del producto y en algunos casos provocar la fractura por fragilidad del casco del buque. Las prescripciones del Código tienen por finalidad aminorar este riesgo tanto como permitan el estado actual de los conocimientos y la tecnología.

4 En todo momento, durante la preparación del Código, se tuvo presente la necesidad de basar éste en firmes principios de arquitectura e ingeniería navales y en el conocimiento más completo de los riesgos propios de los diferentes productos abarcado que se pudiese tener; se reconoció asimismo que la tecnología del proyecto de buques gaseros no sólo es compleja sino que además evoluciona rápidamente, lo que hace que el Código no lo deba permanecer inmutable. Por lo tanto, la Organización lo examinará periódicamente, teniendo en cuenta la experiencia adquirida y los progresos registrados.

5 Las prescripciones relativas a nuevos productos y a las condiciones necesarias para su transporte se distribuirán en forma de recomendaciones, con carácter provisional, una vez aprobadas por el Comité de Seguridad Marítima de la Organización, con anterioridad a la entrada en vigor de las enmiendas apropiadas, en virtud de lo dispuesto en el artículo 8 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974.

6 El Código se ocupa primordialmente del proyecto y el equipó del buque. Sin embargo, para garantizar la ausencia de ausencia de riesgos en el transporte de los productos la totalidad del sistema debe someterse a evaluación. La Organización está estudiando o estudiará más adelante otros aspectos importantes de la seguridad en el transporte de los productos, como son los de formación, utilización, control del tráfico y manipulación en puerto.

7 La elaboración del Código se ha visto facilitada sobremanera por la labor de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), cuyas prescripciones unificadas aplicables a buques tanques para gases licuados, se han tenido en cuenta en los capítulos 4, 5 y 6.

8 A la elaboración del capítulo 10 han contribuido considerablemente los pertinentes trabajos de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

9 En el capítulo 18 del Código, que trata de la utilización de los buques destinados al transporte de gases licuados, se ponen de relieve reglas de carácter operacional reconocidas en otros capítulos y se señalan las demás características importantes de seguridad que son propias de la utilización.

10 La presentación del Código se ha armonizado con la del Código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (Código Internacional de Químicos-CIQ), aprobado por el Comité de Seguridad Marítima en su 48º período de sesiones.

Capítulo 1

Generalidades

1.1 **Ámbito de aplicación**

1.1.1 El Código es aplicable a los buques independientemente de sus dimensiones, incluidos los de arqueo bruto inferior a 500 toneladas, dedicados al transporte de gases licuados cuya presión de vapor exceda de 2,8 bar absolutos a la temperatura de 37,8° C, y a otros productos, que se enumeran en el capítulo 19, cuando se transporten a granel.

1.1.2 Salvo disposición expresa en otro sentido, el Código se aplicará a todo buque cuya quilla haya sido colocada, o que se encuentre en la fase en que:

- .1 comienza la construcción que puede identificarse como propia del buque, o
- .2 ha comenzado, respecto del buque de que se trate, el montaje que suponga la utilización de no menos de 50 toneladas del total estimado de material estructural o un 1% de dicho total, si este segundo valor es menor,

el 1 de julio de 1998 o posteriormente. Los buques construidos antes del 1 de julio de 1998 deberán cumplir lo dispuesto en la resolución MSC.5(48), aprobada el 17 de junio de 1983, a reserva de las enmiendas introducidas por medio de la resolución MSC.30(61), aprobada el 11 de diciembre de 1992.

1.1.3 Todo buque, independientemente de la fecha de construcción, que sea transformado en buque gasero el 1 de julio de 1998 o posteriormente, será considerado buque gasero construido en la fecha en que comience tal transformación.

1.1.4.1 Cuando los tanques de carga contengan productos para cuyo transporte el Código exija un buque de tipo 1G, ni los líquidos inflamables cuyo punto de inflamación sea igual o inferior a 60°C (prueba en vaso cerrado) ni los productos inflamables enumerados en el capítulo 19 del Código se transportarán en tanques situados dentro de las zonas de protección descritas en 2.6.1.1.

1.1.4.2 De modo análogo, cuando los tanques de carga contengan productos para cuyo transporte el Código exija un buque de tipo 2G/ 2PG, los líquidos inflamables arriba mencionados no se transportarán en tanques situados dentro de las zonas de protección descritas en 2.6.1.2.

1.1.4.3 En cada caso la restricción es aplicable a las zonas de protección que queden dentro de la extensión longitudinal de los espacios de bodega, por lo que respecta a los tanques de carga que contengan productos para cuyo transporte el Código exija un buque de tipo 1G o 2G/2PG.

1.1.4.4 Los líquidos inflamables y los productos arriba mencionados podrán transportarse dentro de estas zonas de protección cuando la cantidad que en los tanques de carga se retenga de productos para cuyo transporte el Código exija un buque de tipo 1G o 2G/2PG se utilice únicamente con fines de enfriamiento o de circulación o como combustible.

1.1.5 Salvo por lo que respecta a lo dispuesto en 1.1.7.1, cuando se proyecte transportar productos regidos por el presente Código y productos regidos por el Código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel, que ha de aprobar el Comité de Seguridad Marítima con la autoridad que le ha conferido la Asamblea de la Organización mediante la resolución A.490(XII), según pueda dicho Código (Código CIQ) quedar enmendado por la Organización, el buque cumplirá con lo prescrito en ambos Códigos respecto de los productos que se transporten.

1.1.6 Cuando exista el propósito de transportar productos que quepa considerar incluidos en el ámbito de aplicación del Código, pero que no figuren en la enumeración del capítulo 19, las Administraciones y las Administraciones portuarias interesadas en dicho transporte establecerán las condiciones preliminares adecuadas para efectuarlo sobre la base de los principios del Código, y las pondrán en conocimiento de la Organización.

1.1.7.1 Las prescripciones del presente Código tendrán precedencia cuando un buque esté proyectado y construido para el transporte de los productos siguientes:

- .1 los enumerados exclusivamente en el capítulo 19 del presente Código; y
- .2 uno o más de los productos enumerados tanto en el presente Código como en el Código Internacional de Químicos. Estos productos se indican con un asterisco en la columna a del capítulo 19.

1.1.7.2 Cuando un buque esté exclusivamente destinado al transporte de uno o más de los productos indicados en 1.1.7.1.2, se le aplicará lo prescrito en el Código Internacional de Químicos en su forma enmendada.

1.1.8 El cumplimiento por parte del buque de lo prescrito en el Código Internacional de Gases aparecerá indicado en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel que se cita en 1.5. El cumplimiento de las enmiendas al Código, según proceda, aparecerá asimismo indicado en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel.

1.2 Riesgos

Los riesgos propios de los gases que se consideran en el presente Código son los de incendio, toxicidad, corrosividad, reactividad, baja temperatura y presión.

1.3 Definiciones

Salvo en los casos en que figure una disposición expresa en otro sentido, serán de aplicación al Código las definiciones dadas a continuación. En el capítulo 4 figuran otras definiciones.

1.3.1 *Espacios de alojamiento*: espacios públicos, pasillos, aseos, camarotes, oficinas, enfermerías, salas cinematográficas, salas de juego y pasatiempos, peluquerías, oficios no equipados para cocinar y espacios análogos. Espacios públicos son las partes del espacio general de alojamiento utilizadas como vestíbulos, comedores, salones y recintos semejantes de carácter permanente.

1.3.2 *Divisiones de clase "A"*: las definidas en la regla II-2/3.2 del SOLAS.

1.3.3.1 *Administración*: el Gobierno del Estado cuyo pabellón tenga derecho a enarbolar el buque.

1.3.3.2 *Administración portuaria*: la autoridad competente del país en uno de cuyos puertos el buque efectúa operaciones de carga o descarga.

1.3.3.3 *Fecha de vencimiento anual*: el día y el mes que correspondan, cada año a la fecha de expiración del Certificado internacional de aptitud para el transporte de productos químicos peligrosos a granel.

1.3.4 *Punto de ebullición*: temperatura a la que el producto muestra tener una presión de vapor igual a la presión atmosférica.

1.3.5 *Manga (B)*: anchura máxima del buque medida en la sección media de éste, hasta la línea de trazado de la cuaderna en los buques de forro metálico, o hasta la superficie exterior del casco en los buques con forro de otros materiales. La manga (B) se medirá en metros.

1.3.6 *Zona de la carga*: parte del buque en que se encuentran el sistema de contención de la carga y las cámaras de bombas y de compresores para la carga; la cual comprende las zonas de cubierta situadas a lo largo de toda la eslora y de toda la manga de la parte del buque que quede por encima de los espacios citados. Dado que los haya, quedarán excluidos de la zona de la carga los coferdanes y los espacios perdidos o para lastre situados en el extremo proa del espacio de bodega que esté más a popa o en el extremo proa del espacio de bodega que esté más a proa.

1.3.7 *Sistema de contención de la carga*: la disposición que comprende, si han sido instalados, una barrera primaria y otra secundaria, el correspondiente aislamiento térmico y cualesquiera espacios intermedios, así como toda estructura adyacente que pueda ser necesaria para dar soporte a estos elementos. Cuando la barrera secundaria forme parte de la estructura del casco podrá estar constituida por un mamparo límite del espacio de bodega.

1.3.8 *Cámara de control de la carga*: espacio desde el cual se controlan las operaciones de manipulación de la carga de conformidad con lo dispuesto en 3.4.

1.3.9 *Carga*: los productos enumerados en el capítulo 19 cuando los transportan a granel buques regidos por el Código.

1.3.10 *Espacios de servicio de la carga*: los situados dentro de la zona de la carga y destinados a servir como talleres, armarios y pañoles, cuya superficie sea de más de 2 m², utilizados para equipo de manipulación de la carga.

1.3.11 *Tanque de carga*: recipiente estanco proyectado de modo que sea el elemento primario de contención de la carga; la expresión designa a todos los elementos de ese tipo, estén relacionados o no con el aislamiento o con barreras secundarias, o con ambas cosas.

1.3.12 *Coferdán*: espacio de separación situado entre dos mamparos o cubiertas consecutivos de acero. Puede ser un espacio perdido o para lastre.

1.3.13 *Puestos de control*: espacios en que se hallan los aparatos de radiocomunicaciones o los principales aparatos de navegación o la fuente de energía de emergencia, o en los que está centralizado el equipo detector y extintor de incendios. No figura aquí el equipo especial contra incendios cuya ubicación en la zona de la carga sea la mejor a efectos prácticos.

1.3.14 *Productos inflamables*: los que se identifican mediante una F en la columna f de la tabla del capítulo 19.

1.3.15 *Límites de inflamabilidad*: condiciones que determinan el estado de una mezcla combustible/comburente en el que, aplicando una fuente de ignición exterior suficientemente intensa, cabe producir inflamación en un aparato de prueba determinado.

1.3.16 *Buque gasero*: buque de carga construido o adaptado y utilizado para el transporte a granel de cualquiera de los gases licuados u otros productos enumerados en la tabla del capítulo 19.

1.3.17 *Espacio o zona peligrosos a causa del gas*:

- .1 todo espacio de la zona de la carga no dispuesto o equipado de manera aprobada para garantizar que su atmósfera se mantendrá en todo momento en una condición tal que esté a salvo del gas;
- .2 todo espacio cerrado y situado fuera de la zona de la carga por el que pasen tuberías que contengan productos líquidos o gaseosos o en el que terminen tales tuberías, a menos que haya instalados dispositivos aprobados para impedir que escapen vapores del producto a la atmósfera del espacio de que se trate;
- .3 todo sistema de contención de la carga y las tuberías de la carga;
- 4.1 todo espacio de bodega donde se transporte carga en un sistema de contención de la carga que necesite una barrera secundaria;
- 4.2 todo espacio de bodega donde se transporte carga en un sistema de contención de la carga que no necesite una barrera secundaria;
- .5 todo espacio separado de uno de los espacios de bodega descritos en .4.1 por un solo mamparo de acero, hermético al gas;
- .6 toda cámara de bombas y de compresores para la carga;
- .7 toda zona de la cubierta expuesta o espacio semicerrado de la misma situados a menos de 3 m de cualquier orificio de salida de tanque de carga, salida de gas o vapor, brida de tubería de la carga o válvula de la carga, o de orificios de entrada y aberturas de ventilación de las cámaras de bombas y de compresores para la carga;
- .8 la cubierta expuesta que quede encima de la zona de la carga y a proa y a popa de ésta en una distancia de 3 m, hasta una altura de 2,4 m por encima de la cubierta de intemperie;
- .9 toda zona situada a menos de 2,4 m de la superficie exterior de un sistema de contención de la carga si dicha superficie está a la intemperie;
- .10 todo espacio cerrado o semicerrado en el que haya tuberías que contengan productos; no se considerarán a este respecto espacios peligrosos a causa del gas los provistos de equipo detector de gas que cumplan con 13.6.5, ni los espacios en que se aproveche como combustible gas de evaporación y cumplan con el capítulo 16;
- .11 todo compartimiento destinado a conductos flexibles de la carga; o
- .12 todo espacio cerrado o semicerrado en el que haya una abertura que dé directamente a cualquier espacio o zona peligroso a causa del gas.

1.3.18 *Espacio a salvo del gas*: espacio distinto del espacio peligroso a causa del gas.

1.3.19 *Espacio de bodega*: espacio que queda encerrado en la estructura del buque en que se encuentra un sistema de contención de la carga.

1.3.20 *Independiente*: lo es, por ejemplo, el sistema de tuberías o de respiración no conectado en modo alguno a otro sistema, sin que además se disponga de medios, para una posible conexión a otros sistemas.

1.3.21 *Espacio aislante*: el ocupado total o parcialmente por material de aislamiento; puede ser o no un espacio interbarreras.

1.3.22 *Espacio interbarreras*: el situado entre una barrera primaria y otra secundaria, esté o no total o parcialmente ocupado por material de aislamiento o de otra clase.

1.3.23 *Eslora (L)*: el 96% de la eslora total medida en una flotación cuya distancia al canto superior de la quilla sea igual al 85% del puntal mínimo de trazado, o la eslora medida en esa flotación desde la cara proal de la roda hasta el eje de la mecha del timón, si esta segunda magnitud es mayor. En los buques proyectados con quilla inclinada, la flotación en que se mida la eslora habrá de ser paralela a la flotación de proyecto. La eslora (*L*) se medirá en metros.

1.3.24 *Espacios de categoría A para máquinas*: espacios, y troncos de acceso correspondientes, que contienen:

- .1 motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal; o
- .2 motores de combustión interna utilizados para fines que no sean los de propulsión principal, si tienen una potencia conjunta no inferior a 375 kW; o bien
- .3 cualquier caldera o instalación de combustible líquido.

1.3.25 *Espacios de máquinas*: todos los espacios de categoría A para máquinas y todos los que contienen las máquinas propulsoras, calderas, instalaciones de combustible líquido, máquinas de vapor y de combustión interna, generadores y maquinaria eléctrica principal, estaciones de toma de combustible, maquinaria de refrigeración, estabilización, ventilación y climatización, y espacios análogos, así como los troncos de acceso a todos ellos.

1.3.26 *MARVS*: designación del tarado máximo admisible de las válvulas aliviadoras de presión de los tanques de carga.

1.3.27 *Instalación de combustible líquido*: equipo que sirve para preparar el combustible que alimenta las calderas o los calentadores de combustible para motores de combustión interna; la expresión comprende cualesquiera bombas de combustible y filtros y calentadores de combustible que funcionen a una presión manométrica superior a 1,8 bar.

1.3.28 *Organización*: la Organización Marítima Internacional (OMI).

1.3.29 *Permeabilidad de un espacio*: relación existente entre el volumen que, dentro de ese espacio, se supone ocupado por agua y su volumen total.

1.3.30.1 Barrera primaria: elemento interior proyectado de modo que contenga la carga cuando el sistema de contención de ésta comprenda dos mamparos límite.

1.3.30.2 Barrera secundaria: elemento exterior de un sistema de contención de la carga, resistente a los líquidos, proyectado de modo que contenga temporalmente toda fuga previsible de carga líquida más allá de la barrera primaria y evite que la temperatura de la estructura del buque descienda a un punto que encierre peligro. En el capítulo 4 se definen con mayor amplitud los tipos de barrera secundaria.

1.3.30.3 Normas reconocidas: las normas nacionales o internacionales aplicables aceptadas por la Administración o las normas establecidas y aplicadas por una organización que cumple las normas adoptadas por la Organización y está reconocida por la Administración.

1.3.31 *Densidad relativa*: relación entre la masa de un volumen determinado de un producto y la masa de un volumen igual de agua dulce.

1.3.32 *Separado*: lo es, por ejemplo, el sistema de tuberías de la carga o de respiración de ésta no conectado a otro sistema de tuberías de la carga o de respiración de ésta. La separación podrá establecerse en la fase de proyecto o por métodos operacionales. Los métodos operacionales no deberán utilizarse dentro de un tanque de carga y habrán de consistir en:

- .1 retirar carretes o válvulas y obturar los extremos de las tuberías; o en
- .2 instalar dos bridas de gafas en serie y los medios necesarios para detectar fugas en la tubería entre ambas bridas.

1.3.33 *Espacios de servicio*: cocinas, oficinas equipados para cocinar, armarios, carterías y cámaras de valores, pañoles, talleres que no formen parte de los espacios de máquinas, y otros espacios semejantes, así como los troncos que conducen a todos ellos.

1.3.34 *SOLAS*: el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 enmendado.

1.3.35 *Enmiendas de 1983 al SOLAS*: las enmiendas al Convenio SOLAS 1974 aprobadas por el Comité de Seguridad Marítima de la Organización en su 483 periodo de sesiones, el 17 de junio de 1983, mediante la resolución MSC.6(48).

1.3.36 *Cobertura de tanque*: estructura de protección destinada a preservar contra daños el sistema de contención de la carga por donde éste sobresale a través de la cubierta de intemperie o a garantizar la continuidad e integridad de la estructura de cubierta.

1.3.37 *Bóveda de tanque*: prolongación hacia arriba de una parte de un tanque de carga; en los sistemas de contención de la carga situados debajo de cubierta la bóveda sobresale a través de la cubierta de intemperie o de la cobertura del tanque.

1.3.38 *Productos tóxicos*: los identificados mediante una T en la columna f de la tabla del capítulo 19.

1.3.39 *Presión de vapor*: presión de equilibrio del vapor saturado por encima del líquido, expresada en bares absolutos a una temperatura dada.

1.3.40 *Espacio perdido*: espacio cerrado, situado en la zona de la carga fuera del sistema de contención, que no es espacio de bodega, espacio para lastre, tanque para combustible líquido, cámara de bombas o de compresores para la carga ni ninguno de los espacios utilizados normalmente por el personal.

1.4 Equivalencias

1.4.1 Cuando el Código estipule la instalación o el emplazamiento en un buque de algún accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o de cierto tipo de éstos, o la adopción de alguna disposición particular o de un procedimiento o medida cualesquiera, la Administración podrá permitir la instalación o el emplazamiento de cualquier otro accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o de cierto tipo de éstos, o la adopción de una disposición o de un procedimiento o medida distintos en dicho buque si, después de haber realizado pruebas o utilizado otro método conveniente, estima que los mencionados accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o tipo de éstos, o la disposición, el procedimiento o la medida de que se trate, resultarán al menos tan eficaces como los prescritos en el Código. No obstante, la Administración no podrá permitir métodos o

procedimientos de orden operacional en sustitución de determinados accesorios, materiales, dispositivos, aparatos o elementos de equipo, o de ciertos tipos de éstos, prescritos en el Código.

1.4.2 Cuando la Administración permita la sustitución de algún accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o de cierto tipo de éstos, o de una disposición, un procedimiento o una medida, comunicará a la Organización los pormenores correspondientes, junto con un informe sobre las pruebas presentadas, a fin de que la Organización pueda transmitir estos datos a los demás Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS 1974 para conocimiento de sus funcionarios.

1.5 Reconocimiento y certificación

1.5.1 Procedimiento para efectuar los reconocimientos

1.5.1.1 El reconocimiento de los buques, por cuanto se refiere a la aplicación de lo dispuesto en las presentes reglas y a la concesión de exenciones respecto de las mismas, será realizado por funcionarios de la Administración. No obstante e, la Administración podrá confiar los reconocimientos a inspectores nombrados al efecto o a organizaciones reconocidas por ella.

1.5.1.2 La Administración que nombre inspectores o reconozca organizaciones para realizar reconocimientos facultará a todo inspector nombrado u organización reconocida para que, como mínimo, puedan:

- .1** exigir la realización de reparaciones en el buque; y
- .2** realizar reconocimientos cuando lo soliciten las autoridades competentes del Estado rector del puerto.¹

La Administración notificará a la Organización cuáles son las atribuciones concretas que haya asignado a los inspectores nombrados o a las organizaciones reconocidas, y las condiciones en que les haya sido delegada autoridad, para informar de ello a los Gobiernos Contratantes.

1.5.1.3 Cuando el inspector nombrado o la organización reconocida dictaminen que el estado del buque o de su equipo no corresponde en lo esencial a los pormenores del Certificado internacional de aptitud para el transporte de productos químicos peligrosos a granel, o que es tal que el buque no está en condiciones de hacerse a la mar sin-peligro para el mismo ni para las personas que se encuentren a bordo y sin que ello suponga un riesgo inaceptable para el medio marino por los daños que pueda ocasionarle, el inspector o la organización harán que inmediatamente se tomen medidas correctivas y a su debido tiempo notificarán esto a la Administración. Si no se toman dichas medidas correctivas, se retirará el certificado y esto será inmediatamente notificado a la Administración; y cuando el buque se encuentre en un puerto de otro Gobierno Contratante, también se dará notificación inmediata a las autoridades competentes del Estado rector del puerto. Cuando un funcionario de la Administración, un inspector nombrado o una organización reconocida hayan informado con la oportuna notificación a las autoridades competentes del Estado rector del puerto, el Gobierno de dicho Estado prestará al funcionario, inspector u organización mencionados toda la asistencia necesaria para el cumplimiento de las obligaciones impuestas por el presente párrafo. Cuando proceda, el Gobierno del Estado rector del puerto de que se trate tomará las medidas necesarias para que el buque no zarpe hasta poder hacerse a la mar o salir del puerto con objeto de dirigirse al astillero de reparaciones apropiado que estando disponible se encuentre más próximo, sin peligro para el buque ni las personas que se encuentren a bordo y sin que ello suponga un riesgo inaceptable para el medio marino por los daños que pueda ocasionarle.

¹ Autoridad del Estado rector del puerto tiene el significado que se le da en el capítulo I, regla 19, del Protocolo de 1978 relativo al Convenio SOLAS 1974.

1.5.1.4 En todo caso, la Administración garantizará la integridad y eficacia del reconocimiento, y se comprometerá a hacer que se tomen las disposiciones necesarias para afiar cumplimiento a esta obligación.

1.5.2 *Prescripciones relativas a los reconocimientos*

1.5.2.1 La estructura, el equipo, los accesorios, los medios y los materiales de todo buque tanque quimiquero (sin que entren aquí los componentes en relación con los cuales se expidan el Certificado de seguridad de construcción para buque de carga, el Certificado de seguridad del equipo para buque de carga y el Certificado de seguridad radioeléctrica para buque de carga o el Certificado de seguridad para buque de carga) serán objeto de los siguientes reconocimientos:

- .1** un reconocimiento inicial antes de que el buque entre en servicio o de que se expida por primera vez el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel, el cual comprenderá un examen completo de la estructura, el equipo, los accesorios, los medios y los materiales del buque, en la medida en que le sea aplicable el Código. Este reconocimiento será tal que garantice que la estructura, el equipo, los accesorios, los medios y los materiales cumplen plenamente con las disposiciones aplicables del Código;
- .2** un reconocimiento de renovación a los intervalos especificados por la Administración, pero que no excedan de cinco años, salvo en los casos en que sea aplicable lo dispuesto en 1.5.6.2.2, 1.5.6.5, 1.5.6.6 o 1.5.6.7. El reconocimiento de renovación se realizará de modo que garantice que la estructura, el equipo, los accesorios, los medios y los materiales cumplen plenamente con las disposiciones aplicables del Código;
- .3** un reconocimiento intermedio dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la segunda o la tercera fecha de vencimiento anual del certificado, el cual podrá sustituir a uno de los reconocimientos anuales estipulados en 1.5.2.1.4. Los reconocimientos intermedios se realizarán de modo que garanticen que el equipo de seguridad y de otra índole y los sistemas de bombas y tuberías correspondientes cumplen plenamente con las disposiciones intermedias se consignarán en el certificado expedido en virtud de lo dispuesto en 1.5.4 o 1.5.5;
- .4** un reconocimiento anual dentro de los tres meses anteriores o posteriores a cada fecha de vencimiento anual del certificado, que comprenderá una inspección general de la estructura, el equipo, los accesorios, los medios y los materiales a que se hace referencia en 1.5.2.1.1 a fin de garantizar que se han mantenido de conformidad con lo dispuesto en 1.5.3 y que continúan siendo satisfactorios para el servicio a que el buque esté destinado. Estos reconocimientos anuales se consignarán en el certificado expedido en virtud de lo dispuesto en 1.5.4 o 1.5.5 un reconocimiento adicional, ya general, ya parcial, según dicten las circunstancias, cuando sea necesario después de la investigación prescrita en 1.5.3.3 y siempre que se efectúen reparaciones o renovaciones importantes. Tal reconocimiento servirá para comprobar que efectivamente se hicieron las reparaciones o renovaciones necesarias, que los materiales utilizados en tales reparaciones o renovaciones y la calidad de éstas son satisfactorios, y que el buque está en condiciones de hacerse a la mar sin peligro para el mismo ni para las personas que se encuentren a bordo y sin que ello suponga un riesgo inaceptable para el medio marino por los daños que pueda ocasionarle.

1.5.3 *Mantenimiento de las condiciones comprobadas en el reconocimiento*

1.5.3.1 El estado del buque y de su equipo será mantenido de modo que se ajuste a lo dispuesto en el Código, a fin de garantizar que el buque seguirá siendo apto para hacerse a la mar sin peligro para el

mismo ni para las personas que se encuentren a bordo y sin que ello suponga un riesgo inaceptable para el medio marino por los daños que pueda ocasionarle.

1.5.3.2 Realizado cualquiera de los reconocimientos del buque en virtud de lo dispuesto en 1.5.2, no se efectuará ningún cambio en la estructura, el equipo, los accesorios, los medios ni los materiales que fueron objeto de reconocimiento, sin previa autorización de la Administración, salvo que se trate de sustitución directa.

1.5.3.3 Siempre que el buque sufra un accidente o se descubra algún defecto que afecten a su seguridad o a la eficacia o la integridad de sus dispositivos de salvamento o de otro equipo regido por el Código, el capitán o el propietario del buque informarán lo antes posible a la Administración, al inspector nombrado o a la organización reconocida encargados de expedir el certificado, quienes harán que se inicien las investigaciones encaminadas a determinar si es necesario realizar el reconocimiento prescrito en 1.5.2.1.5. Cuando el buque se encuentre en un puerto regido por otro Gobierno Contratante, el capitán o el propietario informarán también inmediatamente a las autoridades competentes del Estado rector del puerto, y el inspector nombrado o la organización reconocida comprobarán si se ha rendido ese informe.

1.5.4 *Expedición o refrendo del Certificado internacional de aptitud*

1.5.4.1 A todo buque gasero dedicado a viajes internacionales que cumpla con las prescripciones pertinentes del Código se le expedirá, tras el reconocimiento inicial o de renovación, un Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel.

1.5.4.2 El Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel se redactará conforme al modelo que figure en el apéndice. Si el idioma utilizado no es el inglés ni el francés, el texto irá acompañado de una traducción a uno de estos idiomas.

1.5.4.3 El certificado que se expida en virtud de lo dispuesto en la presente sección estará disponible a bordo para que pueda ser examinado en todo momento.

1.5.4.4 No obstante cualquier otra disposición de las enmiendas al presente Código aprobada por el Comité de Seguridad Marítima (CSM) mediante la resolución MSC.17 (58) todo Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel que sea válido cuando entre en vigor estas enmiendas conservará su validez hasta la fecha en que caduque en virtud de las disposiciones del Código anteriores a la entrada en vigor de las enmiendas.

1.5.5 *Expedición o refrendo del Certificado internacional de aptitud por otro Gobierno*

1.5.5.1 Todo Gobierno Contratante del Convenio SOLAS 1974 podrá, a petición de otro Gobierno Contratante, traer que un buque que tenga derecho a enarbolar el pabellón del otro Estado sea objeto de reconocimiento y, si estima que satisface lo dispuesto en el Código, expedir o autorizar que se expida a ese buque el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel y, cuando proceda, refrendar o autorizar que se refrende el certificado que haya a bordo, de conformidad con el Código. En todo certificado así expedido constará que lo fue a petición del Gobierno del Estado cuyo pabellón tenga el buque derecho a enarbolar.

1.5.6 *Duración y validez del Certificado internacional de aptitud*

1.5.6.1 El Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel se expedirá para un periodo especificado por la Administración, que no excederá de cinco años.

1.5.6.2.1 No obstante lo dispuesto en 1.5.6.1, cuando el reconocimiento de renovación se efectúe dentro de los tres meses anteriores a la fecha de expiración del certificado existente, el nuevo

certificado será válido, a partir de la fecha en que finalice el reconocimiento de renovación, por un periodo que no excederá de cinco años contados a partir de la fecha de expiración del certificado existente.

1.5.6.2.2 Cuando el reconocimiento de renovación se efectúe después de la fecha de expiración del certificado existente, el nuevo certificado será válido, a partir de la fecha en que finalice el reconocimiento de renovación, por un periodo que no excederá de cinco años contados a partir de la fecha de expiración del certificado existente.

1.5.6.2.3 Cuando el reconocimiento de renovación se efectúe con más de tres meses de antelación a la fecha de expiración del certificado existente, el nuevo certificado será válido, a partir de la fecha en que finalice el reconocimiento de renovación, por un periodo que no excederá de cinco años contados a partir de dicha fecha.

1.5.6.3 Si un certificado se expide para un periodo de menos de cinco años, la Administración podrá prorrogar su validez más allá de la fecha de expiración hasta el límite del periodo máximo especificado en 1.5.6.1, siempre que los reconocimientos citados en 1.5.2.1.3 y 1.5.2.1.4, aplicables cuando se expide un certificado para un periodo de cinco años, se hayan efectuado como proceda.

1.5.6.4 Si se ha efectuado un reconocimiento de renovación y no ha sido posible expedir o facilitar al buque un nuevo certificado antes de la fecha de expiración del certificado existente, la persona o la organización autorizada por la Administración podrá refrendar el certificado existente, el cual será aceptado como válido por un periodo adicional que no excederá de cinco meses contados a partir de la fecha de expiración.

1.5.6.5 Si en la fecha de expiración del certificado el buque no se encuentra en el puerto en que ha de ser objeto de reconocimiento, la Administración podrá prorrogar la validez del certificado, pero esta prórroga sólo se concederá con el fin de que el buque pueda proseguir su viaje hasta el puerto en que haya de ser objeto de reconocimiento, y aún así únicamente en los casos en que se estime oportuno y razonable hacerlo. No se prorrogará ningún certificado por un periodo superior a tres meses, y el buque al que se le ha concedido tal prórroga no quedará autorizado en virtud de ésta, cuando llegue al puerto en que haya de ser objeto de reconocimiento, a salir de dicho puerto sin haber obtenido previamente un nuevo certificado. Cuando se haya finalizado el reconocimiento de renovación, el nuevo certificado será válido por un periodo que no excederá de cinco años contados a partir de la fecha de expiración del certificado existente antes de que se concediera la prórroga.

1.5.6.6 Todo certificado expedido a un buque dedicado a viajes cortos, que no ha sido prorrogado en virtud de las precedentes disposiciones de la presente sección, podrá ser prorrogado por la Administración por un periodo de gracia no superior a un mes a partir de la fecha de vencimiento indicada en el mismo. Cuando se haya finalizado el reconocimiento de renovación el nuevo certificado será válido por un periodo que no excederá de cinco años contados a partir de la fecha de expiración del certificado existente antes de que se concediera la prórroga.

1.5.6.7 En circunstancias especiales, que la Administración determinará, no será necesario, contrariamente a lo prescrito en 1.5.6.2.2, 1.5.6.5 y 1.5.6.6, que la validez del nuevo certificado comience a partir de la fecha de expiración del certificado existente. En estas circunstancias especiales el nuevo certificado será válido por un periodo que no excederá de cinco años contados a partir de la fecha en que finalice el reconocimiento de renovación.

1.5.6.8 Cuando se efectúe un reconocimiento anual o intermedio antes del periodo estipulado en 1.5.2 del presente Código;

- .1 la fecha de vencimiento anual que figure en el certificado se modificará mediante refrendo, sustituyéndola por una fecha que no sea más de tres meses posterior a la fecha en que terminó el reconocimiento;
- .2 el reconocimiento anual o intermedio subsiguiente prescrito en 1.5.2 se efectuará a los intervalos que en dicha sección se establezcan, teniendo en cuenta la nueva fecha de vencimiento anual;
- .3 la fecha de expiración podrá permanecer inalterada a condición de que se efectúen uno o más reconocimientos anuales o intermedios, según proceda, de manera que no se excedan entre los distintos reconocimientos los intervalos máximos estipulados en 1.5.2.

1.5.6.9 Todo certificado expedido en virtud de lo dispuesto en 1.5.4 y 1.5.5 perderá su validez en cualquiera de los casos siguientes:

- .1 si los reconocimientos pertinentes no se han efectuado dentro de los intervalos estipulados en 1.5.2;
- .2 si el certificado no es refrendado de conformidad con lo dispuesto en 1.5.2.1.3 6 1.5.2.1.4;
- .3 cuando el buque cambie su pabellón por el de otro Estado. Sólo se expedirá un nuevo certificado cuando el Gobierno que lo expida se haya cerciorado plenamente de que el buque cumple con lo prescrito en 1.5.3.1 y 1.5.3.2. Si se produce un cambio entre Gobiernos Contratantes el Gobierno del Estado cuyo pabellón el buque tenía previamente derecho a enarbolar transmitirá lo antes posible a la nueva Administración, previa petición de ésta cursada dentro del plazo de tres meses después de efectuado el cambio, copias de los certificados que llevaba el buque antes del cambio y, si están disponibles, copias de los informes de los reconocimientos pertinentes.

Aptitud del buque para conservar la flotabilidad² y ubicación de los tanques de carga

2.1 Generalidades

2.1.1 Los buques regidos por el Código deberán resistir los efectos normales de las inundaciones que se produzcan a raíz de averías del casco causadas por fuerzas exteriores. Además, como salvaguardia para el buque y el medio ambiente, los tanques de carga estarán protegidos contra el riesgo de una perforación si el buque sufre una pequeña avería a causa de, por ejemplo, el encontronazo con un pantalán o un remolcador, y protegidos en cierta medida contra posibles averías en caso de abordaje o varada, situándolos, con respecto a las planchas del forro exterior del buque, a las distancias mínimas especificadas. Tanto la avería que haya que suponer como la distancia de los tanques de carga al forro del buque dependerán del grado de peligro inherente al producto transportado.

2.1.2 Los buques regidos por el Código se proyectarán con arreglo a una de las normas siguientes:

- .1** *Buque de tipo 1G*: buque gasero destinado a transportar productos indicados en el capítulo 19 que exijan la adopción de medidas preventivas de un rigor máximo para impedir escapes en cargamentos constituidos por tales productos.
- .2** *Buque de tipo 2G*: buque gasero destinado a transportar productos indicados en el capítulo 19 que exijan la adopción de importantes medidas preventivas para impedir escapes en cargamentos constituidos por tales productos.
- .3** *Buque de tipo 2PG*: buque gasero de eslora igual o inferior a 150 m, destinado a transportar productos indicados en el capítulo 19 que exijan la adopción de importantes medidas preventivas para impedir escapes en cargamentos constituidos por tales productos y a bordo del cual vayan éstos en tanques independientes de tipo C (véase 4.2.4.4) proyectados para un MARVS de al menos 7 bar de presión manométrica y una temperatura de proyecto en el sistema de contención de la carga igual o superior a -55°C. Obsérvese que los buques que se ajusten a lo antedicho pero que midan más de 150 m de eslora serán considerados como de tipo 2G.
- .4** *Buque de tipo 3G*: buque gasero destinado a transportar productos indicados en el capítulo 19 que exijan la adopción de medidas preventivas moderadas para impedir escapes en cargamentos constituidos por tales productos.

Así, pues, los buques de tipo 1G son buques gaseros destinados al transporte de productos de los que se considera que encierran el mayor riesgo global, y los de tipo 2G/2PG y tipo 3G al transporte de productos que encierran riesgos gradualmente decrecientes. Por consiguiente, todo buque de tipo 1G tendrá que poder resistir averías de un grado máximo de gravedad y sus tanques de carga irán situados de modo que la distancia que los separe del forro sea la mayor de las prescritas.

2.1.3 Los tipos de buques necesarios para los distintos productos aparecen indicados en la columna c de la tabla del capítulo 19.

² Véase la Directrices para la aplicación uniforme de las prescripciones relativas a la conservación de la flotabilidad, que figuran en el Código de Graneleros para Productos Químicos y en el Código de Gaseros

2.1.4 Si se proyecta que un buque transporte más de uno de los productos enumerados en el capítulo 19, el grado de avería aplicable será el correspondiente al producto cuyo transporte se rija por las prescripciones más rigurosas en cuanto a tipo de buque. Sin embargo, las prescripciones relativas a la ubicación de los distintos tanques de carga serán las aplicables a los tipos de buques que proceda utilizar respectivamente para los productos que se proyecte transportar.

2.2 Francobordo y estabilidad al estado intacto

2.2.1 Podrá asignarse a los buques regidos por el Código el francobordo mínimo permitido por el Convenio internacional sobre líneas de carga que haya en vigor. Sin embargo, el calado correspondiente a tal asignación no será superior al máximo permitido por el presente Código.

2.2.2 La estabilidad del buque en todas las condiciones de navegación y durante las operaciones de carga y descarga se ajustará a una norma que sea aceptable para la Administración.

2.2.3 Al calcular el efecto de las superficies libres de los líquidos consumibles con respecto a las condiciones de carga se supondrá que, para cada tipo de líquido, por lo menos un par de tanques transversales o un solo tanque central tienen superficie libre, y se tendrá en cuenta el tanque o la combinación de tanques en que el efecto de las superficies libres sea máximo. El efecto de las superficies libres en los compartimientos no averiados se calculará siguiendo un método que la Administración juzgue aceptable.

2.2.4 En general no se utilizará lastre sólido en los espacios del doble fondo de la zona de carga. No obstante, cuando por consideraciones relacionadas con la estabilidad sea inevitable poner en tales espacios lastre sólido, la disposición de éste estará regido por la necesidad de garantizar que los esfuerzos de choque resultantes de la avería de fondo no se transmitan directamente a la estructura de los tanques de carga.

2.2.5 Se facilitará al capitán un cuadernillo de información sobre carga y estabilidad en el que figuren pormenores de las condiciones típicas de servicio y de las operaciones de carga, descarga y lastrado, así como datos para evaluar otras condiciones de carga y un resumen de las características que permiten al buque conservar la flotabilidad. Asimismo, el cuadernillo contendrá información suficiente para que el capitán pueda cargar y manejar el buque sin riesgos y según buenas prácticas maríneas.

2.3 Descargas situadas en el costado del buque por debajo de la cubierta de francobordo

2.3.1 La provisión y la regulación de las válvulas instaladas en las descargas que atraviesen el forro exterior desde espacios situados por debajo de la cubierta de francobordo, o desde el interior de superestructuras y casetas de la cubierta de francobordo que lleven puertas estancas a la intemperie, satisfarán lo prescrito en la regla pertinente del Convenio internacional sobre líneas de carga que haya en vigor, con la salvedad de que esas válvulas sólo serán:

- .1** una válvula automática de retención dotada de un medio positivo de cierre que se pueda accionar desde un punto situado por encima de la cubierta de francobordo; o
- .2** cuando la distancia vertical desde la línea de carga de verano hasta el extremo interior del tubo de descarga exceda de 0,01 L, dos válvulas automáticas de retención sin medios positivos de cierre, a condición de que la válvula interior sea siempre accesible a fines de examen en circunstancias normales de servicio.

2.3.2 A efectos del presente capítulo, las expresiones *línea de carga de verano* y *cubierta de francobordo* tienen los significados definidos en el Convenio internacional sobre líneas de carga que haya en vigor.

2.3.3 Las válvulas automáticas de retención a que se hace referencia en 2.3.1.1 y 2.3.1.2, y se ajustarán a las normas reconocidas plenamente eficaces para impedir la entrada de agua en el buque, teniendo en cuenta el incremento de carena, el asiento y la escora mencionados en las prescripciones relativas a la conservación de la flotabilidad recogidas en 2.9.

2.4 Condiciones de carga

Se investigará la aptitud para conservar la flotabilidad después de avería a partir de la información sobre carga presentada a la Administración respecto de todas las condiciones de carga y las variaciones de calado y asiento previstas. No será necesario aplicar las prescripciones relativas a la conservación de la flotabilidad cuando el buque se halle en la condición de lastre, a condición de que no quede a bordo más carga que la que se vaya a utilizar a fines de refrigeración, circulación o aprovisionamiento de combustible.

2.5 Hipótesis de avería

2.5.1 Las dimensiones máximas de la avería supuesta serán las siguientes:

.1 En el costado:

- 1.1** Extensión longitudinal: $1/3L^{2/3}$ o bien 14,5 m, si este valor es menor
- 1.2** Extensión transversal: hacia el interior del buque, desde el costado, perpendicularmente al eje longitudinal, al nivel de la línea de carga de verano $B/5$ o bien 11,5 medida m, si este valor es menor
- 1.3** Extensión vertical: desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo en el eje longitudinal hacia arriba, sin límite

.2 En el fondo:

- 2.1** Extensión longitudinal: $1/3L^{2/3}$ o bien 14,5 m, si este valor es menor $1/3L^{2/3}$ o 5m, si este valor es menor
- 2.2** Extensión transversal: $B/6$ o bien 10 m, si este valor es menor $B/6$ o bien 5 m, si este valor es menor
- 2.3** Extensión vertical: $B/15$ o bien 2 m, si este valor es menor, midiendo $B/15$ o bien 2m, si este valor es menor, midiendo

desde la línea
de trazado de
la chapa del
forro del fondo
en el eje
longitudinal
(véase 2.6.3)

desde la línea
de trazado de
la chapa del
forro del fondo
en el eje
longitudinal
(véase 2.6.3)

2.5.2 Otras averías

- 1 Si una avería de dimensiones inferiores a las especificadas como máximas en 2.5.1 originase una condición de mayor gravedad, habría que tomarla como hipótesis también.
- 2 Se tendrá también en cuenta la avería sufrida en el costado, en cualquier parte de la zona de la carga, que se extienda 760 mm hacia el interior del buque perpendicularmente al forro del casco, y los mamparos transversales se supondrán averiados cuando los subpárrafos aplicables de 2.8.1 así lo prescriban.

2.6 Ubicación de los tanques de carga

2.6.1 Los tanques de carga estarán situados a las siguientes distancias, medidas hacia el interior del buque desde el forro:

- .1 Buques de tipo 1G: desde la chapa del forro del costado, una distancia no menor que la extensión transversal de la avería especificada en 2.5.1.1.2, y desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo, en el eje longitudinal, no menor que la extensión vertical de la avería especificada en 2.5.1.2.3; en ningún punto será de menos de 760 mm desde la chapa del forro.
- .2 Buques de tipos 2G/2PG y 3G: desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo, en el eje longitudinal, una distancia no menor que la extensión vertical de la avería especificada en 2.5.1.2.3; en ningún punto será de menos de 760 mm desde la chapa del forro.

2.6.2 A efectos de ubicación de los tanques, la extensión vertical de la avería sufrida en el fondo se medirá hasta el forro interior del doble fondo, si se utilizan tanques de membrana o de semimembrana, y hasta el fondo de los tanques de carga en los demás casos. La extensión transversal de la avería sufrida en el costado se medirá hasta el mamparo longitudinal si se utilizan tanques de membrana o de semimembrana, y hasta el lateral de los tanques de carga en los demás casos (véase la figura 2.1). En el caso de tanques de aislamiento interno, la extensión de la avería se medirá hasta la chapa de soporte del tanque.

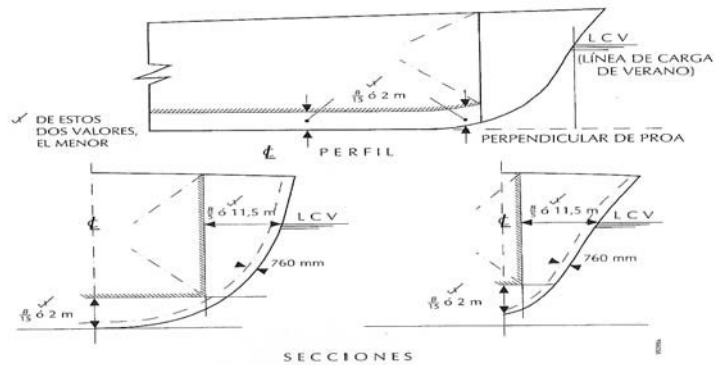


Figura 2.1 – Prescripciones relativas a la ubicación de los tanques

Figura 2.1 - Prescripciones relativas a la ubicación de los tanques

2.6.3 Salvo en los buques de tipo 1G, los pozos de aspiración instalados en los tanques de carga podrán adentrarse en la extensión vertical de la avería de fondo especificada en 2.5.1.2.3 a condición de que tales pozos sean de las menores dimensiones posibles y que la medida en que se adentren por debajo de la chapa del forro interior no exceda del 25% de la profundidad del doble fondo o bien de 350 mm, si esta magnitud es inferior. Cuando no haya doble fondo, la medida en que se adentren por debajo del límite superior de la avería de fondo no excederá de 350 mm. Al determinar los compartimientos afectados por la avería cabrá no tener en cuenta los pozos de aspiración instalados de conformidad con el presente párrafo.

2.7 Hipótesis de inundación

2.7.1 El cumplimiento de lo prescrito en 2.9 habrá de confirmarse por medio de cálculos en los que se tengan en cuenta las características de proyecto del buque; la disposición, la configuración y el contenido de los compartimientos averiados; la distribución, la densidad relativa y el efecto de las superficies libres de los líquidos; y el calado y el asiento para todas las condiciones de carga.

2.7.2 Las permeabilidades de los espacios que se supone averiados serán las siguientes:

Espacios	Permeabilidad
Asignados a pertrechos	0,60
Ocupados como alojamientos	0,95
Ocupados por maquinaria	0,85
Espacios perdidos	0,95
Destinados a líquidos consumibles	0 a 0,95
Destinados a otros líquidos	0 a 0,95

2.7.3 Cuando la avería suponga perforación de un tanque que contenga líquido se considerará que el contenido de tal compartimiento se ha perdido por completo y que ha sido reemplazado por agua salada hasta el nivel del plano final de equilibrio.

2.7.4 Cuando se prevea una avería entre mamparos transversales estancos, tal como se especifica en 2.8.1.4, .5 y .6, los mamparos transversales se espaciarán con distancia intermedia al menos igual a la extensión longitudinal de la avería especificada en 2.5.1.1.1 a fin de que quepa considerarlos como eficaces. Si los mamparos transversales están espaciados a una distancia menor, se supondrá que uno o más de ellos, de los situados dentro de la extensión de la avería, no existen a efectos de determinación de los compartimientos inundados. Además se supondrá averiado toda parte de un mamparo transversal que limite compartimientos laterales o compartimientos de doble fondo si los mamparos

estancos límite quedan dentro de la extensión de la perforación vertical u horizontal prescrita en 2.5. Asimismo se supondrá que ha sufrido daños todo mamparo transversal que forme una bayoneta o un nicho de más de 3 m de longitud situados dentro de la extensión de la perforación de la avería supuesta. A los efectos del presente párrafo no se considerará que forma bayoneta la constituida por el mamparo del pique de popa y la tapa del pique de popa.

2.7.5 El buque estará proyectado de modo que la inundación asimétrica quede reducida al mínimo compatible con la adopción de medidas eficaces.

2.7.6 No se tomarán en consideración, dado que existan, las disposiciones de equilibrado que necesiten mecanismos auxiliares tales como válvulas o tuberías de adrizamiento transversal, para reducir el ángulo de escora o alcanzar el margen mínimo de estabilidad residual señalado en 2.9.1, y deberá mantenerse estabilidad residual suficiente en todas las fases del equilibrado cuando se esté tratando de conseguir éste. Cabrá considerar que los espacios unidos por conductos de gran área de sección transversal son comunes.

2.7.7 Si en la extensión de la supuesta perforación debida a avería, según lo definido en 2.5, se encuentran tuberías, conductos, troncos o túneles, las medidas adoptadas impedirán que por medio de estos elementos pueda llegar la inundación progresiva a compartimientos distintos de los que se supone que, en relación con cada caso de avería, se inundarán.

2.7.8 Se prescindirá de la flotabilidad de toda superestructura que ocupe una posición inmediatamente superior a la avería de costado. Sin embargo, podrán tenerse en cuenta las partes no inundadas de las superestructuras que se hallen fuera de la extensión de la avería, a condición de que:

2.7.8.1 estén separadas del espacio averiado por divisiones estancas y se cumpla con lo prescrito en 2.9.1.1 respecto de estos espacios intactos; y

2.7.8.2 las aberturas practicadas en tales divisiones puedan cerrarse mediante puertas de corredera estancas telemandadas y las aberturas no protegidas no queden sumergidas cuando se esté dentro del margen mínimo de estabilidad residual prescrito en 2.9.2.1; sin embargo, cabrá permitir la inmersión de toda otra abertura que pueda cerrarse de manera estanca a la intemperie.

2.8 Normas aplicables respecto de averías

2.8.1 Los buques habrán de poder resistir las averías indicadas en 2.5, dadas las hipótesis de inundación establecidas en 2.7 y en la medida determinada por el tipo de buque, con arreglo a las siguientes normas:

- .1** buques de tipo 1G: se supondrá que resisten averías en cualquier punto de su eslora;
- .2** buques de tipo 2G de más de 150 m de eslora: se supondrá que resisten averías en cualquier punto de su eslora;
- .3** buques de tipo 2G de eslora igual o inferior a 150 m: se supondrá que resisten averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a uno u otro de los mamparos que limiten un espacio de máquinas situado a popa;
- .4** buques de tipo 2PG: se supondrá que resisten averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a mamparos transversales espaciados con distancia intermedia superior a la extensión longitudinal de la avería especificada en 2.5.1.1.1;
- .5** buques de tipo 3G de eslora igual o superior a 125 m: se supondrá que resisten averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a mamparos transversales

espaciados con distancia intermedia superior a la extensión longitudinal de la avería especificada en 2.5.1.1.1;

- .6 buques de tipo 3G de eslora inferior a 125 m: se supondrá que resisten averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a mamparos transversales espaciados con distancia intermedia superior a la extensión longitudinal de la avería especificada en 2.5.1.1.1 y las que afecten al espacio de máquinas cuando éste se halle a popa. Sin embargo, la Administración deberá examinar la aptitud que para resistir la inundación tenga el espacio de máquinas.

2.8.2 En el caso de buques pequeños de los tipos 2G/2PG y 3G que no se ajusten en todos los aspectos a lo dispuesto en 2.8.1.3, .4 y .6, la Administración podrá considerar la concesión de dispensas especiales a condición solamente de que quepa tomar otras medidas que mantengan el mismo grado de seguridad. Será necesario aprobar e indicar con toda claridad la índole de tales medidas y hacer que éstas puedan ser puestas en conocimiento de la Administración portuaria. De cualquier dispensa de este tipo habrá de quedar constancia en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados que se cita en 1.5.4.

2.9 Prescripciones relativas a la conservación de la flotabilidad

Los buques regidos por el Código deberán poder resistir las averías supuestas que se especifican en 2.5, con arreglo a las normas estipuladas en 2.8 y en la condición de equilibrio estable, y ajustarse a los criterios siguientes.

2.9.1 En cualquier fase de inundación:

- .1 considerados el incremento de carena, la escora y el asiento, la flotación habrá de quedar por debajo del borde inferior de toda abertura por la que pueda producirse inundación progresiva o descendente. Entre esas aberturas se cuentan las de los conductos de aire y las aberturas que se cierran con puertas estancas a la intemperie o tapas de escotilla del mismo tipo; pueden no figurar entre ellas las aberturas que se cierran con tapas de registro estancas y portillos sin brazola estancos, pequeñas tapas de escotilla estancas de tanques de carga que mantienen la elevada integridad de la cubierta, puertas de corredera estancas telemandadas y portillos de tipo fijo;
- .2 el ángulo de escora máximo debido a la inundación asimétrica no excederá de 30°; y
- .3 la estabilidad residual en las fases intermedias de inundación será la que la Administración juzgue satisfactoria. Sin embargo, en ningún caso será considerablemente inferior a la prescrita en 2.9.2.1.

2.9.2 En la condición de equilibrio final, después de la inundación:

- .1 la curva de brazos adrizantes habrá de ser, más allá de la posición de equilibrio, un arco que como mínimo mida 20° en combinación con un brazo adrizante residual máximo de por lo menos 0,1 m dentro de ese arco de 20°; el área abarcada por la curva, dentro de dicho arco, no será inferior a 0,0175 m.rad. Las aberturas no protegidas no deberán quedar sumergidas cuando se esté dentro de este margen, a menos que se suponga inundado el espacio de que se trate. Dentro del citado margen podrá permitirse la inmersión de cualquiera de las aberturas enumeradas en 2.9.1.1 y de las demás que puedan cerrarse de manera estanca a la intemperie; y
- .2 la fuente de energía eléctrica de emergencia habrá de poder funcionar.

Capítulo 3

Disposición del buque

(Las siguientes enmiendas se aplican a los buques construidos el 1 de enero de 2007 o posteriormente)

3.1 Separación de la zona de la carga

3.1.1 Los espacios de bodega estarán separados de los espacios de máquinas y de calderas, de alojamiento y de servicio, puestos de control, cajas de cadenas, tanques de agua potable y de agua destinada a usos domésticos, y pañoles. Los espacios de bodega estarán situados a proa de los espacios de categoría A para máquinas, excepto de aquellos que la Administración juzgue necesarios para la seguridad o la navegación del buque.

3.1.2 Cuando se transporte carga en un sistema de contención que no necesite barrera secundaria, para separar los espacios de bodega de los espacios a que se hace referencia en 3.1.1 o de los situados debajo de dichos espacios de bodega o fuera de éstos y hacia el costado, cabrá utilizar coferdanes, tanques de combustible líquido o un solo mamparo hermético totalmente soldado que forme una división de clase A-60. Si en los espacios adyacentes no hay fuentes de ignición ni riesgo de incendio, bastará con una división de clase A-O hermética.

3.1.3 Cuando se transporte carga en un sistema de contención que necesite una barrera secundaria, para separar los espacios de bodega de los espacios a que se hace referencia en 3.1.1 o de los situados debajo de dichos espacios de bodega o fuera de éstos y hacia el costado, en los que haya una fuente de ignición o riesgo de incendio, se utilizarán coferdanes o tanques de combustible líquido. Si en el espacio adyacente no hay fuentes de ignición ni riesgo de incendio, para lograr la separación se podrá utilizar una sola división de clase A-O hermética.

3.1.4 Cuando se transporte carga en un sistema de contención que necesite una barrera secundaria:

- .1 a temperaturas inferiores a -10°C , los espacios de bodega estarán separados del mar por un doble fondo; y
- .2 a temperaturas inferiores a -55°C , el buque llevará también un mamparo longitudinal que forme tanques laterales.

3.1.5 Los sistemas de tuberías que puedan contener carga o vapor de la carga satisfarán las siguientes condiciones:

- .1 estarán separados de los otros sistemas de tuberías salvo cuando se necesiten interconexiones para operaciones relacionadas con la carga transportada, tales como las de purga, desgasificación o inertización. En estos casos se tomarán precauciones para impedir que la carga o el vapor de la carga penetren en esos otros sistemas por las interconexiones;
- .2 salvo por lo que respecta a lo dispuesto en el capítulo 16, no pasarán por ningún espacio de alojamiento o de servicio, puesto de control ni espacio de máquinas distinto de una cámara de bombas o de compresores para la carga;
- .3 estarán conectados directamente desde la cubierta expuesta con el sistema de contención de la carga, aunque las tuberías instaladas en troncos verticales o en emplazamientos equivalentes podrán utilizarse para atravesar espacios perdidos situados encima del

sistema de contención de la carga, y las tuberías de agotamiento, aireación o purga podrán atravesar coferdanes;

- .4 salvo por lo que respecta a los medios de carga y descarga por la proa o por la popa provistos de conformidad con 3.8 y a los sistemas de tuberías de echazón provistos de conformidad con 3.1.6 para casos de emergencia, y a reserva de lo dispuesto en el capítulo 16, estarán situados en la zona de la carga, por encima de la cubierta expuesta; y
- .5 salvo que se trate de tuberías transversales de conexión a tierra no sometidas a presión durante la navegación o del sistema de tuberías de echazón para casos de emergencia, estarán situados hacia el interior del buque a una distancia del costado mayor que la distancia transversal estipulada en 2.6.1 para los tanques.

3.1.6 Todo sistema de tuberías de echazón cumplirá con 3.1.5 según proceda y podrá instalarse de modo que dé a popa pasando por fuera de los espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control o espacios de máquinas, pero no a través de ellos. Si se instala un sistema de tuberías de echazón de la carga con carácter permanente, dentro de la zona de carga se proveerán medios apropiados para aislarlo de las tuberías de carga.

3.1.7 Se tomarán las medidas necesarias para cerrar herméticamente las cubiertas de intemperie donde vayan emplazadas las aberturas para los sistemas de contención de la carga.

3.2 Espacios de alojamiento, de servicio y de máquinas y puestos de control

3.2.1 Ningún espacio de alojamiento o de servicio ni puesto de control estará situado en la zona de carga. En los buques dotados de un sistema de contención que necesite una barrera secundaria, el mamparo de los espacios de alojamiento o de servicio o de puestos de control ubicados frente a la zona de carga estará situado de modo que impida que en dichos espacios entre gas procedente del espacio de bodega a través de una rotura producida en una cubierta o un mamparo.

3.2.2 Como protección contra el riesgo de vapores potencialmente peligrosos se estudiará especialmente la ubicación de las tomas de aire y las aberturas que den a espacios de alojamiento, de servicio y de máquinas, y a puestos de control, en relación con las tuberías de la carga, los sistemas de respiración de la carga y los conductos de extracción que haya en espacios de máquinas, derivados de dispositivos quemadores de gas.

3.2.3 No se permitirá que haya acceso a través de puertas, herméticas o no, desde un espacio a salvo del gas hasta un espacio peligroso a causa del gas, exceptuados los accesos a los espacios de servicio situados a proa de la zona de carga, a través de esclusas neumáticas ajustadas a lo dispuesto en 3.6.1, cuando los espacios de alojamiento se hallen a popa.

3.2.4 Las entradas, admisiones de aire y aberturas de los espacios de alojamiento, espacios de servicio, espacios de máquinas y puestos de control no estarán frente a la zona de la carga. Se situarán en el mamparo de extremo no encarado con la zona de la carga o en el lateral de la superestructura o de la caseta más próximo al costado, o en uno y otro, a una distancia al menos igual al 4% de la eslora (L) del buque pero no inferior a 3 m del extremo de la superestructura o de la caseta encarado con la zona de la carga. No será necesario, sin embargo, que esta distancia exceda de 5 m. Las ventanas y los portillos situados frente a la zona de la carga y en los laterales de las superestructuras o de las casetas que queden dentro de la distancia mencionada serán del tipo fijo. Las ventanas de la caseta de gobierno podrán no ser fijas y las puertas de la caseta de gobierno podrán quedar dentro de los límites que se acaban de indicar, siempre que estén proyectadas de modo que se pueda hacer rápida y eficazmente hermética a gases y vapores la caseta de gobierno. Respecto de los buques dedicados al

transporte de cargas que no encierran riesgos de inflamabilidad o toxicidad, la Administración podrá aprobar atenuaciones en las prescripciones citadas.

3.2.5 Los portillos del forro situados por debajo de la cubierta corrida más alta y de la primera planta de la superestructura o caseta serán de tipo fijo.

3.2.6 Todas las tomas de aire y aberturas de los espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control estarán provistas de dispositivos de cierre que, si se transportan gases tóxicos, se accionarán desde el interior del espacio de que se trate.

3.3 Cámaras de bombas y de compresores para la carga

3.3.1.1 Las cámaras de bombas y de compresores para la carga estarán situadas por encima de la cubierta de intemperie, salvo aprobación expresa de la Administración, y dentro de la zona de la carga. Las cámaras de compresores para la carga se considerarán como cámaras de bombas de carga a fines de prevención de incendios de conformidad con la regla II-2/9.2.4 del SOLAS.

3.3.1.2 Cuando se permita que las cámaras de bombas y de compresores para la carga vayan instaladas por encima o por debajo de la cubierta de intemperie en el extremo popel del espacio de bodega que esté más a popa o en el extremo proel del espacio de bodega que esté más a proa los límites de la zona de la carga, tal como ésta queda definida en 1.3.6, se ampliarán de modo que incluyan las cámaras de bombas y de compresores para la carga comprendidas en la totalidad de la manga y de la altura del buque así como las zonas de cubierta situadas encima de esos espacios.

3.3.1.3 Cuando se amplíen los límites de la zona de carga en virtud de lo dispuesto en 3.3.1.2, el mamparo que separa las cámaras de bombas y de compresores para la carga de los espacios de alojamiento y de servicio puestos de control y espacios de categoría A para máquinas, irá situado de modo que impida que en dichos espacios entre gas a través de una rotura producida en una cubierta o un mamparo.

3.3.2 Cuando las bombas y los compresores estén accionados por ejes que atraviesen un mamparo o una cubierta, en el emplazamiento de éstos habrá obturadores herméticos con lubricación eficaz u otros medios que garanticen la obturación.

3.3.3 La disposición de las cámaras de bombas y de compresores para la carga será tal que garantice el acceso libre de riesgos y de obstáculos al personal provisto de indumentaria protectora y aparatos respiratorios, y permita retirar a personas que hayan quedado inconscientes. Todas las válvulas necesarias para la manipulación de la carga serán fácilmente accesibles al personal que lleve indumentaria protectora. Se tomarán las medidas necesarias para el agotamiento de las cámaras de bombas y de compresores.

3.4 Cámaras de control de la carga

3.4.1 Toda cámara de control de la carga estará situada por encima de la cubierta de intemperie y podrá hallarse en la zona de la carga. La cámara de control de la carga podrá hallarse situada en espacios de alojamiento o de servicio o en puestos de control a condición de que:

.1 la cámara de control de la carga sea un espacio a salvo el gas; y

.2 si la entrada se ajusta a lo dispuesto en 3.2.4, la cámara de control podrá tener acceso a los espacios arriba citados;

2.2 si la entrada no se ajusta a lo dispuesto en 3.2.4, la cámara de control no tendrá acceso a los espacios arriba citados y los mamparos límite de dichos espacios llevarán aislamiento cuya integridad sea la de la clase A-60.

3.4.2 Si se ha proyectado la cámara de control de la carga como espacio a salvo del gas, los instrumentos de que esté provista serán, en la medida de lo posible, de lectura indirecta, y en todo caso estarán proyectados de modo que a la atmósfera de dicho espacio no lleguen escapes de gas. La ubicación del detector de gas en la cámara de control de la carga no hará que el espacio deje de estar a salvo del gas, si su instalación se ajusta a lo dispuesto en 13.6.5.

3.4.3 Si la cámara de control de la carga de los buques que transportan productos inflamables es un espacio peligroso a causa del gas, se eliminará toda posible fuente de ignición. Se prestará atención a las características de seguridad de toda instalación eléctrica.

3.5 Acceso a los espacios situados en la zona de la carga

3.5.1 Será posible efectuar la inspección ocular de por lo menos un lado de la estructura interna del casco sin tener que retirar ningún elemento estructural o componente fijo. Si dicha inspección ocular, ya se efectúe o no en combinación con las inspecciones prescritas en 3.5.2, 4.7.7 ó 4.10.16, es sólo posible por la cara exterior de la parte interior del casco, esta última no habrá de constituir una pared de un tanque de combustible.

3.5.2 Será posible efectuar la inspección de uno de los lados de todo elemento aislante situado en los espacios de bodega. Esta inspección no será necesaria si se puede verificar la integridad del sistema de aislamiento inspeccionando la parte exterior del mamparo límite del espacio de bodega cuando los tanques se encuentren a la temperatura de servicio.

3.5.3 Los espacios de bodega, los espacios perdidos y otros espacios que puedan considerarse como peligrosos a causa del gas, y los tanques de carga, tendrán una disposición tal que el personal provisto de indumentaria protectora y de aparatos respiratorios pueda entrar en ellos e inspeccionarlos, y que permita retirar a personas que hayan quedado inconscientes, dándose cumplimiento a lo siguiente:

.1 Se establecerá acceso:

1.1 a los tanques de carga directamente desde la cubierta expuesta;

1.2 a través de aberturas horizontales, escotillas o registros, de amplitud suficiente para que una persona provista de un aparato respiratorio pueda subir o bajar por cualquier escala sin impedimento alguno y también para servir como aberturas expeditas que permitan izar fácilmente a una persona lesionada desde el fondo del espacio de que se trate, aberturas cuyo paso libre será, como mínimo, de 600 mm x 600 mm; y

1.3 por aberturas o registros verticales que permitan atravesar el espacio a lo largo y a lo ancho de éste y cuyo paso libre sea de 600 mm x 800 mm como mínimo a una altura de la chapa del forro del fondo que no podrá exceder de 600 mm, a menos que se hayan provisto teclas o apoyapiés de otro tipo.

.2 Podrán reducirse las dimensiones mencionadas en 3.5.3.1.2 y .1.3 si a juicio de la Administración se demuestra que es posible pasar por las aberturas menores de que se trate y retirar a personas lesionadas a través de ellas.

.3 Lo prescrito en 3.5.3.1.2 y .1.3 no se aplicará a los espacios descritos en 1.3.17.5. Para tales espacios sólo se proveerán medios de acceso directo o indirecto desde la cubierta expuesta a la intemperie, entre los que no figurará un espacio cerrado a salvo del gas.

3.5.4 El acceso de la cubierta expuesta de intemperie a los espacios a salvo del gas estará situado en una zona a salvo del gas a una distancia mínima de 2,4 m por encima de la cubierta de intemperie, a menos que para ese acceso haya una esclusa neumática ajustada a lo dispuesto en 3.6.

3.6 Esclusas neumáticas

3.6.1 Sólo entre una zona peligrosa a causa del gas situada en la cubierta expuesta de intemperie y un espacio a salvo del gas se permitirá la instalación de una esclusa neumática que estará constituida por dos puertas de acero suficientemente herméticas al gas separadas por una distancia intermedia mínima de 1,5 m, pero no superior a 2,5 m.

3.6.2 Las puertas serán de cierre automático y carecerán de dispositivos de retención.

3.6.3 Habrá un sistema de alarma acústica y óptica que cuando haya más de una puerta que no se encuentre en posición cerrada dé a ambos lados de la esclusa neumática la oportuna indicación.

3.6.4 En los buques que transporten productos inflamables se cortará la corriente del equipo eléctrico de tipo no certificado como seguro situado en espacios protegidos por esclusas neumáticas cuando se produzca pérdida de sobrepresión en el espacio de que se trate (véase también 10.1.4). El equipo eléctrico de tipo no certificado como seguro que se utilice para fines de maniobra, fondeo y amarre, y las bombas de emergencia contra incendios, no se situará en espacios que vayan a estar protegidos por esclusas neumáticas.

3.6.5 El espacio formado por la esclusa neumática estará ventilado mecánicamente desde un espacio a salvo del gas y se mantendrá a presión superior a la de la zona peligrosa a causa del gas situada en la cubierta expuesta de intemperie.

3.6.6 En el espacio formado por la esclusa neumática se monitorizará la posible presencia de vapor de la carga.

3.6.7 A reserva de lo dispuesto en el Convenio internacional sobre líneas de carga que haya en vigor, la altura de las falcas de las puertas no será inferior a 300 mm.

3.7 Medios para achique de sentinas, lastre y combustible líquido

(El párrafo 3.7.2.2 es aplicable a los buques construidos el 1 de julio de 2002 o posteriormente)

3.7.1.1 Cuando la carga se transporte en un sistema de contención que no necesite barrera secundaria, los espacios de bodega Irán provistos de medios de agotamiento adecuados que no comuniquen con el espacio de máquinas. Se tomarán medidas para detectar posibles fugas.

3.7.1.2 Cuando exista una barrera secundaria habrá medios de agotamiento adecuados para combatir las fugas que lleguen a los espacios de bodega o de aislamiento a través de elementos estructurales adyacentes del buque. Los conductos de aspiración no llegarán a las bombas situadas en el espacio de máquinas. Se tomarán medidas para detectar tales fugas.

3.7.2.1 La bodega o los espacios interbarreras de los buques con tanques independientes de tipo A dispondrán de un sistema de agotamiento adecuado para recoger la carga líquida si los tanques que la contienen presentan fugas o sufren rotura. Tales medios harán posible el retorno de cualquier carga líquida derramada a las tuberías de carga líquida.

3.7.2.2 Los medios mencionados en el párrafo 3.7.2.1 dispondrán de un carrete desmontable.

3.7.3 En el caso de tanques de aislamiento interno no se exigirán medios para detectar fugas ni medios de agotamiento para los espacios interbarreras y los espacios situados entre la barrera secundaria y la parte interior del casco o la estructura independiente sustentadora del tanque cuando esos espacios estén completamente llenos de material de aislamiento que cumpla con lo dispuesto en 4.9.7.2.

3.7.4 Los espacios de lastre, incluidas las quillas de cajón llenas utilizadas como tuberías de lastre, los tanques de combustible líquido y los espacios a salvo de gas, podrán estar conectados a bombas situadas en los espacios de máquinas. Las quillas de cajón secas atravesadas por tuberías de lastre podrán estar conectadas a bombas de los espacios de máquinas a condición de que las conexiones vayan directamente a las bombas y la descarga de éstas salga directamente al exterior sin válvulas ni colectores en ningún conducto que pudiera conectar la tubería procedente de la quilla de cajón a tuberías que den servicio a espacios a salvo de gas. Los orificios de respiración de las bombas no darán a los espacios de máquinas.

3.8 Medios de carga y descarga por la proa o por la popa

3.8.1 A reserva de lo prescrito en la presente sección, las tuberías de la carga podrán quedar dispuestas de modo que permitan cargar y descargar por la proa o por la popa.

3.8.1.1 Los conductos de carga y descarga por la proa o por la popa que pasen por fuera de espacios de alojamiento, espacios de servicio o puestos de control, no se utilizarán para el trasvase de productos cuyo transporte haya de realizarse en buques de tipo 1G. Los conductos de carga y descarga por la proa o por la popa no se utilizarán para el trasvase de productos tóxicos como los especificados en 1.3.38, a menos que la Administración apruebe esto expresamente.

3.8.2 No se permitirán medios portátiles.

3.8.3 Además de lo prescrito en el capítulo 5, se aplicarán a las tuberías de la carga y al equipo relacionado con las mismas las siguientes disposiciones:

- .1** Las tuberías de la carga y los accesorios de las mismas, situados fuera de la zona de la carga, sólo tendrán conexiones soldadas. Las tuberías que hayan de quedar fuera de la zona de carga se instalarán en la cubierta expuesta y estarán a 760 mm como mínimo del costado del buque, salvo cuando se trate de tuberías transversales de conexión a tierra. Tales tuberías serán claramente identificables e irán provistas de una válvula de seccionamiento en su conexión con el sistema de tuberías de la carga, dentro de la zona de la carga. En ese emplazamiento serán también susceptibles de quedar separadas, cuando no se haga uso de ellas, por medio de un carrete y de bridas ciegas.
- .2** Las tuberías se soldarán a tope con penetración total y la soldadura será sometida a prueba radiográfica total sean cuales fueren el diámetro de tubería y la temperatura de proyecto. Sólo dentro de la zona de la carga y en la conexión a tierra se permitirá que en las tuberías haya conexiones de brida.
- .3** Se tomarán las medidas necesarias para poder purgar y desgasificar esas tuberías después de utilizarlas. Cuando no se utilicen, se quitarán los carretes y se obturarán los extremos de las tuberías con bridas ciegas. Las tuberías de respiración conectadas con el dispositivo de purga estarán situadas en la zona de la carga.

3.8.4 Las entradas, admisiones de aire y aberturas de los espacios de alojamiento, los de servicio y los de máquinas, y de los puestos de control, no estarán frente al emplazamiento de la conexión a tierra de los medios de carga y descarga por la proa o por la popa. Se situarán en el lateral de la superestructura o de la caseta más próximo al costado del buque, a una distancia al menos igual al 4%

de la eslora del buque, pero no inferior a 3 m del extremo de la superestructura o de la caseta encarado con el emplazamiento de la conexión a tierra de los medios de carga y descarga por la proa o por la popa. No será necesario, sin embargo, que esta distancia exceda de 5 m. Los portillos situados frente al emplazamiento de la conexión a tierra y en los laterales de la superestructura o de la caseta que queden dentro de la distancia mencionada serán de tipo fijo (no practicable). Además, mientras se estén utilizando los medios de carga y descarga por la proa o por la popa, todas las puertas, portas y demás aberturas del lateral correspondiente de la superestructura o de la caseta se mantendrán cerradas. Cuando, en el caso de buques pequeños, no sea posible cumplir con lo dispuesto en 3.2.4 y en el presente párrafo, la Administración podrá aprobar atenuaciones en las prescripciones citadas.

3.8.5 Las aberturas de cubierta y las admisiones de aire de los espacios que queden comprendidos en una distancia de 10 m del emplazamiento de la conexión a tierra para la carga se mantendrán cerradas cuando se estén utilizando los medios de carga y descarga por la proa o por la popa.

3.8.6 El equipo eléctrico situado dentro de una distancia de 3 m del emplazamiento de la conexión a tierra para la carga se ajustará a lo dispuesto en el capítulo 10.

3.8.7 Los dispositivos contraincendios asignados a las zonas utilizadas para cargar y descargar por la proa y por la popa se ajustarán a lo dispuesto en 1.1.3.1.3 y 1.1.4.7.

3.8.8 Se establecerán medios de comunicación entre el puesto de control de la carga y el emplazamiento de la conexión a tierra para la carga y, si es necesario, dichos medios habrán de estar certificados como seguros.

Capítulo 4

Contención de la carga

4.1 Generalidades

4.1.1 Las Administraciones tomarán las medidas apropiadas para garantizar uniformidad en la implantación y en la aplicación de las disposiciones del presente capítulo.³

4.1.2 Además de las definiciones que figuran en 1.3, serán aplicables en la totalidad del Código las que se dan en el presente capítulo.

4.2 Definiciones

4.2.1 Tanques estructurales

4.2.1.1 Son tanques estructurales los que forman parte estructural del casco del buque y están sometidos del mismo modo que la estructura adyacente del buque al esfuerzo impuesto por las cargas que actúan sobre ésta.

4.2.1.2 La presión de vapor de proyecto P_O definida en 4.2.6 no excederá en general de 0,25 bar. No obstante, si se aumentan como proceda los escantillones del casco, podrá aumentarse el valor de P_O , pero conservándolo siempre inferior a 0,7 bar.

4.2.1.3 Los tanques estructurales podrán utilizarse para el transporte de productos, a condición de que el punto de ebullición de la carga no sea inferior a -10°C . La Administración, sujeto esto a consideración especial, podrá aceptar temperaturas más bajas.

4.2.2 Tanques de membrana

4.2.2.1 Son tanques de membrana los que carecen de sustentación propia y están formados por una delgada capa (la membrana) a la que, a través del aislamiento, da soporte la estructura adyacente del casco. La membrana ha sido proyectada de modo que las dilataciones y las contracciones térmicas y de otra índole queden compensadas sin que esto le imponga un esfuerzo excesivo.

4.2.2.2 En general la presión de vapor de proyecto P_O no excederá de 0,25 bar. No obstante, si se aumentan como proceda los escantillones del casco y, en los casos pertinentes, se presta la debida atención a la resistencia del aislamiento de soporte, podrá aumentarse el valor de P_O , pero conservándolo siempre inferior a 0,7 bar.

4.2.2.3 La definición de los tanques de membrana no excluye proyectos como aquellos en que se utilicen membranas no metálicas o en que las membranas vayan incluidas o incorporadas en el aislamiento. Tales proyectos necesitarán no obstante una consideración especial por parte de la Administración. En todo caso el espesor de las membranas no excederá en general de 10 mm.

4.2.3 Tanques de semimembrana

4.2.3.1 Tanques de semimembrana son los que carecen de sustentación propia cuando contienen carga y están formados por una capa a algunas de cuyas partes da soporte, a través de su aislamiento, la

³ Véanse las reglas publicadas por los miembros y miembros asociados de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación y en especial las prescripciones unificadas N^{os} G1 y G2 de dicha Asociación.

estructura adyacente del casco; sus partes redondeadas, que unen a las citadas partes con soporte, han sido proyectadas de modo que acepten también las dilataciones y las contracciones térmicas y de otra índole.

4.2.3.2 En general la presión de vapor de proyecto P_o no excederá de 0,25 bar. No obstante, si se aumentan como proceda los escantillones del casco y, en los casos pertinentes, se presta la debida atención a la resistencia del aislamiento de soporte, podrá aumentarse el valor de P_o pero conservándolo siempre inferior a 0,7 bar.

4.2.4 Tanques independientes

4.2.4.1 Los tanques independientes son tanques autosustentables; no forman parte del casco del buque ni son esenciales en cuanto a la resistencia del casco. Hay tres clases de tanques independientes, a los que se hace referencia en 4.2.4.2 a 4.2.4.4.

4.2.4.2 Tanques independientes de tipo A: los proyectados principalmente con arreglo a las normas reconocidas⁴ de métodos clásicos de análisis estructural del buque. Cuando estos tanques estén constituidos principalmente por superficies planas (tanques de gravedad), la presión de vapor de proyecto P_o habrá de ser inferior a 0,7 bar.

4.2.4.3 Tanques independientes de tipo B: los proyectados con ayuda de modelos de prueba y avanzados instrumentos y métodos analíticos para determinar los niveles de esfuerzos, la resistencia a la fatiga y las características de propagación de grietas. Cuando estos tanques estén constituidos principalmente por superficies planas (tanques de gravedad), la presión de vapor de proyecto P_o habrá de ser inferior a 0,7 bar.

4.2.4.4 Tanques independientes de tipo C (también llamados recipientes de presión): los ajustados a los criterios correspondientes a los recipientes de presión y cuya presión de vapor de proyecto no es inferior a:

$$P_o = 2 + AC (\rho_r)^{1,5} \text{ (bar)}$$

donde:

$$A = 0,0815 \frac{\sigma_m}{\Delta \sigma_A}$$

- σ_m = esfuerzo primario de proyecto de la membrana
- $\Delta \sigma_A$ = esfuerzo dinámico admisible de la membrana (amplitud doble al nivel de probabilidad $Q=10^{-8}$)
55 N/mm² para aceros ferrítico-perlíticos, martensíticos y austeníticos
25 N/mm² para aleación de aluminio (5083-0)
- C = dimensión característica del tanque, considerándose como tal el mayor de los valores siguientes:

H, 0,75b; o 0,45l

En que

- h = altura del tanque (dimensión tomada en el sentido vertical del buque) (m)
- b = manga del tanque (dimensión tomada en el sentido transversal del buque) (m)

⁴ A los efectos de los capítulos 4, 5 y 6, por Normas reconocidas se entienden las establecidas y mantenidas en vigor por una sociedad de clasificación reconocida por la Administración.

l = eslora del tanque (dimensión tomada en el sentido longitudinal del buque) (m)

No obstante, la Administración podrá asimilar un tanque que satisfaga el criterio establecido en el presente subpárrafo al tipo A o al tipo B; dependerá esto de su configuración y de la disposición de sus soportes y piezas de sujeción.

4.2.5 *Tanques de aislamiento interno*

4.2.5.1 Son tanques de aislamiento interno los que carecen de sustentación propia y están formados por materiales de aislamiento térmico que contribuyen a la contención de la carga y a los cuales da soporte la estructura de la parte interior adyacente del casco o la de un tanque independiente. La superficie interior del aislamiento está expuesta a la carga.

4.2.5.2 Hay dos clases de tanques de aislamiento interno, a saber:

- .1** tanques de tipo 1: aquellos en que el aislamiento o una combinación del aislamiento y de uno o más forros interiores actúan sólo como barrera primaria; la parte interior del casco o la estructura de un tanque independiente ha de actuar como barrera secundaria cuando sea necesario;
- .2** tanques de tipo 2: aquellos en que el aislamiento o una combinación del aislamiento y de uno o más forros interiores actúan a la vez como barrera primaria y como barrera secundaria, y en los que dichas barreras son claramente distinguibles.

Por forro interior se entenderá un material delgado carente de sustentación propia, metálico, no metálico o compuesto, que forma parte de un tanque de aislamiento interno y que se utiliza para mejorar la resistencia a la fractura u otras propiedades mecánicas del tanque. Un forro interior se diferencia de una membrana en que no está destinado a actuar por sí mismo como barrera líquida.

4.2.5.3 Los tanques de aislamiento interno serán de materiales adecuados que permitan proyectar el sistema de contención de la carga efectuando pruebas con modelos y utilizando los métodos analíticos avanzados que se prescribe en 4.4.7.

4.2.5.4 En general, la presión de vapor de proyecto P_0 no excederá de 0,25 bar. Si, no obstante, el sistema de contención de la carga está proyectado para una presión de vapor más elevada, P_0 podrá incrementarse hasta que alcance el valor correspondiente a esa presión, pero sin que exceda de 0,7 bar si a los tanques de aislamiento les da soporte la estructura interior del casco. La Administración podrá aceptar una presión de vapor de proyecto de más de 0,7 bar si a los tanques de aislamiento interno les dan soporte estructuras adecuadas de tanques independientes.

4.2.6 *Presión de vapor de proyecto*

4.2.6.1 Presión de vapor de proyecto P_0 es la máxima presión manométrica dada en la parte superior del tanque que se ha utilizado en el proyecto de éste.

4.2.6.2 En los tanques de carga en que no exista control de temperatura y la presión de la carga esté determinada únicamente por la temperatura ambiente, P_0 no será inferior a la presión manométrica del vapor de la carga a una temperatura de 45°C. No obstante, la Administración podrá aceptar valores inferiores de dicha temperatura en buques que naveguen por zonas restringidas o realizando viajes de duración limitada, casos en los que se podrá tener en cuenta todo aislamiento que lleven los tanques. A la inversa, cabrá exigir valores superiores de esta temperatura en buques que naveguen permanentemente por zonas de alta temperatura ambiente.

4.2.6.3 En ningún caso, incluidos los supuestos indicados en 4.2.6.2, será P_0 inferior al MARVS.

4.2.6.4 A reserva de consideración especial por parte de la Administración y de las limitaciones establecidas en 4.2.1 a 4.2.5 para los diferentes tipos de tanque, podrán admitirse presiones de vapor superiores a P_0 para buques surtos en puerto, situación en la que disminuyen las cargas dinámicas.

4.2.7 *Temperatura de proyecto*

La temperatura de proyecto para la selección de materiales es la temperatura mínima a la que cabe cargar el producto o efectuar su transporte en los tanques carga. Se tomarán medidas, que la Administración habrá de juzgar satisfactorias, para impedir que la temperatura del tanque o de la carga pueda descender por debajo de la temperatura de proyecto.

4.3 **Cargas de proyecto**

4.3.1 *Generalidades*

4.3.1.1 Los tanques, junto con sus soportes y demás accesorios, se proyectarán teniendo en cuenta las combinaciones pertinentes de las cargas enumeradas a continuación:

- presión interior
- presión exterior
- cargas dinámicas debidas a movimientos del buque
- cargas térmicas
- cargas debidas al chapoteo del líquido
- cargas correspondientes a la flexión del buque
- peso del tanque y de su contenido, con las correspondientes reacciones en el emplazamiento de los soportes
- peso del aislamiento
- cargas en el emplazamiento de torres y otros accesorios.

La medida en que deban considerarse estas cargas dependerá del tipo de tanque de que se trate; en los párrafos que siguen se estudia más detenidamente este aspecto.

4.3.1.2 Se tendrán en cuenta las cargas correspondientes a la prueba de presión a que se hace referencia en 4.10.

4.3.1.3 Se tendrá en cuenta el aumento que, con el buque surto en puerto, se registra en la presión de vapor, aumento al que se hace referencia en 4.2.6.4.

4.3.1.4 Los tanques estarán proyectados de modo que resistan el ángulo de escora estática más adverso comprendido entre 0° y 30°, sin sobrepasar los esfuerzos admisibles que se señalan en 4.5.1.

4.3.2 *Presión interior*

4.3.2.1 La presión interior P_{eq} indicada en bares, resultante de la presión de vapor de proyecto P_0 y de la presión del líquido P_{gd} definida en 4.3.2.2, excluyendo los efectos de chapoteo del líquido, se calculará aplicando la fórmula:

$$P_{eq} = P_0 + (P_{gd})_{m\acute{a}x} \text{ (bar)}$$

Podrán seguirse otros métodos de cálculo equivalentes.

4.3.2.2 Las presiones interiores del líquido son las originadas por la aceleración del centro de gravedad de la carga, debida a los movimientos del buque a que se hace referencia en 4.3.4.1. El valor de la presión interior del líquido P_{gd} que resulta del efecto combinado de la gravedad y de las aceleraciones dinámicas se calculará aplicando la fórmula:

$$P_{gd} = \rho Z_{\beta} \frac{a_{\beta}}{1,02 \cdot 10^4} \quad (\text{bar})$$

donde:

a_{β} = aceleración adimensional (es decir, relativa a la aceleración de la gravedad) originada por cargas gravitatorias y dinámicas en una dirección cualquiera (véase la figura 4.1).

Z_{β} = altura mayor del líquido (m) por encima del punto en que se haya de determinar la presión, medida desde el forro del tanque en la dirección β (véase la figura 4.2). Al determinar Z_{β} se tendrán en cuenta las bóvedas de tanque que se consideren parte del volumen total aceptado del tanque, a menos que el volumen total V_d de las bóvedas del tanque no exceda del siguiente valor:

$$V_d = V_t \frac{100 - FL}{FL}$$

donde:

V_t = volumen del tanque sin la bóvedas;

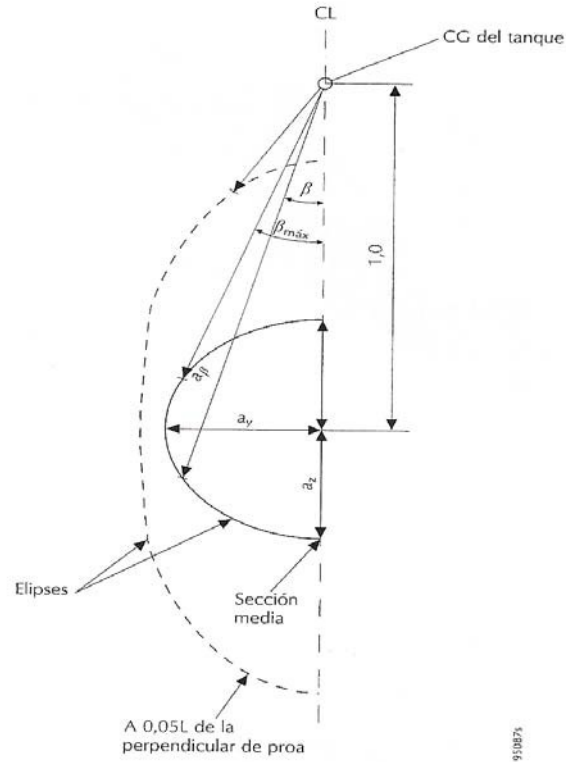
FL = límite de llenado según el capítulo 15.

ρ = densidad máxima de la carga (kg/m^3) a la temperatura de proyecto.

Se tomará la dirección que dé el máximo valor $(P_{gd})_{\text{máx}}$ de P_{gd} . Cuando sea preciso tener en cuenta componentes de la aceleración en tres direcciones, se utilizará un elipsoide en vez de la elipse que muestra la figura 4.1. La fórmula que antecede sólo se aplica a tanques completamente llenos.

4.3.3 Presión exterior

Las cargas debidas a la presión exterior de proyecto estarán basadas en la diferencia existente entre la presión interior mínima (vacío máximo) y la presión exterior máxima a que simultáneamente pueda estar sometida cualquier parte del tanque.



a_{β} = aceleración resultante (estática y dinámica) en una dirección cualquiera β

a_y = componente transversal de la aceleración

a_z = componente vertical de la aceleración

4.3.4 Cargas dinámicas debidas a los movimientos del buque

4.3.4.1 Para determinar las cargas dinámicas se tendrá en cuenta la distribución a largo plazo de los movimientos del buque, comprendidos aquí los efectos debidos a oscilaciones longitudinales, oscilaciones transversales, oscilaciones verticales, balanceo, cabeceo y guiñada en mares movidas, que el buque experimentará durante su vida activa (considerada en general como correspondiente a 10^8 golpes de mar). Cabrá tener en cuenta la disminución experimentada en las cargas dinámicas a causa de la necesaria reducción de velocidad y de la variación de rumbo cuando esta consideración haya entrado también en la evaluación de la resistencia del casco.

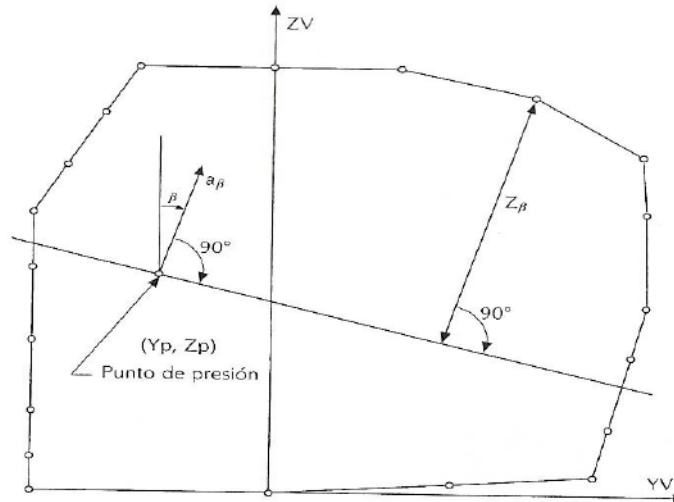
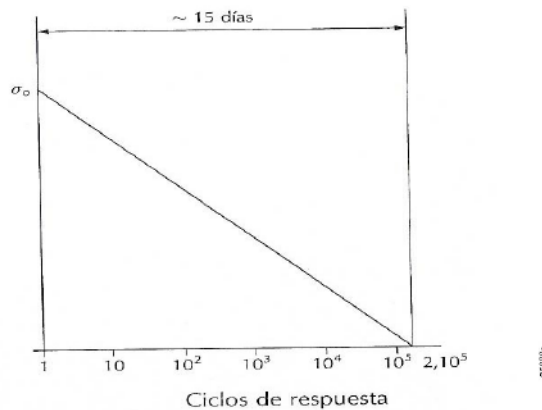


Figura 4.2 - Determinación de las alturas piezométricas

4.3.4.2 En las características del proyecto destinadas a combatir la deformación plástica y el pandeo se considerará que las cargas dinámicas serán las mayores que probablemente experimentará el buque durante su vida activa (consideradas en general como correspondientes a un nivel de probabilidad de 10^{-8}). En 4.12 se dan fórmulas de guía en relación con los componentes de la aceleración.

4.3.4.3 En la consideración de las características de proyecto destinadas a combatir la fatiga, se determinará el espectro dinámico mediante un cálculo de la distribución a largo plazo basado en la vida activa del buque (considerada en general como correspondiente a 10^8 golpes de mar). Si se utilizan espectros simplificados de cargas dinámicas para la evaluación del límite de fatiga, deberán ser objeto de estudio especial por parte de la Administración.

4.3.4.4 Para aplicar en la práctica las estimaciones de propagación de grietas, podrá utilizarse una distribución simplificada de cargas durante un período de 15 días. Estas distribuciones podrán obtenerse tal como se indica en la figura 4.3.



σ_0 = esfuerzo máximo más probable durante la vida del buque
 La escala de los ciclos de respuesta es logarítmica; el valor de $2,10^5$ se da como ejemplo de estimación.

Figura 4.3 - Distribución simplificada de las cargas

4.3.4.5 Los buques destinados a servicio restringido podrán ser objeto de consideración especial.

4.3.4.6 Las aceleraciones que actúan sobre los tanques se estiman en su centro de gravedad y están constituidas por los componentes siguientes:

aceleración vertical	aceleraciones debidas a los movimientos de las oscilaciones verticales, de cabeceo y posiblemente de balanceo (perpendiculares a la base del buque);
aceleración transversal:	aceleraciones debidas a los movimientos de las oscilaciones transversales, de guiñada y de balanceo; y componente gravitatorio del balanceo;
aceleración longitudinal:	aceleraciones debidas a los movimientos de las oscilaciones longitudinales y de cabeceo; y componente gravitatorio del cabeceo.

4.3.5 *Cargas debidas al chapoteo*

4.3.5.1 Cuando se prevea un llenado parcial se tendrá en cuenta el riesgo de que se produzcan cargas considerables a causa del chapoteo provocado por cualquiera de los movimientos del buque a que se hace referencia en 4.3.4.6.

4.3.5.2 Cuando exista el riesgo de que el chapoteo origine cargas considerables se exigirán cálculos y pruebas especiales.

4.3.6 *Cargas térmicas*

4.3.6.1 Se tendrán en cuenta las cargas térmicas transitorias que durante los períodos de enfriamiento actúan sobre los tanques destinados a temperaturas de la carga inferiores a -55°C.

4.3.6.2 Se tendrán en cuenta las cargas térmicas constantes para tanques en los que la disposición que en el proyecto se dio a los soportes y a la temperatura de funcionamiento puedan ser causa de esfuerzos térmicos considerables.

4.3.7 *Cargas impuestas a los soportes*

Se examinan las cargas impuestas a los soportes en 4.6.

4.4 **Análisis estructurales**

4.4.1 *Tanques estructurales*

El análisis estructural de estos tanques se efectuará con arreglo a Normas reconocidas. Los escantillones de los mamparos límite de los tanques satisfarán cuando menos las prescripciones relativas a tanques profundos, teniendo en cuenta la presión interior de acuerdo con lo indicado en 4.3.2 y en ningún caso serán inferiores a lo habitualmente exigido por tales normas.

4.4.2 *Tanques de membrana*

4.4.2.1 Para los tanques de membrana se considerarán los efectos de todas las cargas estáticas y dinámicas a fin de determinar la idoneidad de la membrana y del correspondiente aislamiento en lo que respecta a la deformación plástica y a la fatiga.

4.4.2.2 Normalmente, con anterioridad a la aprobación se someterán a pruebas un modelo de la barrera primaria y otro de la secundaria, con inclusión de esquinas y juntas, a fin de verificar su aptitud

para hacer frente a los esfuerzos combinados previstos que originarán las cargas estáticas, dinámicas y térmicas. Las condiciones de prueba equivaldrán a las condiciones de servicio más severas que puedan darse en el sistema de contención de la carga durante todo el periodo de utilización de éste. Las pruebas de materiales serán tales que garanticen que el envejecimiento no impedirá que éstos realicen la función que les ha sido asignada.

4.4.2.3 A los efectos de la prueba mencionada en 4.4.2.2 se llevará a cabo un análisis completo de los diferentes movimientos, aceleraciones y respuesta de los buques y de los sistemas de contención de la carga, a menos que se disponga de los correspondientes datos, obtenidos en buques análogos.

4.4.2.4 Se prestará especial atención a la posibilidad de hundimiento de la membrana provocado por una sobrepresión en el espacio interbarreras, un posible vacío en el tanque de carga, los efectos del chapoteo y los efectos de la vibración del casco.

4.4.2.5 El casco será sometido a un análisis estructural que la Administración habrá de juzgar satisfactorio, teniendo en cuenta la presión interior de acuerdo con lo indicado en 4.3.2. No obstante, se prestará una atención especial a las deformaciones del casco y a la compatibilidad de éstas con la membrana y el correspondiente aislamiento. El espesor del forro interior del casco se ajustará por lo menos a lo prescrito en Normas reconocidas para tanques profundos, teniendo en cuenta la presión interior indicada en 4.3.2. En cada caso concreto se determinará el esfuerzo admisible para la membrana, el material de soporte de la membrana y el aislamiento.

4.4.3 *Tanques de semimembrana*

Se les someterá a un análisis estructural de conformidad con lo prescrito para tanques de membrana o tanques independientes, según proceda, teniendo en cuenta la presión interior indicada en 4.3.2.

4.4.4 *Tanques independientes de tipo A*

4.4.4.1 Se les someterá a un análisis estructural, que la Administración habrá de juzgar satisfactorio, teniendo en cuenta la presión interior indicada en 4.3.2. El espesor de la chapa del forro de los tanques de carga se ajustará por lo menos a lo prescrito en Normas reconocidas para tanques profundos, teniendo en cuenta la presión interior indicada en 4.3.2 y toda tolerancia de corrosión que se prescriba en 4.5.2.

4.4.4.2 Para partes tales como la estructura que haya en el emplazamiento de los soportes, no ajustadas a Normas reconocidas, los esfuerzos se determinarán mediante cálculos directos, teniendo en cuenta las cargas a que se hace referencia en 4.3, en la medida en que sean aplicables, y las deformaciones experimentadas por el buque en el emplazamiento de los soportes.

4.4.5 *Tanques independientes de tipo B*

Para los tanques de este tipo regirán las consideraciones expuestas a continuación:

- .1** Se tendrán en cuenta los efectos de todas las cargas dinámicas y estáticas para determinar la idoneidad de la estructura por lo que respecta a:
 - la deformación plástica
 - el pandeo
 - la rotura por fatiga
 - la propagación de grietas.

Se efectuará un análisis estadístico de cargas de ola de conformidad con lo señalado en 4.3.4, un análisis de elementos finitos u otro que utilice métodos análogos y un análisis de la mecánica de las fracturas u otro que entrañe un enfoque equivalente.

- .2 Se efectuará un análisis tridimensional para evaluar los niveles de esfuerzos aportados por el casco del buque. El modelo utilizado para este análisis llevará el tanque de carga con sus piezas de soporte y sujeción así como una parte que se considere suficiente del casco.
- .3 Se efectuará un análisis completo de las aceleraciones y los movimientos del buque de que se trate en una mar movida y de la respuesta del buque y de sus tanques de carga a esas fuerzas y movimientos, a menos que se disponga de los correspondientes datos, obtenidos en buques análogos.
- .4 En todo análisis del pandeo se tendrán en cuenta las tolerancias máximas de construcción.
- .5 Cuando la Administración lo juzgue necesario se podrá exigir la realización de pruebas con modelos para determinar los factores de concentración de esfuerzos y el límite de fatiga de los elementos estructurales.
- .6 El efecto acumulativo de la carga de fatiga responderá a la fórmula siguiente:

$$\sum \frac{n}{N_i} + \frac{10^3}{N_j} \leq C_w$$

donde

n_i = número de ciclos de esfuerzos en cada nivel de esfuerzos durante la vida del buque

N_i = número de ciclos hasta la fractura para el correspondiente nivel de esfuerzos, conforme con la curva Wöhler (S-N)

N_j = número de ciclos hasta la fractura para las cargas de fatiga que producen al cargar y descargar

C_w será inferior o igual 0.5, aunque la Administración podrá considerar especialmente la posible utilización de un valor superior a 0,5 pero no superior a 1,0, que dependerá del procedimiento de prueba y de los datos utilizados para determinar la curva Wöhler (S-N).

4.4.6 Tanques independientes de tipo C

4.4.6.1 Los escantillones basados en la presión interior se calcularán como a continuación se indica:

- .1 El espesor y la forma de las partes de los recipientes de presión sometidas a la presión interior, comprendidas las bridas, se determinarán de acuerdo con una norma aceptable para la Administración. Los cálculos correspondientes se basarán en todo caso en una teoría del proyecto de los recipientes de presión que goce de aceptación general. Las aberturas practicadas en las partes de los recipientes de presión sometidas a presión interior se reforzarán con arreglo a una norma que la Administración juzgue aceptable.

- .2 Habrá que tener en cuenta la presión de líquido considerada en el proyecto y definida en 4.3.2, al efectuar esos cálculos.
- .3 El factor de eficacia de juntas soldadas que habrá que utilizar en los cálculos estipulados en 4.4.6.1.1 será de 0,95 cuando se lleve a cabo la inspección y la prueba no destructiva a que se hace referencia en 4.10.9. Cabrá aumentar este valor hasta 1,0 cuando intervengan otras consideraciones, como las relativas al material utilizado, al tipo de juntas, al procedimiento de soldadura y a la modalidad adoptada para cargar. Para recipientes de elaboración a presión la Administración podrá aceptar inspecciones parciales no destructivas cuyo alcance no sea inferior al de las indicadas en 4.10.9.2.2, considerados factores tales como el material utilizado, la temperatura de proyecto, la temperatura de transición a la ductilidad nula del material en su fase de fabricación, el tipo de junta y el procedimiento de soldadura, aunque en este caso se adoptará un factor de eficacia no superior a 0,85. Para materiales especiales los factores que se acaban de mencionar experimentarán una reducción que dependerá de las propiedades mecánicas especificadas de la junta soldada.

4.4.6.2 Los criterios relativos al pandeo serán los que se exponen a continuación:

- .1 El espesor y la forma de los recipientes de presión sometidos a presión exterior y a otras cargas que originen esfuerzos de compresión se ajustarán a una norma que la Administración juzgue aceptable. Los cálculos correspondientes se basarán en todo caso en una teoría del pandeo del recipiente de presión que goce de aceptación general y reflejarán adecuadamente la diferencia que pueda darse entre los esfuerzos teórico y real de pandeo a causa de desalineación de bordes de plancha, ovalidad e inexactitudes de circularidad a lo largo de un arco o de una cuerda especificados.
- .2 La presión exterior de proyecto P_e utilizada para verificar el pandeo de los recipientes de presión no será inferior a la dada por la fórmula siguiente:

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \text{ (bar)}$$

donde:

P_1 = valor de tarado de las válvulas aliviadoras de vacío. Para recipientes no provistos de válvulas aliviadoras de vacío, P_1 será objeto de un examen especial, pero en general no se le considerará inferior a 0,25 bar.

P_2 = presión de tarado de las válvulas aliviadoras de presión de los espacios completamente cerrados que contienen recipientes de presión o partes de estos recipientes; en los demás casos, $P_2 = 0$

P_3 = esfuerzos de compresión que sobre el cuerpo del recipiente ejercen el peso y la contracción del aislamiento, el peso del propio cuerpo, incluido el espesor añadido como tolerancia de corrosión, y otras diversas cargas de presión exterior a las que el recipiente de presión pueda estar sometido. Figuran entre ellas, sin que esta enumeración sea exhaustiva, el peso de las bóvedas, el peso de las torres y tuberías, los efectos del producto cuando el recipiente esté parcialmente lleno, las aceleraciones y la deformación del casco. Además se tendrán en cuenta los efectos locales de las presiones exterior o interior, o de una y otra.

P_4 = presión exterior debida a la columna de agua, para recipientes de presión o partes de éstos situadas en cubiertas expuestas; en los demás casos, $P_4 = 0$.

4.4.6.3 Respecto de cargas estáticas y dinámicas, los análisis de esfuerzos se realizarán del modo siguiente:

- .1 Los escantillones de los recipientes de presión se determinarán de acuerdo con 4.4.6.1 y .2.
- .2 Se calcularán las cargas y los esfuerzos que se produzcan en los emplazamientos de los soportes y de los puntos de fijación de éstos al cuerpo del recipiente. En la medida en que sean aplicables se utilizarán las cargas a que se hace referencia en la sección 4.3. Los esfuerzos producidos en el emplazamiento de los soportes deberán responder a una norma que la Administración juzgue aceptable. En casos especiales la Administración podrá exigir un análisis de la fatiga.
- .3 Si la Administración así lo exige, se examinarán de modo especial los esfuerzos secundarios y los térmicos.

4.4.6.4 En los recipientes de presión, el espesor calculado según lo dispuesto en 4.4.6.1 o el espesor exigido en 4.4.6.2, más el añadido como tolerancia de corrosión, si la hay, se considerarán valores mínimos sin ninguna tolerancia negativa.

4.4.6.5 El espesor mínimo del material utilizado para el cuerpo y los fondos de los recipientes de presión, incluido el añadido como tolerancia de corrosión, después del proceso de formación, no será inferior a 5 mm en el caso de los aceros al carbonomanganeso y aceros al níquel, 3 mm en el de los aceros austeníticos y 7 mm en el de las aleaciones de aluminio.

4.4.7 *Tanques de aislamiento interno*

4.4.7.1 Se tendrán en cuenta los efectos de todas las cargas estáticas y dinámicas para determinar la idoneidad del tanque por lo que respecta a:

- la rotura por fatiga
- la propagación de grietas tanto desde superficies libres como desde superficies sustentadas
- la resistencia adhesiva y cohesiva
- la resistencia a la compresión, a la tracción y al esfuerzo cortante.

Se efectuará un análisis estadístico de cargas de ola de conformidad con lo señalado en 4.3.4, un análisis de elementos finitos u otro que utilice métodos análogos y un análisis de la mecánica de las fracturas u otro que entrañe un enfoque equivalente.

4.4.7.2.1 Se considerará especialmente la resistencia a las grietas y la resistencia a las deformaciones de la parte interior del casco o de la estructura de los tanques independientes, así como su compatibilidad con los materiales de aislamiento. Se efectuará un análisis estructural tridimensional, que la Administración habrá de juzgar satisfactorio, para evaluar los niveles de esfuerzos y las deformaciones procedentes de la parte interior del casco o de la estructura de los tanques independientes, o de una y otra, en el cual se tendrá también en cuenta la presión interior indicada en 4.3.2. Cuando los espacios para agua de lastre sean adyacentes a la parte interior del casco que forma la estructura de soporte del tanque de aislamiento interno, en el análisis se tendrán en cuenta las cargas dinámicas ocasionadas por el agua de lastre a causa de los movimientos del buque.

4.4.7.2.2 En cada caso concreto se determinarán los esfuerzos admisibles y las flexiones también admisibles respecto de los tanques de aislamiento interno y de la estructura interna del casco o de la estructura de los tanques independientes.

4.4.7.2.3 El espesor de las planchas de la parte interior del casco o de un tanque independiente se ajustará por lo menos a lo prescrito en las Normas reconocidas teniendo en cuenta la presión interior de acuerdo con lo indicado en 4.3.2. Los tanques construidos con superficies planas se ajustarán por lo menos a lo prescrito en las Normas reconocidas para tanques profundos.

4.4.7.3 La respuesta del buque, de la carga y de todo lastre a las aceleraciones y a los movimientos del buque de que se trate en una mar movida serán objeto de un análisis completo, que la Administración habrá de juzgar satisfactorio, a menos que se disponga de un análisis semejante correspondiente a un buque análogo.

4.4.7.4.1 A fin de verificar los principios del proyecto, se efectuarán pruebas de prototipo con modelos compuestos que comprendan elementos estructurales sometidos a los efectos combinados de cargas estáticas, dinámicas y térmicas.

4.4.7.4.2 Las condiciones en que se efectuarán las pruebas habrán de representar las condiciones más severas de servicio a que se verá expuesto el sistema de contención de la carga durante la vida del buque, incluidos los ciclos térmicos. A estos efectos se considerará que 400 ciclos térmicos constituyen un mínimo sobre la base de 19 viajes de ida y vuelta por año; cuando se espere que los viajes de ida y vuelta por año sean más de 19, se requerirá un mayor número de ciclos térmicos. Estos 400 ciclos térmicos pueden dividirse en 20 ciclos completos (de la temperatura de la carga a 45°C) y 380 ciclos parciales (de la temperatura de la carga a la que se prevea alcanzar durante el viaje en lastre).

4.4.7.4.3 Los modelos serán representativos de la construcción real, con inclusión de esquinas, juntas, montajes de bombas, penetraciones de tuberías y otras zonas críticas, y en ellos se tendrán en cuenta las variaciones que se den en las propiedades de los materiales utilizados, la pericia con que se realizó el trabajo y el control de la calidad.

4.4.7.4.4 Se efectuarán pruebas combinadas de tracción y de fatiga para evaluar el comportamiento del material de aislamiento frente a grietas cuando una de éstas, profunda, se produzca en la parte interior del casco o la estructura de un tanque independiente. En estas pruebas, cuando proceda, se someterá la zona de la grieta a la máxima presión hidrostática del agua de lastre.

4.4.7.5 Se determinarán los efectos de la carga de fatiga de conformidad con lo indicado en 4.4.5.6 o aplicando un método equivalente.

4.4.7.6 Durante el programa de pruebas de prototipo se elaborarán procedimientos de reparación de tanques de aislamiento interno por lo que respecta tanto al material de aislamiento y a la parte interior del casco como a la estructura del tanque independiente.

4.5 Esfuerzos admisibles y tolerancia de corrosión

4.5.1 Esfuerzos admisibles

4.5.1.1 Para los tanques estructurales los esfuerzos admisibles serán en general los correspondientes a la estructura del casco según Normas reconocidas.

4.5.1.2 Para los tanques de membrana se consultarán las prescripciones establecidas en 4.4.2.5.

4.5.1.3 Para los tanques independientes de tipo A construidos principalmente con superficies planas, los esfuerzos aplicables a los elementos primarios y secundarios (refuerzos, bulárcamas, vagras, vigas) no serán superiores, cuando los cálculos se efectúen por procedimientos analíticos clásicos, a $R_m/2,66$, o bien a $R_e/1,33$ si este segundo valor es menor, en el caso de aceros al carbonomanganeso y aleaciones de aluminio, con los valores de R_m y R_e ajustados a lo definido en 4.5.1.7. No obstante, si se efectúan cálculos detallados para los elementos primarios, el esfuerzo equivalente σ_e definido en 4.5.1.8 podrá exceder del que se acaba de indicar hasta el límite que la Administración juzgue aceptable; en los cálculos se tendrán en cuenta los efectos de los esfuerzos flector y cortante y de las deformaciones axial y torsional, así como las fuerzas de interacción que se den entre el casco y el tanque de carga debidas a la flexión del doble fondo y del fondo del tanque de carga.

4.5.1.4 Para los tanques independientes de tipo B construidos principalmente con cuerpos de revolución, los esfuerzos admisibles no excederán de:

$$\begin{aligned} \sigma_m &\leq f \\ \sigma_L &\leq 1,5 f \\ \sigma_b &\leq 1,5 F \\ \sigma_L + \sigma_b &\leq 1,5 F \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1,5 F \end{aligned}$$

donde:

σ_m = esfuerzo de membrana primario equivalente, general

σ_L = esfuerzo de membrana primario equivalente, local

σ_b = esfuerzo flector primario equivalente

f = R_m/A o bien R_e/B , si este segundo valor es menor

F = R_m/C bien R_e/D , SI este segundo valor es menor

con los valores de R_m y R_e ajustados a lo definido en 4.5.1.7. En cuanto a los esfuerzos σ_m , σ_L y σ_b , véase también la definición de categorías de esfuerzos en 4.13. Los valores de A , B , C y D figurarán en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel y como mínimo serán los siguientes:

	Aceros al níquel y aceros al carbonomanganeso	Aceros austeníticos	Aleaciones de aluminio
A	3	3,5	4
B	2	1,6	1,5
C	3	3	3
D	1,5	1,5	1,5

4.5.1.5 Para los tanques independientes de tipo B, construidos principalmente con superficies planas, la Administración podrá exigir que se satisfagan criterios, complementarios o de otra índole, relativos a esfuerzos.

4.5.1.6 Para los tanques independientes de tipo C, el esfuerzo de membrana admisible máximo que procede utilizar en los cálculos ajustados a lo dispuesto en 4.4.6.1.1 será el correspondiente al menor de los dos valores siguientes:

$$R_m/A \text{ o bien } R_e/B$$

donde:

R_m y R_e responden a lo definido en 4.5.1.7.

Los valores de A y B figurarán en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel que se cita en 1.5 y por lo menos igualarán los valores mínimos indicados en la tabla que aparece en 4.5.1.4.

4.5.1.7 A los efectos de lo dispuesto en 4.5.1.3, 4.5.1.4 y 4.5.1.6 serán de aplicación los conceptos siguientes:

- .1** R_e = límite de fluencia mínimo especificado, a la temperatura ambiente (N/mm^2).
Si la curva de esfuerzos y deformaciones no muestra un límite de fluencia definido, se aplicará un límite convencional del 0,2%.

R_m = resistencia a la tracción mínima especificada, a la temperatura ambiente (N/mm^2).

Para uniones soldadas de aleaciones de aluminio se utilizarán los valores respectivos de R_e y R_m correspondientes al material en estado recocido.

- .2** Las propiedades que se acaban de citar corresponderán a las propiedades mecánicas mínimas especificadas del material, comprendido el metal depositado que se dé en el estado de fabricación. A reserva de que la Administración dedique a esto una atención especial, se podrá tener en cuenta un límite de fluencia y una resistencia a la tracción superiores a baja temperatura. La temperatura en que estén basadas las propiedades del material se indicará en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel que se cita en 1.5.

4.5.1.8 El esfuerzo equivalente σ_c = (von Mises, Haber) se determinará mediante la fórmula:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + \tau_{xy}^2}$$

σ_x = esfuerzo normal total en dirección x
 σ_y = esfuerzo normal total en dirección y
 τ_{xy} = esfuerzo cortante total en dirección x-y

4.5.1.9 Cuando los esfuerzos estáticos y dinámicos se calculen por separado, y a menos que estén justificados otros métodos de cálculo, los esfuerzos totales se calcularán aplicando las fórmulas siguientes:

$$\sigma_x = \sigma_{x,st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{x,dyn})^2}$$

$$\sigma_y = \sigma_{y,st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{y,dyn})^2}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy,st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xy,dyn})^2}$$

$\sigma_{x,st}$, $\sigma_{y,st}$ y $\tau_{xy,st}$ = esfuerzos estáticos

$\sigma_{x,dyn}$, $\sigma_{y,dyn}$ y $\tau_{xy,dyn}$ = esfuerzos dinámicos

todos ellos determinados por separado a partir de los componentes de la aceleración y de los componentes de la deformación del casco debidos a flexión y torsión.

4.5.1.10 Para los tanques de aislamiento interno, se consultarán las prescripciones establecidas en 4.4.7.2.

4.5.1.11 Los esfuerzos admisibles correspondientes a materiales distintos de los comprendidos en el capítulo 6, estarán sujetos a la aprobación de la Administración en cada caso.

4.5.1.12 Los esfuerzos podrán estar sometidos además a limitaciones impuestas por análisis de fatiga, análisis de propagación de grietas y los criterios relativos al pandeo.

4.5.2 Tolerancia de corrosión

4.5.2.1 En general no se exigirá ninguna tolerancia de corrosión además del espesor determinado por el análisis estructural. No obstante, cuando alrededor del tanque de carga no se ejerza un control ambiental como el que da la Inertización, por ejemplo, o cuando la carga sea de naturaleza corrosiva, la Administración podrá exigir una adecuada tolerancia de corrosión.

4.5.2.2 Para los recipientes de presión no se exige en general tolerancia de corrosión si el contenido del recipiente no es corrosivo y si la superficie exterior está protegida por una atmósfera inerte o por un aislamiento apropiado que cuente con una barrera de vapor aprobada. No se considerará que la pintura ni otros revestimientos de escaso espesor constituyen protección. Cuando se utilicen aleaciones especiales con una aceptable resistencia a la corrosión no se exigirá ninguna tolerancia de corrosión. Si no se satisfacen las condiciones que se acaban de citar, los escantillones calculados de conformidad con lo dispuesto en 4.4.6 habrán de experimentar el correspondiente incremento.

4.6 Soportes

4.6.1 El casco dará soporte a los tanques de carga de un modo que, impidiéndoles que se muevan por efecto de las cargas estáticas y dinámicas, les permita contraerse y dilatarse según determinen las variaciones de la temperatura y las flexiones del casco sin esfuerzos excesivos para los tanques ni el casco.

4.6.2 Los tanques provistos de soportes estarán proyectados de modo que además puedan resistir un ángulo de escora estático de 30° sin rebasar los esfuerzos admisibles que se indican en 4.5.1.

4.6.3 Se calcularán los soportes para la aceleración resultante mayor y más probable, teniendo en cuenta los efectos de rotación y de traslación. Esta aceleración en una dirección dada podrá determinarse tal como se indica en la figura 4.1. Los semiejes de la "elipse de la aceleración" se determinarán de acuerdo con lo dispuesto en 4.3.4.2.

4.6.4 Se proveerán los soportes necesarios para resistir una fuerza de colisión que, correspondiendo a la mitad del peso del tanque y de la carga, actúe sobre el tanque en la dirección de proa, y que, correspondiendo a un cuarto del peso del tanque y de la carga, actúe sobre el tanque en la dirección de popa, sin que se produzca una deformación que pueda suponer peligro para la estructura del tanque.

4.6.5 No es necesario que las cargas citadas en 4.6.2 y 4.6.4 queden combinadas entre sí ni con las inducidas por las olas.

4.6.6 Para los tanques independientes y, en los casos procedentes, los de membrana y semimembrana, se tomarán las medidas que, dándoles sujeción, los protejan contra los efectos de rotación a que se hace referencia en 4.6.3.

4.6.7 Se proveerán dispositivos antiflotación para los tanques independientes. Estos dispositivos habrán de ser apropiados para resistir una fuerza ascendente originada por un tanque vacío en un espacio de bodega inundado hasta el calado en carga de verano del buque, sin deformación plástica que pueda poner en peligro la estructura del casco.

4.7 Barrera secundaria

4.7.1 Cuando la temperatura de la carga a la presión atmosférica sea inferior a -10°C se proveerá, en los casos en que así se exija en 4.7.3, una barrera secundaria destinada a contener temporalmente toda fuga prevista de la carga líquida que atraviese la barrera primaria.

4.7.2 Cuando la temperatura de la carga a la presión atmosférica no sea inferior a -55°C, la estructura del casco podrá actuar como barrera secundaria. En tal caso:

- .1 el material de que esté construido el casco habrá de ser apropiado para la temperatura de la carga a la presión atmosférica según lo dispuesto en 4.9.2; y
- .2 las características de proyecto serán tales que esta temperatura no origine esfuerzos inadmisibles para el casco.

4.7.3 En general, las barreras secundarias que se provean en relación con los distintos tipos de tanque se ajustarán a lo indicado en la tabla dada a continuación. Para tanques que no respondan a los tipos básicos definidos en 4.2, la Administración decidirá en cada caso qué prescripciones deberán regir respecto de la barrera secundaria.

Temperatura de la carga a la presión atmosférica	Igual o superior a -10° C	Inferior a -10° C hasta -55° C	Inferior a -55°C
Tipo básico de tanque	No se exige barrera secundaria	El casco puede actuar como barrera secundaria	Barrera secundaria distinta si se exige
Estructural		Tipo de tanque no permitido normalmente ¹	
De membrana		Barrera secundaria completa	
De semimembrana		Barrera secundaria completa ²	
Independiente			
Tipo A		Barrera secundaria completa	
Tipo B		Barrera secundaria parcial	
Tipo C		No se exige barrera secundaria	
De aislamiento interno			
Tipo 1		Barrera secundaria completa	
Tipo 2		Tiene barrera secundaria completa incorporada	

1 Normalmente se exigirá una barrera secundaria completa si se permiten cargas con una temperatura inferior a -10°C a la presión atmosférica, de conformidad con lo dispuesto en 4.2. 1.3.

2 En el caso de tanques de semimembrana que cumplen en todos los aspectos con las prescripciones aplicables a tanques independientes de tipo B, salvo por lo que respecta a su sustentación, la Administración podrá, tras realizar un examen especial, aceptar una barrera secundaria parcial.

4.7.4 La barrera secundaria estará proyectada de modo que:

- .1 sea capaz de contener toda fuga prevista de líquido durante un periodo de 15 días, a menos que rijan prescripciones distintas para determinados viajes, teniendo en cuenta el espectro de cargas a que se hace referencia en 4.3.4.4;
- .2 impida que la temperatura de la estructura del buque descienda a un nivel peligroso en caso de fuga producida en la barrera primaria, según se indica en 4.8.2; y
- .3 el mecanismo de fallo destinado a la barrera primaria no provoque también el fallo de la barrera secundaria y viceversa.

4.7.5 La barrera secundaria deberá realizar sus funciones dado un ángulo de escora estático de 30°C .

4.7.6.1 Cuando se exija una barrera secundaria parcial, su extensión se determinará basándola en la fuga del producto transportado, correspondiente a la extensión del fallo que resulte del espectro de cargas a que se hace referencia en 4.3.4.4 tras la detección inicial de una fuga en la barrera primaria. Podrá tenerse en cuenta la evaporación de líquido, la velocidad de la fuga, la capacidad de bombeo y otros factores pertinentes. No obstante, en todos los casos el fondo interior estará protegido contra la carga líquida contigua a los tanques de carga.

4.7.6.2 Se instalarán, separados de la barrera secundaria parcial, dispositivos tales como una pantalla deflectora de rociadas a fin de desviar toda carga líquida hacia el espacio situado entre las barreras primaria y secundaria y de mantener la temperatura de la estructura del casco a un nivel que no encierre riesgos.

4.7.7 La barrera secundaria será tal que permita comprobar su eficacia a intervalos periódicos mediante una prueba de presión y vacío o una inspección ocular, o por otro método adecuado que la Administración juzgue aceptable. Este método tendrá que ser sometido a la consideración de la Administración a fines de aprobación.

4.8 Aislamiento

4.8.1 Cuando se transporte un producto a una temperatura inferior a -10°C se proveerá el aislamiento que garantice que la temperatura de la estructura del casco no descenderá por debajo de la temperatura de proyecto mínima admisible estipulada en el capítulo 6 para la calidad de acero de que se trate, según lo detallado en 4.9, cuando los tanques de carga se encuentren a su temperatura de proyecto y las temperaturas ambiente sean de 5°C para el aire y de 0°C para el agua del mar. En general estas condiciones podrán regir para el servicio en todo el mundo. No obstante, la Administración podrá aceptar valores superiores de las temperaturas ambiente para buques que se utilicen en zonas restringidas. A la inversa, la Administración podrá fijar valores inferiores de las temperaturas ambiente para buques que de vez en cuando o con regularidad efectúen viajes a zonas situadas en latitudes en las que se espere que durante los meses del invierno se den esas temperaturas inferiores. Las temperaturas ambiente consideradas en el proyecto se consignarán en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel que se cita en 1.5.

4.8.2 Cuando se exija una barrera secundaria completa o parcial, en los cálculos se utilizarán las hipótesis establecidas en 4.8.1 para comprobar que la temperatura de la estructura del casco no

desciende por debajo de la temperatura de proyecto mínima admisible estipulada en el capítulo 6 para la calidad de acero de que se trate, según lo detallado en 4.9. Se supondrá que la barrera secundaria completa o parcial está a la temperatura de la carga a la presión atmosférica.

4.8.3 Los cálculos exigidos en 4.8.1 y 4.8.2 se efectuarán suponiendo aire en calma y aguas tranquilas, y salvo en la medida en que lo dispuesto en 4.8.4 lo permita, no se tendrán en cuenta los medios de calefacción. En el caso a que se hace referencia en 4.8.2, en los estudios de transmisión de calor se tendrá en cuenta el efecto de enfriamiento del vapor desprendido de la fuga de la carga. Respecto de los elementos estructurales que interconectan las partes interior y exterior del casco se podrá tomar la temperatura media para determinar la calidad del acero.

4.8.4 En todos los casos a que se hace referencia en 4.8.1 y 4.8.2 y por lo que respecta a las condiciones en que la temperatura ambiente sea de 5°C para el aire y de 0°C para el agua del mar se podrán utilizar medios aprobados de calefacción del material que constituye los componentes estructurales transversales del casco para garantizar que las temperaturas de dicho material no desciendan por debajo de los valores mínimos admisibles. Si se especifican valores de temperatura ambiente inferiores, podrán utilizarse también medios de calefacción aprobados para el material constitutivo de componentes estructurales longitudinales del casco, a condición de que dicho material siga siendo adecuado con temperaturas de 5°C para el aire y 0°C para el agua del mar sin necesidad de calefacción. Tales medios de calefacción habrán de satisfacer las prescripciones siguientes:

- .1 se dispondrá de calor suficiente para mantener la estructura del casco por encima de la temperatura mínima admisible en las condiciones mencionadas en 4.8.1 y 4.8.2;
- .2 el sistema de calefacción estará dispuesto de modo que si falla una parte cualquiera del sistema, quepa mantener un caldeo de reserva igual por lo menos al 100% de la carga calorífica teórica;
- .3 se considerará el sistema de calefacción como equipo auxiliar esencial; y
- .4 el proyecto y la construcción del sistema de calefacción habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración.

4.8.5 En la determinación del espesor del aislamiento se prestará la debida atención a la cantidad de evaporación aceptable considerados la instalación de relicuación de a bordo, la máquina de propulsión principal o cualquier otro sistema regulador de la temperatura que pueda haber.

4.9 Materiales

4.9.1 Las planchas del forro exterior y de la cubierta del buque y todos los refuerzos unidos a ellas se ajustarán a Normas reconocidas, a menos que la temperatura calculada del material en la fase de proyecto sea inferior a -5°C a causa del efecto producido por la baja temperatura de la carga, en cuyo caso el material se ajustará a lo establecido en la tabla 6.5, suponiendo que la temperatura ambiente del agua y la del aire sean respectivamente de 0°C y 5°C. En la fase de proyecto se supondrá que la barrera secundaria completa o parcial se halla a la temperatura de la carga a la presión atmosférica, y por lo que respecta a tanques carentes de barreras secundarias se supondrá que la barrera primaria se halla a la temperatura de la carga.

4.9.2 El material del casco que forma la barrera secundaria se ajustará a lo establecido en la tabla 6.2. Los materiales metálicos utilizados en las barreras secundarias que no forman parte de la estructura del casco se ajustarán a lo establecido en las tablas 6.2 y 6.3, según proceda. Los materiales de aislamiento que formen una barrera secundaria cumplirán con lo prescrito en 4.9.7. Cuando la barrera secundaria esté constituida por la plancha de la cubierta o del forro del costado, según proceda

y en la extensión conveniente se utilizará el material de la calidad prescrita en la tabla 6.2 para la plancha de la cubierta o la del forro del costado adyacentes.

4.9.3 Los materiales utilizados en la construcción de los tanques de carga se ajustarán a lo establecido en las tablas 6.1, 6.2 ó 6.3.

4.9.4 Los materiales distintos de aquellos a los que se hace referencia en 4.9.1, 4.9.2 y 4.9.3, utilizados en la construcción del buque, que estén sometidos a una temperatura reducida por la naturaleza de la carga transportada y que no formen parte de la barrera secundaria, se ajustarán a lo establecido en la tabla 6.5 en cuanto a las temperaturas determinadas según lo estipulado en 4.8. Figuran aquí las planchas del forro interior, de los mamparos longitudinales y de los mamparos transversales, pisos, bulárcamas, trancaniles y todos los miembros de refuerzo que lleven unidos.

4.9.5 Los materiales de aislamiento serán adecuados para las cargas que pueda imponerles la estructura adyacente.

4.9.6 Cuando el emplazamiento o las condiciones ambientales hagan esto necesario, los materiales de aislamiento tendrán las debidas propiedades de resistencia al fuego y a la propagación de la llama y estarán adecuadamente protegidos contra la penetración del vapor de agua y contra daños de índole mecánica.

4.9.7.1 Los materiales que se utilicen para el aislamiento térmico serán objeto de pruebas por lo que respecta a las propiedades enumeradas a continuación, según sean éstas aplicables, a fin de verificar que son idóneos para el servicio de que se trate:

- .1 compatibilidad con la carga
- .2 solubilidad en la carga
- .3 absorción de la carga
- .4 contracción
- .5 envejecimiento
- .6 proporción de células cerradas
- .7 densidad
- .8 propiedades mecánicas
- .9 dilatación térmica
- .10 abrasión
- .11 cohesión
- .12 conductividad térmica
- .13 resistencia a las vibraciones
- .14 resistencia al fuego y a la propagación de la llama.

4.9.7.2 Además de satisfacer las prescripciones que anteceden, los materiales de aislamiento que formen parte del sistema de contención de la carga según lo dispuesto en 4.2.5 tendrán que ser objeto de pruebas por lo que respecta a las propiedades enumeradas a continuación, tras la realización de una simulación de envejecimiento y de ciclos térmicos, a fin de verificar que son idóneos para el servicio de que se trate:

- .1 aglutinamiento (resistencia adhesiva y cohesiva)
- .2 resistencia a la presión de la carga
- .3 características en cuanto a fatiga y propagación de grietas
- .4 compatibilidad con los constituyentes de la carga y con cualquier otro agente del que se espere que entrara en contacto con los materiales de aislamiento en condiciones normales de servicio
- .5 medida en que la presencia de agua y la presión de ésta afectan a las propiedades del aislamiento (se considerará esto en los casos procedentes)
- .6 desabsorción de los gases.

4.9.7.3 Las propiedades que se acaban de enumerar serán objeto de prueba, cuando proceda, en la gama comprendida entre la temperatura máxima de servicio prevista y 5°C por debajo de la temperatura mínima de proyecto pero no por debajo de -196°C.

4.9.8 Los procedimientos de fabricación, almacenamiento, manipulación, instalación, control de la calidad y prevención de la exposición perjudicial de los materiales de aislamiento a la luz solar habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración.

4.9.9 Cuando se utilice en el aislamiento un material en polvo o granulado se tomarán las medidas oportunas para evitar su compactación a causa de las vibraciones. En el proyecto correspondiente figurarán medios destinados a asegurar que el material permanecerá lo bastante suelto como para conservar la conductividad térmica necesaria y evitar todo aumento excesivo de presión en el sistema de contención de la carga.

4.10 Construcción y pruebas

4.10.1.1 Todas las juntas soldadas del cuerpo de los tanques independientes serán del tipo de soldadura a tope de penetración total. Para las uniones entre la bóveda y el cuerpo, la Administración podrá aprobar soldaduras en T del tipo de penetración total. Salvo por lo que respecta a pequeñas penetraciones en las bóvedas, las soldaduras de las toberas también se proyectarán en general con penetración total.

4.10.1.2 En el soldeo de las juntas de los tanques independientes de tipo C se tendrán en cuenta los pormenores indicados a continuación:

- .1 Todas las juntas longitudinales y circunferenciales de los recipientes de presión serán del tipo de soldadura a tope de penetración total, en doble V o en V sencilla. Las soldaduras a tope de penetración total se obtendrán por soldeo doble o empleando anillos cubrejunta internos. Si se utilizan, estos anillos cubrejunta internos deberán retirarse, salvo aprobación expresa de la Administración, para recipientes de elaboración a presión muy pequeños. La Administración podrá permitir otros tipos de preparación de bordes considerados los resultados de las pruebas realizadas en la fase de aprobación del procedimiento de soldeo.

- .2** La preparación del bisel de las juntas entre el cuerpo de los recipientes de presión y las bóvedas y entre éstas y los accesorios pertinentes se proyectará de acuerdo con una norma relativa a recipientes de presión que la Administración juzgue aceptable. Todas las soldaduras que conecten toberas, bóvedas u otros componentes penetrantes en el recipiente y todas las soldaduras que conecten bridas al recipiente o a toberas serán del tipo de penetración total y atravesarán en todo su espesor la pared del recipiente o de la tobera, salvo aprobación especial de la Administración para toberas de pequeño diámetro.

4.10.2 La calidad de los trabajos ejecutados será la que la Administración juzgue satisfactoria. La inspección y las pruebas no destructivas de las soldaduras hechas en tanques que no sean tanques independientes de tipo C se ajustarán a lo prescrito 6.3.7.

4.10.3 Para los tanques de membrana, las medidas de garantía de la calidad, la determinación del procedimiento de soldadura, los pormenores del proyecto, los materiales, la construcción, la inspección y las pruebas de los componentes durante la fabricación de éstos, se ajustarán a normas desarrolladas durante el programa de pruebas del prototipo.

4.10.4 Para los tanques de semimembrana regirán las prescripciones pertinentes de la presente sección destinadas a los tanques independientes o a los de membrana, según proceda.

4.10.5.1 Para los tanques de aislamiento interno, a fin de garantizar una calidad uniforme de los materiales, los procedimientos de control de la calidad, con inclusión del control ambiental, la determinación del procedimiento de aplicación, las esquinas, las penetraciones y otros pormenores del proyecto, las especificaciones relativas a los materiales y las pruebas de instalación y de los componentes en la fase de producción, se ajustarán a normas desarrolladas durante el programa de pruebas del prototipo.

4.10.5.2 Las especificaciones relativas al control de la calidad, con inclusión de las dimensiones máximas admisibles de los defectos de construcción, las pruebas e inspecciones efectuadas durante la fabricación y la instalación y las pruebas de muestreo correspondientes a cada una de estas fases habrán de ser satisfactorias a juicio de la Administración.

4.10.6 Los tanques estructurales se probarán hidrostática o hidroneumáticamente de un modo que la Administración juzgue satisfactorio. En general la prueba se realizará de manera que los esfuerzos se aproximen tanto como sea posible a los esfuerzos de proyecto y que la presión producida en la parte superior del tanque corresponda por lo menos al MARVS.

4.10.7 En los buques provistos de tanques de membrana o semimembrana, los coferdanes y todos los espacios que normalmente contengan líquido y sean adyacentes a la parte estructural del casco que dé soporte a la membrana, se probarán hidrostática o hidroneumáticamente de acuerdo con Normas reconocidas. Además, toda otra estructura de bodega que dé soporte a la membrana será sometida a pruebas de estanquidad. Los túneles de tuberías y otros compartimientos que normalmente no contengan líquido no necesitarán ser probados hidrostáticamente.

4.10.8.1 En los buques provistos de tanques de aislamiento interno en los que la parte interior del casco sea la estructura de soporte, toda la estructura interna del casco se someterá a pruebas hidrostáticas o hidroneumáticas ajustadas a Normas reconocidas, teniendo en cuenta el MARVS.

4.10.8.2 En los buques provistos de tanques de aislamiento interno en los que los tanques independientes sean la estructura de soporte, los tanques independientes se someterán a prueba de conformidad con lo indicado en 4.10.10.1.

4.10.8.3 En el caso de tanques de aislamiento interno en los que la estructura interna del casco o una estructura de tanque independiente actúe como barrera secundaria, dichas estructuras se someterán a una prueba de estanquidad utilizando técnicas que la Administración juzgue satisfactorias.

4.10.8.4 Estas pruebas se efectuarán antes de la aplicación de los materiales que vayan a formar el tanque de aislamiento interno.

4.10.9 Para los tanques independientes de tipo C, la inspección y las pruebas no destructivas se realizarán como a continuación se indica.

.1 *Fabricación y calidad de los trabajos ejecutados* - Las tolerancias relativas a la fabricación y a la ejecución de trabajos, tales como las que requieran las deformaciones locales por falta de redondez, la falta de alineación de las uniones soldadas y el achaflanamiento de chapas de distinto espesor, se ajustarán a normas que la Administración juzgue aceptables. Las tolerancias guardarán asimismo relación con el análisis de pandeo citado en 4.4.6.2.

.2 *Pruebas no destructivas* - Por lo que respecta a la realización y extensión de las pruebas no destructivas de juntas soldadas, la amplitud de tales pruebas será total o parcial de conformidad con normas que la Administración juzgue aceptables, pero las operaciones de control que habrá que efectuar serán al menos las siguientes:

2.1 Prueba no destructiva total a que se hace referencia en 4.4.6.1.3:

Radiografía:

soldaduras a tope, 100% y

Detección de grietas superficiales:

todas las soldaduras, 10%;

anillos de refuerzo alrededor de orificios, toberas, etc., 100%.

Cabrán aceptar como posibilidad distinta la comprobación ultrasónica en sustitución parcial de la radiográfica, si la Administración lo autoriza expresamente. Además, la Administración podrá exigir la comprobación ultrasónica total de la soldadura de los anillos de refuerzo alrededor de orificios, toberas, etc.

2.2 Prueba no destructiva parcial a que se hace referencia en 4.4.6.1.3:

Radiografía:

soldaduras a tope: todas las juntas de cruce soldadas y por lo menos el 10% de la longitud total en posiciones seleccionadas y uniformemente distribuidas, y

Detección de grietas superficiales:

anillos de refuerzo alrededor de orificios, toberas, etc., 100%;

Comprobación ultrasónica: 1

la que pueda exigir la Administración en cada caso.

4.10.10 Cada uno de los tanques independientes será sometido a una prueba hidrostática o hidroneumática realizada del modo siguiente:

.1 Para los tanques independientes de tipo A se realizará de manera que los esfuerzos se aproximen tanto como sea posible a los esfuerzos de proyecto y que la presión producida en la parte superior del tanque corresponda por lo menos al MARVS.

Cuando se lleve a cabo una prueba hidroneumática las condiciones deberán simular tanto como sea posible la carga que realmente imponen el tanque y sus soportes.

- .2 Para los tanques independientes de tipo B la prueba se realizará de acuerdo con lo estipulado en 4.10.10.1 para tanques independientes de tipo A. Además, el esfuerzo primario máximo de membrana o el esfuerzo flector máximo de los elementos primarios no excederán, en las condiciones de realización de la prueba, del 90% del límite de fluencia del material (en la fase de fabricación de éste) a la temperatura de la prueba. Como garantía de que se satisface esta condición, cuando los cálculos indiquen que el esfuerzo citado excede del 75% del límite de fluencia, la prueba del prototipo se monitorizará con extensímetros u otros instrumentos apropiados.
- .3 Los tanques independientes de tipo C se probarán del modo siguiente:
 - 3.1 Cada recipiente de presión será objeto, ya completamente fabricado, de una prueba hidrostática a una presión, medida en la parte superior de los tanques, de no menos de $1,5 P_O$ pero en ningún caso durante la realización de la prueba de presión el esfuerzo primario calculado de la membrana excederá en ningún punto del 90% del límite de fluencia del material. La definición de P_O aparece en 4.2.6. Como garantía de que se satisface esta condición, cuando los cálculos indiquen que el esfuerzo citado rebasará en 0,75 veces el límite de fluencia la prueba del prototipo se monitorizará con extensímetros u otros instrumentos apropiados montados en los recipientes de presión, salvo si éstos son sencillos modelos cilíndricos o esféricos.
 - 3.2 La temperatura del agua utilizada para la prueba será por lo menos 30°C más alta que la temperatura de transición a la ductilidad nula del material en su fabricación.
 - 3.3 Se mantendrá la presión durante 2 h por cada 25 mm de espesor y en ningún caso durante menos de 2 h.
 - 3.4 Cuando sea necesario, y con la aprobación expresa de la Administración, los recipientes de presión para la carga se podrán someter a una prueba hidroneumática en las condiciones prescritas en 4.10.10.3.1, .2 y .3.
 - 3.5 La Administración podrá prestar una atención especial a la prueba de los tanques en los cuales se den esfuerzos admisibles más elevados, según sea la temperatura de servicio. No obstante, se cumplirá plenamente con lo prescrito en 4.10.10.3.1.
 - 3.6 Tras su terminación y ensamble cada recipiente de presión será sometido con sus accesorios a una prueba de estanquidad adecuada.
 - 3.7 La prueba neumática de los recipientes de presión que no sean tanques de carga será objeto de estudio en caso por caso por la Administración. Sólo será autorizada para los recipientes que por sus características de proyecto o por su sistema de soporte no se puedan llenar de agua sin riesgos o para los que no puedan secarse y vayan a ser utilizados en un servicio en el que no se puedan aceptar vestigios del agente de la prueba.

4.10.11 Todos los tanques se someterán a una prueba de estanquidad que podrá efectuarse en combinación con la prueba de presión mencionada en 4.10.10 o por separado.

4.10.12 Las prescripciones relativas a la inspección de las barreras secundarias serán establecidas por la Administración en cada caso.

4.10.13 En los buques provistos de tanques independientes de tipo B, por lo menos un tanque y su soporte llevarán instrumentos que confirmen los niveles de esfuerzos, a menos que el proyecto del buque y la disposición que corresponda a éste de acuerdo con sus dimensiones estén respaldados por una amplia experiencia. La Administración podrá exigir instrumentos análogos para los tanques independientes de tipo C, de acuerdo con la configuración de éstos y la disposición de sus soportes y accesorios.

4.10.14 Se verificará si el rendimiento global del sistema de contención de la carga se ajusta a los parámetros del proyecto durante el enfriamiento inicial y las operaciones de carga y descarga. Se llevará un registro, que estará a la disposición de la Administración, del rendimiento de los componentes y del equipo esenciales para verificar los parámetros del proyecto.

4.10.15 Los medios de calefacción instalados de conformidad con 4.8.4, serán sometidos a pruebas que determinen si la producción y la distribución de calor son las requeridas.

4.10.16 Después del primer viaje en carga se inspeccionará el casco para detectar posibles puntos fríos.

4.10.17 Los materiales de aislamiento de los tanques de aislamiento interno serán objeto de una inspección suplementaria con la que determinar el estado de su superficie después del tercer viaje del buque con carga, inspección que se llevará a cabo en el plazo máximo de seis meses contados a partir de la entrada en servicio del buque, terminada su construcción, o de la realización de una reparación importante en los tanques de aislamiento interno.

4.10.18 Para los tanques independientes de tipo C, el marcado exigido del recipiente de presión se realizará siguiendo un método que no provoque un aumento inadmisibles de esfuerzos locales.

4.11 Relajación de esfuerzos en tanques independientes de tipo C

4.11.1 Los tanques independientes de tipo C de acero al carbono y al carbonomanganeso serán objeto de termotratamiento postsoldadura si la temperatura de proyecto es inferior a -10°C . En todos los demás casos y para materiales distintos de los citados el termotratamiento postsoldadura será el que la Administración juzgue satisfactorio. Asimismo la temperatura de impregnación térmica y el tiempo de difusión interior del calor serán los que a juicio de la Administración resulten satisfactorios.

4.11.2 En el caso de grandes recipientes de presión para la carga, de acero al carbono o al carbonomanganeso, respecto de los cuales sea difícil efectuar el termotratamiento, en lugar de éste se podrá aplicar presionización para la relajación mecánica de los esfuerzos, a reserva de que se cumplan las condiciones siguientes:

- .1** Las piezas complejas soldadas, como sumideros o bóvedas que lleven toberas, con las planchas adyacentes del cuerpo del recipiente de presión, serán sometidas a termotratamiento antes de proceder a soldarlas a piezas más grandes del recipiente.
- .2** El proceso de relajación mecánica de esfuerzos se llevará a cabo preferentemente durante la prueba de presión hidrostática prescrita en 4.10.10.3, aplicando una presión más alta que la presión de prueba prescrita en 4.10.10.3.1. Se utilizará agua como medio de presionización.
- .3** Por lo que respecta a la temperatura del agua, se aplicará lo prescrito en 4.10.10.3.2.
- .4** La relajación de esfuerzos se efectuará con el tanque apoyado sobre sus calzos o estructura de soporte normales o, si la relajación de esfuerzos no se puede efectuar a

bordo, de manera que los esfuerzos y su distribución sean los mismos que cuando el tanque está apoyado sobre sus calzos o estructura de soporte normales.

- .5 Se mantendrá la máxima presión de relajación de esfuerzos a razón de dos horas por 25 mm de espesor y en ningún caso durante menos de dos horas.
- .6 Los límites superiores aplicados durante la relajación de esfuerzos a los niveles calculados para dichos esfuerzos serán los siguientes:
 - esfuerzo de membrana primario equivalente general: $0,9R_e$
 - esfuerzo equivalente compuesto por el esfuerzo flector primario más el esfuerzo de membrana: $1,35R_e$

donde R_e es el límite de fluencia mínimo especificado o el límite convencional de fluencia del 0,2% a la temperatura de prueba del acero utilizado para el tanque.

- .7 Normalmente será necesario efectuar medidas de las deformaciones para demostrar esos límites, por lo menos para el primer tanque de una serie de tanques idénticos construidos consecutivamente. El emplazamiento de los extensímetros se indicará en el procedimiento de relajación mecánica de esfuerzos, que se debe someter a la Administración en cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo 4.11.2.14 del Código.
- .8 El procedimiento de prueba deberá demostrar que al final del proceso de relajación de esfuerzos, cuando la presión se vuelve a elevar hasta alcanzar la presión de proyecto, se establece una relación lineal entre la presión y el esfuerzo.
- .9 Las zonas de grandes esfuerzos situadas en las discontinuidades geométricas, tales como toberas y otras aberturas, se inspeccionarán mediante partículas magnéticas o líquido colorante penetrante para comprobar que no se hayan producido grietas después de la relajación mecánica de esfuerzos. Se prestará especial atención en ese aspecto a las chapas de más de 30 mm de espesor.
- .10 Por lo general, los aceros para los cuales la relación entre el límite de fluencia y la resistencia máxima a la tracción es superior a 0,8 no se deberán someter al procedimiento de relajación mecánica de esfuerzos. No obstante, si se aumenta el límite de fluencia por un método que dé una gran ductilidad al acero, se podrán aceptar relaciones ligeramente mayores, considerando cada caso por separado.
- .11 La relajación mecánica de esfuerzos no se puede reemplazar por el termotratamiento de las partes de los tanques conformadas en frío si el grado de conformación en frío excede del límite por encima del cual está prescrito hacer el termotratamiento.
- .12 El espesor del cuerpo y de los fondos del tanque no excederá de 40 mm. Se podrán aceptar espesores mayores para las partes que han sido objeto de una relajación térmica de esfuerzos.
- .13 Se tomarán precauciones contra el pandeo local, particularmente cuando se utilicen fondos toriesféricos para los tanques y las bóvedas.
- .14 El procedimiento de relajación mecánica de esfuerzos se someterá previamente a la Administración para que lo apruebe.

4.12 Fórmulas de orientación relativas a los componentes de la aceleración

Las fórmulas consignadas a continuación se ofrecen como orientación respecto de los componentes de la aceleración debida a los movimientos del buque; corresponden a un nivel de probabilidad de 10^{-8} en el Atlántico Norte y son aplicables a buques de más de 50 m de eslora.

Aceleración vertical, definida en 4.3.4.6

$$\partial_z = \pm \partial_0 \sqrt{1 + 5,3 \frac{x^2}{L_0^2} + 0,05 \frac{0,6^2}{C_B^2}}$$

Aceleración transversal, definida en 4.3.4.6

$$\partial_y = \pm \partial_0 \sqrt{0,6 + 2,5 \frac{x^2}{L_0^2} + 0,05 \frac{z^2}{B^2} + K \left(1 + 0,6K\right)}$$

Aceleración longitudinal, definida en 4.3.4.6

$$\partial_x = \pm \partial_0 \sqrt{0,06 + A^2 - 0,25A}$$

donde

$$A = 0,7 - \frac{L_0}{1200} + 5 \frac{z}{L_0} - \frac{0,6}{C_B}$$

L_0 = eslora del buque para determinar los escantillones definidos en Normas reconocidas (m)

C_B = coeficiente del bloque

B = la mayor manga de trazado del buque (m)

X = distancia longitudinal (m) desde la sección media hasta el centro de gravedad del tanque con su contenido; el valor de x es positivo o negativo, según se le considere a proa o a popa de la sección media.

Z = distancia vertical (m) desde la flotación real del buque hasta el centro de gravedad del tanque con su contenido; el valor de z es positivo por encima de la flotación y negativo por debajo de ésta.

$$\partial_0 = 0,2 \frac{V}{\sqrt{L_0}} + \frac{34 - \frac{600}{L_0}}{L_0} \quad \text{donde } V = \text{velocidad de servicio en nudos}$$

K = 1 en general. Cuando las condiciones para cargar y la forma del casco seas especiales, podrán ser necesario determinar K con la fórmula dada a continuación

$$K = \frac{13GM}{B} \quad \text{donde } K \geq 1,0 \text{ y } GM = \text{altura metacéntrica (m)}$$

a_x , a_y = aceleraciones máximas adimensionales (es decir relativas a la aceleración de la gravedad) dadas en las direcciones respectivas, considerándose que a efectos de los cálculos actúan por separado; a_z no comprende el componente del peso estático, a_y comprende el componente del peso estático en la dirección transversal debida al balanceo, y a_x comprende el componente del peso estático en la dirección longitudinal debida al cabeceo.

4.13 Categorías de esfuerzos

A efectos de evaluación de los esfuerzos a que se hace referencia en 4.5.1.4, en la presente sección se definen las categorías de esfuerzos.

4.13.1 Esfuerzo normal es el componente del esfuerzo perpendicular al plano de referencia.

4.13.2 Esfuerzo de membrana es el componente del esfuerzo normal que se reparte uniformemente y que es igual al valor medio del esfuerzo ejercido a través del espesor de la sección que se esté considerando.

4.13.3 Esfuerzo flector es el esfuerzo variable ejercido a través del espesor de la sección que se esté considerando tras haber deducido el esfuerzo de membrana.

4.13.4 Esfuerzo cortante es el componente del esfuerzo que actúa en el plano de referencia.

4.13.5 Esfuerzo primario es el esfuerzo producido al cargar, como efecto de esta imposición, que es necesario para equilibrar las fuerzas y los momentos exteriores. La característica fundamental de un esfuerzo primario radica en que no es autolimitador. Los esfuerzos primarios que rebasen considerablemente el límite de fluencia darán como resultado un fallo o, al menos, deformaciones de consideración.

4.13.6 Esfuerzo primario general de membrana es un esfuerzo primario de membrana distribuido de tal manera en la estructura que no se produce una redistribución de la carga como resultado de la deformación permanente.

4.13.7 Esfuerzo primario local de membrana es el que surge cuando un esfuerzo de membrana producido por la presión o por otra carga mecánica, combinado con un efecto primario o un efecto de discontinuidad, provoca una deformación excesiva en la transferencia de cargas a otras partes de la estructura. Se clasifica tal esfuerzo como esfuerzo primario local de membrana, aunque tiene algunas características de esfuerzo secundario. Una región de esfuerzo se podrá considerar como local si:

$$S_1 \leq 0,5\sqrt{R_t}$$

$$S_2 \geq 2,5\sqrt{R_t}$$

S_1 = distancia en la dirección meridiana a lo largo de la cual el esfuerzo equivalente excede de 1,1 f

S_2 = distancia en la dirección meridiana a otra región en la que se rebasan los límites del esfuerzo, primario general de membrana

R = radio medio de recipiente

t = espesor del cuerpo del recipiente en el punto en que se rebasa el límite del esfuerzo primario general de la membrana

f = esfuerzo primario general de membrana admisible

4.13.8 Esfuerzo secundario es el esfuerzo normal o esfuerzo cortante desarrollado por constricciones de partes adyacentes o por la autoconstricción de una estructura. La característica fundamental del esfuerzo secundario radica en que es autolimitador. La deformación local permanente y las deformaciones menores pueden satisfacer las condiciones que hacen que se produzca el esfuerzo.

Capítulo 5

Recipientes de elaboración a presión y sistemas de tuberías para líquidos y vapor, y de presión

5.1 Generalidades

5.1.1 Las Administraciones tomarán las medidas apropiadas para garantizar uniformidad en la implantación y en la aplicación de las disposiciones del presente capítulo.

5.1.2 Las prescripciones que para los tanques independientes de tipo C se dan en el capítulo 4 podrán ser también aplicables a los recipientes de elaboración a presión si así lo exige la Administración. Dado que esto ocurra, la expresión "recipientes de presión" utilizada en el capítulo 4 se entenderá referida tanto a los tanques independientes de tipo C como a los recipientes de elaboración a presión.

5.2 Tuberías de la carga y para procesos de elaboración

5.2.1 Generalidades

5.2.1.1 Las prescripciones de las secciones 5.2 a 5.5 son aplicables a las tuberías de productos y a las de elaboración, incluidas las de vapor y los conductos de respiración de las válvulas de seguridad, y tuberías análogas. Las tuberías de instrumentos que no contengan carga quedan exentas del cumplimiento de estas prescripciones.

5.2.1.2 Se tomarán las medidas oportunas, mediante el empleo de desviaciones, curvas, codos, juntas de dilatación mecánica tales como las de fuelle, juntas deslizantes y juntas de rótula o medios análogos e igualmente apropiados para dar protección a las tuberías, los componentes de los sistemas de tuberías y los tanques de carga contra los esfuerzos excesivos debidos a las fluctuaciones térmicas y a los movimientos del tanque y de la estructura del casco. Cuando en las tuberías haya que utilizar juntas de dilatación mecánica, el número de éstas será el menor posible y si se les sitúa fuera de los tanques de carga, serán del tipo de fuelle.

5.2.1.3 Las tuberías de baja temperatura se aislarán térmicamente de la parte de la estructura del casco junto a la cual se hallen, cuando esto sea necesario, para impedir que la temperatura del casco descienda por debajo de la temperatura de proyecto del material del casco. Cuando las tuberías para líquidos se desmonten con regularidad o cuando sea posible prever fugas de líquidos como en el caso de las conexiones a tierra y de los dispositivos obturadores de bombas, se protegerá la parte del casco que se halle debajo.

5.2.1.4 Cuando los tanques o las tuberías estén separados de la estructura del buque por aislamiento térmico se tomarán las medidas oportunas para poner a masa las tuberías y los tanques. Todas las juntas con guarnición estanca de las tuberías y las conexiones de los conductos flexibles quedarán puestas a masa.

5.2.1.5 Se proveerán los medios adecuados para aliviar la presión y extraer el contenido líquido de los colectores transversales utilizados para cargar y descargar y de los conductos flexibles de carga que van a los tanques de carga o a otro emplazamiento adecuado, antes de desconectar estos conductos.

5.2.1.6 En todas las tuberías o componentes que puedan quedar aislados mientras se hallen llenos de líquido se instalarán válvulas aliviadoras de presión.

5.2.1.7 Las válvulas aliviadoras de presión que descarguen el producto líquido del sistema de tuberías de la carga lo verterán en los tanques de carga; otra posibilidad será que descarguen en el mástil de respiración de la carga si se han provisto medios que detecten y evacúen toda porción de carga líquida que pueda penetrar en el sistema de respiración. Las válvulas aliviadoras de presión de las bombas de carga descargarán hacia la aspiración de éstas.

5.2.2 Escantillones basados en la presión interior

5.2.2.1 A reserva de lo dispuesto en 5.2.4, el espesor de pared de las tuberías no será inferior a:

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}}$$

donde:

t_0 = espesor teórico

$$t_0 = \frac{PD}{20Ke + P} \text{ (mm)}$$

siendo

P = la presión del proyecto (bar) citada en 5.2.3

D = diámetro exterior (mm)

K = esfuerzo admisible (N/mm²) citado en 5.2.4

e = coeficiente de eficacia, igual a 1,0 para los tubos sin costuras y para lo que vayan soldados longitudinalmente o en espiral, entregados por fabricantes aprobados de tubos soldados, que se consideren como equivalentes a los tubos sin costura cuando se sometan las soldaduras a pruebas no destructivas ajustadas a Normas reconocidas. En otros casos podrá exigirse un coeficiente de eficacia inferior a 1,0 de conformidad con las normas reconocidas, en función del sistema de fabricación.

b = tolerancia de curvatura (mm). El valor de b se elegirá de modo que el esfuerzo calculado en la curva, debido sólo a la presión interior, no exceda del esfuerzo admisible. Cuando no se dé justificación, el valor de b será:

$$b = \frac{Dt_0}{2,5r} \text{ (mm)}$$

C = tolerancia de corrosión (mm). Si se prevé corrosión o erosión se incrementará el espesor de la pared de las tuberías de modo que rebase el determinado por otras exigencias de proyecto. Esta tolerancia guardará proporción con la duración prevista de las tuberías.

a = tolerancia negativa de fabricación para el espesor (%)

5.2.3 Presión de proyecto

5.2.3.1 La presión de proyecto P que se utiliza en la fórmula dada en 3.2.2.1 para la determinación de t_0 es la presión manométrica máxima a la cual se podrá someter el sistema en servicio.

5.2.3.2 En el proyecto de tuberías, sistemas de tuberías y componentes de tuberías, según proceda, se utilizará la más severa de las siguientes condiciones:

- .1 para sistemas de tuberías de gas o componentes de los mismos que puedan quedar separados de sus válvulas aliviadoras de presión y que puedan contener cierta cantidad de líquido: la presión de vapor saturado a 45°C, o a las temperaturas superiores o inferiores que la Administración pueda aceptar (véase 4.2.6.2);
- .2 para sistemas o componentes de los mismos que puedan quedar separados de sus válvulas aliviadoras de presión y que no contengan más que vapor en todo momento: la presión del vapor sobrecalentado a 45°C, o a las temperaturas superiores o inferiores que la Administración pueda aceptar (véase 4.2.6.2), suponiendo una condición inicial en la que haya vapor saturado en el sistema a la presión y temperatura de funcionamiento del sistema; o
- .3 el MARVS de los tanques de carga y de los sistemas de elaboración de la carga; o
- .4 el tarado de la válvula aliviadora de presión de la bomba o del compresor correspondiente; o
- .5 la presión total máxima del sistema de tuberías de la carga, al descargar o al cargar; o
- .6 el tarado de las válvulas aliviadoras de presión de un sistema de tuberías de la carga.

5.2.3.3 La presión manométrica de proyecto no será inferior a 10 bar, salvo si se trata de tuberías de extremos abiertos, en cuyo caso no será inferior a 5 bar.

5.2.4 *Esfuerzos admisibles*

5.2.4.1 Para las tuberías, el esfuerzo admisible que habrá que considerar en la fórmula dada en 5.2.2.1 para la determinación de t será el menor de los valores siguientes:

$$R_m/A \text{ o bien } R_e/B$$

donde:

R_m = resistencia mínima especificada a la tracción, a la temperatura ambiente (N/mm²)

R_e = límite de fluencia mínimo especificado a la temperatura ambiente (N/mm²). Si la curva de esfuerzos -deformaciones no muestra un límite de fluencia definido, se aplicará el límite de elasticidad en un 0,2%.

Los valores de A y B se consignarán en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel que se cita en 1.5 y serán, como mínimo, $A = 2,7$ y $B = 1,8$.

5.2.4.2 El espesor de pared mínimo se ajustará a lo establecido en Normas reconocidas.

5.2.4.3 Cuando sea necesario para disponer de resistencia mecánica con la que evitar que las tuberías se dañen, se desplomen o experimenten comba o deformación excesivas como consecuencia de las cargas superpuestas por los soportes, la deformación del buque u otras causas, el espesor de pared será mayor que el exigido en 5.2.2 o, si esto es imposible u origina esfuerzos locales excesivos, se reducirán tales cargas, se proveerá protección contra ellas o se les eliminará utilizando otros métodos en el proyecto.

5.2.4.4 Las bridas, válvulas y otros accesorios se ajustarán a las normas reconocidas teniendo en cuenta la presión de proyecto definida en 5.2.2. Para juntas de dilatación de fuelle utilizadas en relación con el vapor, se podrá aceptar una presión de proyecto mínima que sea inferior.

5.2.4.5 Para las bridas no ajustadas a una norma, sus dimensiones y las de los pernos correspondientes serán las que la Administración juzgue satisfactorias.

5.2.5 *Análisis de esfuerzos*

Cuando la temperatura de proyecto sea igual o inferior a -110°C , se presentará a la Administración un análisis completo de esfuerzos por cada derivación del sistema de tuberías en el que se habrán tenido en cuenta todos los esfuerzos debidos al peso de las tuberías, con inclusión de las cargas de aceleración, si son de consideración, la presión interior, la contracción térmica y las cargas inducidas por el quebranto y el arrufo del buque. Para temperaturas superiores a -110°C la Administración podrá exigir un análisis de esfuerzos en relación con aspectos tales como el del proyecto o la rigidez del sistema de tuberías y el de la elección de materiales. En todo caso, aun cuando no se presenten los cálculos habrá que tener en cuenta los esfuerzos térmicos. Se podrá efectuar el análisis de acuerdo con un código de prácticas que la Administración juzgue aceptable.

5.2.6 *Materiales*

5.2.6.1 La selección y la prueba de materiales utilizados en los sistemas de tuberías cumplirán con lo prescrito en el capítulo 6 teniendo en cuenta la temperatura mínima de proyecto. No obstante, cabrá permitir alguna atenuación en lo establecido respecto de la calidad del material de las tuberías de respiración de extremos abiertos, a condición de que la temperatura de la carga sea, al valor de tarado de la válvula aliviadora de presión, igual o superior a -55°C y que no pueda producirse una descarga de líquido en las tuberías de respiración. Cabrá permitir atenuaciones análogas, en las mismas condiciones de temperatura, por lo que respecta a tuberías de extremos abiertos situadas dentro de tanques de carga, excluidas las tuberías de descarga y todas las tuberías que vayan dentro de tanques de membrana y de semimembrana.

5.2.6.2 No se utilizarán materiales cuya temperatura de fusión sea inferior a 925°C para tuberías situadas fuera de los tanques de carga, excepción hecha de tramos cortos de tubos unidos a dichos tanques, caso en el cual habrá que proveer aislamiento piroresistente.

5.3 **Pruebas de tipo de los componentes de tuberías**

5.3.1 Cada uno de los tipos de componentes de tuberías será sometido a pruebas de homologación.

5.3.2.1 De cada uno de los tipos y tamaños de válvula destinados a ser utilizados a una temperatura de trabajo inferior a -55°C se someterá una válvula a una prueba de estanquidad a la temperatura de proyecto mínima o a otra inferior, y a una presión no inferior a la presión de proyecto de las válvulas. En la realización de la prueba se determinará si la válvula funciona de modo satisfactorio.

5.3.2.2 Cada tipo de fuelle de dilatación destinado a ser utilizado en tuberías de la carga situadas fuera de los tanques de carga y cuando sea necesario los fuelles de dilatación instalados dentro de dichos tanques, se someterán a las pruebas de tipo siguientes:

- .1** Se probará un elemento tipo del fuelle no precomprimido, a una presión no inferior a cinco veces la presión de proyecto, sin que por esto estalle. La duración de la prueba será de no menos de 5 min.
- .2** Se probará una junta de dilatación tipo acompañada de todos los accesorios, tales como bridas, refuerzos y articulaciones, a una presión que sea dos veces la de proyecto

y en las condiciones extremas de desplazamiento recomendadas por el fabricante, sin que esto le imponga una deformación permanente. Considerados los materiales utilizados, la Administración podrá exigir que la prueba se realice a la temperatura de proyecto mínima.

- .3 Se efectuará una prueba cíclica (fluctuaciones térmicas) en una junta de dilatación completa que habrá de resistir sin fallo alguno al menos tantos ciclos como corresponderán al servicio real, en las condiciones de presión, temperatura y movimientos axial, giratorio y transversal que se darán en ese servicio. Se permitirá la prueba a la temperatura ambiente cuando sea al menos tan rigurosa como la prueba a la temperatura de servicio.
- .4 Se efectuará una prueba cíclica de fatiga (deformación del buque) en una junta de dilatación completa, sin presión interior, simulando los movimientos de fuele correspondientes a un trozo de tubo compensado al menos durante 2 000 000 de ciclos a una frecuencia de no más de 5 ciclos/s. Esta prueba se exigirá únicamente cuando, a causa de la disposición de las tuberías, en la práctica se den efectivamente cargas debidas a la deformación del buque.
- .5 La Administración podrá eximir de la realización de las pruebas mencionadas en el presente párrafo a condición de que se facilite documentación completa que permita establecer la idoneidad de las juntas de dilatación para hacer frente a las condiciones de trabajo previstas. Cuando la presión manométrica interior máxima exceda de 1,0 bar, en dicha documentación figurarán datos obtenidos en pruebas que basten para justificar el método de proyecto empleado, con referencia especial a la correlación existente entre los cálculos y los resultados de las pruebas.

5.4 Formación de conjuntos de tuberías y detalles de las uniones de éstas

5.4.1 Las prescripciones de la presente sección serán de aplicación a las tuberías situadas dentro y fuera de los tanques de carga. Por lo que respecta a las tuberías situadas dentro de tanques de carga y a las tuberías de extremos abiertos, podrá aceptarse una aplicación menos rigurosa de estas prescripciones que se ajuste a las normas reconocidas.

5.4.2 Como modalidades de conexión directa de tramos de tubería, sin bridas, cabrá considerar las siguientes:

- .1 En todas las aplicaciones se podrán utilizar juntas soldadas a tope con penetración total en la raíz. Para temperaturas de proyecto inferiores a -10°C, las soldaduras a tope habrán de ser dobles o equivalentes a una junta a tope con doble soldadura. Para conseguir esto se podrá utilizar un anillo cubrejunta interno, una inserción consumible o gas inerte en la primera pasada. Para presiones de proyecto que excedan de 10 bar y temperaturas de proyecto iguales o inferiores a -10°C habrá que retirar los anillos cubrejuntas internos.
- .2 Las juntas deslizantes soldadas, con manguitos y la correspondiente soldadura, y de dimensiones que se ajusten a las normas reconocidas, se utilizarán sólo para tuberías de extremos abiertos con diámetro exterior igual o inferior a 50 mm y temperaturas de proyecto no inferiores a -55°C.
- .3 Los acoplamientos roscados que se ajusten a las normas reconocidas sólo se emplearán para las tuberías auxiliares y para las de instrumentos con diámetro exterior igual o inferior a 25 mm.

5.4.3.1 Las bridas de las conexiones de brida serán de collar soldado, deslizantes o de enchufe soldado.

5.4.3.2 Las bridas se ajustarán a que se ajusten a las normas reconocidas en cuanto a tipo, fabricación y prueba. A todas las tuberías, salvo a las de extremos abiertos, se aplicarán especialmente las restricciones siguientes:

- .1 Para las temperaturas de proyecto inferiores a -55°C sólo se utilizarán bridas de collar soldado
- .2 Para temperaturas de proyecto inferiores a -10°C no se utilizarán bridas deslizantes en tamaños nominales superiores a 100 mm ni bridas de enchufe soldado en tamaños nominales superiores a 50 mm.

5.4.4 La Administración podrá aceptar en todos los casos conexiones de tubería distintas de las mencionadas en 5.4.2 y .3.

5.4.5 Se instalarán fuelles y juntas de dilatación de modo que haya margen para la dilatación de las tuberías.

- .1 Si es necesario se protegerán los fuelles contra la formación de hielo.
- .2 No se emplearán juntas deslizantes como no sea dentro de los tanques de carga.

5.4.6 *Soldadura, termotratamiento postsoldadura y pruebas no destructivas.*

- .1 La soldadura se efectuará de conformidad con lo dispuesto en 6.3.
- .2 Para todas las soldaduras a tope de tuberías de acero al carbono, al carbonomanganeso o de baja aleación se exigirá termotratamiento postsoldadura. La Administración podrá dispensar del cumplimiento de la prescripción relativa a la relajación de termoesfuerzos de tuberías cuyo espesor de pared sea inferior a 10 mm, consideradas la temperatura y la presión de proyecto del sistema de tuberías de que se trate.
- .3 Además de las medidas de control normales, previas a la soldadura y durante la realización de ésta y de la inspección ocular de las soldaduras acabadas, necesaria para comprobar que el soldeo se ha llevado a cabo correctamente y de conformidad con lo prescrito en el presente párrafo, se exigirán las pruebas siguientes:
 - 3.1** Inspección radiográfica del 100% de las juntas soldadas a tope de los sistemas de tuberías con temperaturas de proyecto inferiores a -10°C, diámetros interiores de más de 75 mm o espesores de pared de más de 10 mm. Cuando tales juntas de tramos de tubería soldadas a tope se hagan por procedimientos de soldadura automática en el taller de fabricación de las tuberías, la amplitud de la inspección radiográfica se podrá reducir progresivamente, con la aprobación especial de la Administración, pero en ningún caso a menos del 10% de cada junta. Si se descubren defectos, la amplitud de la inspección pasará a ser del 100% e incluirá las soldaduras ya aceptadas. Esa aprobación especial sólo se podrá conceder si existen procedimientos y registros de garantía de calidad bien documentados que permitan a la Administración evaluar la capacidad del fabricante de tuberías para producir de manera continua soldaduras satisfactorias.

3.2 Para otras juntas de tubería soldadas a tope que no estén incluidas en 5.4.6.3.1, pruebas radiográficas por zonas u otras pruebas no destructivas, que se llevarán a cabo a discreción de la

Administración, según determinen el servicio, el emplazamiento y los materiales. En general se radiografiará el 10% por lo menos de las juntas soldadas a tope de tuberías.

5.5 Pruebas de tuberías

5.5.1 Las prescripciones de la presente sección serán aplicables a las tuberías situadas dentro y fuera de los tanques de carga. No obstante, la Administración podrá aceptar atenuaciones en dichas prescripciones por lo que respecta a tuberías situadas dentro de tanques de carga y a tuberías de extremos abiertos.

5.5.2 Una vez montadas, todas las tuberías de la carga y las de elaboración se someterán a una prueba hidrostática a una presión igual por lo menos a 1,5 veces la presión de proyecto. Cuando los sistemas de tuberías o partes de éstos sean del tipo totalmente prefabricado y estén provistos de todos los accesorios, la prueba hidrostática podrá efectuarse antes de la instalación a bordo del buque. Las juntas soldadas a bordo se someterán a una prueba hidrostática a una presión igual por lo menos a 1,5 veces la presión de proyecto. Cuando la prueba no tolere el empleo de agua y las tuberías no puedan secarse antes de la puesta en servicio del sistema se presentarán a la Administración propuestas de empleo de otros fluidos o medios de prueba a fines de aprobación.

5.5.3 Una vez montados a bordo los sistemas de tuberías de la carga y de tuberías de elaboración, se someterá cada uno de éstos a una prueba de detección de fugas utilizando aire, halaros u otros agentes adecuados a una presión que dependerá del método de detección.

5.5.4 Todos los sistemas de tuberías, con inclusión de sus válvulas y accesorios y del equipo con el que estén combinados para manipular carga o vapores, se someterán a prueba en condiciones de funcionamiento normales, a más tardar cuando se realice la primera operación de carga.

5.6 Prescripciones relativas a las válvulas de los sistemas de carga

(El párrafo 5.6.5 es aplicable a los buques construidos el 1 de julio de 2002 o posteriormente)

5.6.1 Todo sistema de tuberías de la carga y todo tanque de carga irán provistos de las válvulas que, entre las enumeradas a continuación, les correspondan:

- .1** Para los tanque de carga cuyo MARVS no exceda de una presión manométrica de 0,7 bar, todas las conexiones destinadas a líquido y a vapor, excepción hecha de las válvulas de seguridad y de los dispositivos indicadores de nivel de líquido, llevarán válvulas de seccionamiento lo más cerca posible del tanque. Cabrá que estas válvulas sean de tipo telemandado, pero serán susceptibles de accionamiento manual en su lugar de emplazamiento y darán un cierre completo. A bordo del buque habrá una o varias válvulas de cierre de emergencia telemandadas para interrumpir el trasvase de la carga líquida y de vapor entre el buque y la instalación de tierra. Tales válvulas podrán quedar dispuestas en armonía con el proyecto del buque y ser idénticas a las exigidas en 5.6.3, y se ajustarán a lo prescrito en 5.6.4.
- .2** Para los tanques de carga cuyo MARVS exceda de una presión manométrica de 0,7 bar todas las conexiones destinadas a líquido y a vapor, excepción hecha de las válvulas de seguridad y de los dispositivos indicadores de nivel de líquido, llevarán una válvula de cierre de accionamiento manual y una válvula de cierre telemandada para casos de emergencia. Estas válvulas se instalarán lo más cerca posible del tanque. Cuando el diámetro de la tubería no exceda de 50 mm cabrá utilizar válvulas limitadoras de flujo en lugar de la válvula de cierre de emergencia. Se podrán sustituir las dos válvulas distintas por una sola válvula a condición de que esa válvula cumpla con lo prescrito en 5.6.4, pueda ser accionada a mano en su lugar de emplazamiento y dé un cierre completo de la tubería.

- .3 Las bombas y los compresores para la carga estarán dispuestos de modo que automáticamente dejen de funcionar si el sistema de parada de emergencia que se exige en 5.6.4 hace que actúen las válvulas de cierre de emergencia exigidas en 5.6.1.1 y .2.

5.6.2 Las conexiones de los tanques de carga para los dispositivos aforadores o medidores no necesitan estar provistas de válvulas limitadoras de flujo o de cierre de emergencia a condición de que los dispositivos estén dispuestos de modo que el flujo de salida del tanque no pueda exceder del que pasa por un orificio circular de 1,5 mm de diámetro.

5.6.3 En cada conexión de conducto flexible para la carga que haya en servicio se instalará una válvula de cierre telemandada para casos de emergencia. Las conexiones no utilizadas para operaciones de trasvase podrán obturarse utilizando bridas ciegas en lugar de válvulas.

5.6.4 El sistema de control de todas las válvulas de cierre de emergencia prescritas estará dispuesto de modo que permita accionar éstas con mandos únicos, al menos desde dos emplazamientos de a bordo alejados entre sí. Uno de estos emplazamientos será el puesto de control exigido en 13.1.3 o la cámara de control de la carga. El sistema de control estará provisto asimismo de elementos fusibles de un tipo tal que se fundan a cualquier temperatura comprendida entre 98°C y 104°C, lo cual hará que las válvulas de cierre de emergencia actúen en caso de incendio. Entre los emplazamientos asignados a dichos elementos fusibles figurarán las bóvedas de los tanques y los puestos de entrada de la carga. Las válvulas de cierre de emergencia serán del tipo que actúa ante un fallo (una interrupción en el suministro de energía las cierra) y susceptibles de quedar cerradas a mano en su lugar de emplazamiento. Las válvulas de cierre de emergencia situadas en las tuberías para líquidos se cerrarán completamente en todas las condiciones de servicio a los 30 s, como máximo, de haber sido accionadas. A bordo habrá información acerca del tiempo de cierre asignado a estas válvulas y de sus características de funcionamiento y dicho tiempo de cierre será susceptible de verificación y de repetición. Estas válvulas se cerrarán suavemente.

5.6.5 El tiempo de cierre de 30 segundos de la válvula de cierre de emergencia mencionada en el párrafo 5.6.4 se medirá a partir de la iniciación manual o automática de dicha válvula hasta su cierre definitivo. Este intervalo, llamado tiempo total de cierre, comprende un intervalo de respuesta a la señal y un intervalo de cierre de la válvula. El tiempo de cierre de la válvula se calculará de modo que se evite una presión excesiva en las tuberías. Esas válvulas se cerrarán de modo que el flujo se reduzca suavemente.

5.6.6 Las válvulas limitadoras del flujo se cerrarán automáticamente cuando éste sea el nominal de cierre, para vapor o líquido, especificado por el fabricante. Las tuberías, con inclusión de sus accesorios, válvulas y aditamentos protegidos por una válvula limitadora del flujo, tendrán una capacidad que exceda del flujo nominal de cierre de esta válvula. Tales válvulas limitadoras del flujo podrán tener una derivación cuya sección no exceda la de una abertura circular de 1,0 mm de diámetro, destinada a igualar la presión después de que se produzca una interrupción en el funcionamiento.

5.7 Conductos flexibles para la carga instalados en el buque

5.7.1 Los conductos flexibles para líquido y vapor utilizados en el trasvase de la carga habrán de ser compatibles con ésta y apropiados para su temperatura.

5.7.2 Los conductos flexibles sometidos a la presión de los tanques o a la presión de impulsión de las bombas o de los compresores de vapor se proyectarán para una presión de reventazón igual al menos a cinco veces la presión máxima a que el conducto flexible estará sometido durante el trasvase de la carga.

5.7.3 Con respecto a los conductos flexibles para la carga instalados en los buques el 1 de julio de 2002 o posteriormente, todo nuevo tipo de conducto flexible para la carga será sometido, con sus accesorios de extremo, a una prueba de prototipo a temperatura ambiente normal y a 200 ciclos de presión desde cero hasta dos veces su presión de trabajo máxima especificada. Una vez realizada esta prueba de ciclo de presión, la prueba de prototipo deberá demostrar que la presión de rotura es igual a 5 veces por lo menos la presión de trabajo máxima especificada, a la temperatura extrema prevista para el servicio. Los conductos flexibles utilizados en las pruebas de prototipo no se emplearán para la carga. A partir de entonces y antes de su asignación al servicio, cada nuevo tramo de conducto flexible para la carga que se fabrique será objeto, a la temperatura ambiente, de una prueba hidrostática a una presión no inferior a 1,5 veces su presión de trabajo máxima especificada, pero no superior a dos quintos de su presión de rotura. En el conducto se indicará, con estarcido o por otro medio, la fecha de la prueba, cuál es su presión de trabajo máxima especificada y, si ha de ser utilizado en servicios a temperaturas distintas de la temperatura ambiente, su temperatura máxima y mínima de servicio, según corresponda. La presión manométrica máxima de trabajo especificada no será inferior a 10 bar.

5.8 Métodos de trasvase de la carga

5.8.1 Cuando el trasvase de la carga se efectúe con bombas a las que no se pueda llegar a fines de reparación hallándose los tanques en servicio, se proveerán al menos dos medios distintos para trasvasar la carga de cada tanque que la contenga y el proyecto será tal que el fallo de una de esas bombas o de uno de los medios de trasvase no impida el trasvase de la carga con otra u otras bombas o con otro medio de trasvase.

5.8.2 El procedimiento de trasvase de la carga por gas a presión impedirá que las válvulas de alivio de presión se puedan abrir durante la operación. La presionización del gas podrá aceptarse como medio de trasvase de la carga para tanques proyectados de modo que el factor de seguridad no disminuya en las condiciones que se den en la operación de trasvase.

5.9 Conexiones para el retorno de vapores

Se instalarán conexiones para las tuberías de retorno de los vapores a las instalaciones de tierra.

Materiales de construcción

6.1 Generalidades

6.1.1 Las Administraciones tomarán las medidas apropiadas para garantizar uniformidad en la implantación y en la aplicación de las disposiciones del presente capítulo.

6.1.2 En el presente capítulo se establecen las prescripciones relativas a chapas, perfiles, tuberías, piezas forjadas, piezas fundidas y estructuras soldadas empleadas en la construcción de tanques de carga, recipientes de elaboración a presión para la carga, tuberías de la carga y tuberías de elaboración, barreras secundarias y partes contiguas de la estructura del casco relacionadas con el transporte de los productos de que se trate. Las prescripciones relativas a materiales laminados, piezas forjadas y piezas fundidas se dan en 6.2 y en las tablas 6.1 a 6.5. Las prescripciones relativas a las estructuras soldadas se dan en 6.3.

6.1.3 La fabricación, las pruebas, la inspección y la documentación se ajustarán a normas reconocidas y a las prescripciones concretas que se establecen en el presente Código.

6.1.4.1 Entre las pruebas de aceptación figurarán pruebas de tenacidad con entalla Charpy en V a menos que la Administración especifique otra cosa. Se prescriben específicamente para las pruebas con entalla Charpy en V los valores medios mínimos de energía correspondientes a tres probetas de dimensiones normales (10 mm x 10 mm) y los valores mínimos de energía correspondientes a probetas aisladas. Las dimensiones y las tolerancias de las probetas Charpy con entalla en V se ajustarán a Normas reconocidas. Las pruebas y las prescripciones relativas a probetas de menos de 5,0 mm se ajustarán asimismo a Normas reconocidas. Los valores medios mínimos correspondientes a probetas de tamaño reducido serán:

Tamaño de la probeta Charpy con entalla en V (mm)	Energía media mínima de tres probetas
10 x 10	<i>E</i>
10 x 7,5	$5/6 E$
10 x 5,0	$2/3 E$

donde: E = los valores de energía (J) consignados en las tablas 6.1 a 6.4.

Sólo un valor aislado podrá ser inferior al valor medio especificado, a condición de que no sea inferior al 70% de este valor.

6.1.4.2 En todos los casos se mecanizarán las probetas Charpy de mayor tamaño que quepa utilizar para el espesor del material de que se trate, situándolas tan cerca como sea posible de un punto equidistante entre la superficie y el centro del espesor con la longitud de la entalla perpendicular a la superficie (véase la figura 6.1). Si el valor medio de las tres primeras probetas Charpy con entalla en V no satisface las prescripciones enunciadas, o si el valor correspondiente a más de una probeta es inferior al valor medio exigido, o si el valor correspondiente a una probeta es inferior al valor mínimo permitido para una probeta aislada, cabrá someter a prueba otras tres probetas del mismo material y combinar los resultados con los obtenidos previamente para así lograr una media nueva. Si esa nueva media cumple con lo prescrito y si no hay más de dos resultados aislados que sean inferiores al valor medio exigido ni hay más de un resultado que sea inferior al valor exigido para una probeta aislada, podrá aceptarse la pieza o el lote. A discreción de la Administración cabrá realizar pruebas de

tenacidad de otros tipos, como la prueba al choque por la caída de un peso, además de la prueba Charpy con entalla en V o en lugar de ésta.

6.1.5 La resistencia a la tracción, el límite de fluencia y el alargamiento serán los que la Administración juzgue satisfactorios. Para el acero al carbonomanganeso y otros materiales con límite de fluencia definido habrá que tener en cuenta la limitación que constituye la relación límite de fluencia/resistencia a la tracción.

6.1.6 La prueba de plegado podrá omitirse como prueba para la aceptación de materiales, pero será obligatoria en la comprobación de soldaduras.

6.1.7 La Administración podrá aceptar materiales de composición química o propiedades mecánicas distintas.

6.1.8 Cuando se especifique o se exija el termotratamiento postsoldadura, las propiedades del material de base se determinarán ya efectuado ese tratamiento de conformidad con lo establecido en la tabla aplicable del presente capítulo, y las propiedades de la soldadura se determinarán ya efectuado ese tratamiento de conformidad con 6.3. En los casos en que se aplique un termotratamiento postsoldadura, las prescripciones a que hayan de ajustarse las pruebas se podrán modificar a discreción de la Administración.

Soldadura a tope en V sencilla

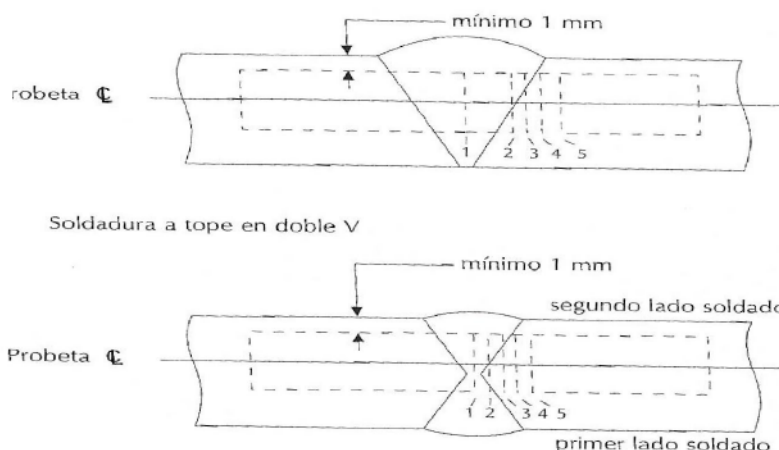


Figura 6.1 - Orientación de la probeta de prueba de soldadura

Posición de la entalla:

- 1 Centro de soldadura
- 2 En la línea de fusión
- 3 En ZAT, a 1 mm de la línea de fusión
- 4 En ZAT, a 3 mm de la línea de fusión
- 5 En ZAT, a 5 mm de la línea de fusión

ZAT = zona afectada térmicamente.

Las probetas Charpy del mayor tamaño posible, dado el espesor del material, se maquinarán situando el centro de la probeta tan cerca como se pueda de un punto que equidiste de la superficie y el centro del espesor. En todos los casos la distancia desde la superficie del material hasta el borde de la probeta

será aproximadamente igual o superior a 1 mm. Además, en el caso de soldaduras a tope en doble V, las probetas se maquinarán más cerca de la superficie del segundo lado soldado.

6.1.9 Cuando en el presente capítulo se haga referencia a aceros estructurales para cascos A, B, D, E, AH, DH y EH, se entenderá que estas calidades de acero corresponden a aceros estructurales para cascos ajustados a las Normas reconocidas.

6.2 Prescripciones relativas a los materiales

Las prescripciones relativas a los materiales de construcción figuran en las tablas como a continuación se indica:

Tabla 6.1: Chapas, tubos (sin costura y soldados), perfiles y piezas forjadas destinados a tanques de carga y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto no inferiores a 0°C.

Tabla 6.2: Chapas, perfiles y piezas forjadas destinados a tanques de carga, barreras secundarias y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto inferiores a 0°C, hasta -55°C.

Tabla 6.3: Chapas, perfiles y piezas forjadas destinados a tanques de carga, barreras secundarias y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto inferiores a -55°C, hasta -165°C.

Tabla 6.4: Tubos (sin costura y soldados), piezas forjadas y piezas fundidas destinados a las tuberías de la carga y de elaboración, para temperaturas de proyecto inferiores a 0°C, hasta -165°C.

Tabla 6.5: Chapas y perfiles destinados a estructuras de casco según lo prescrito en 4.9.1 y 4.9.4.

Tabla 6.1

Chapas, tubos (sin costuras y soldados)¹, perfiles y piezas forjadas destinadas a tanques de carga y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto no inferiores a 0°C		
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y TERMOTRATAMIENTO		
Acero al Carbonomanganeso Totalmente reposado		
Acero de grano fino cuando el espesor excede de 20mm		
Pequeñas adiciones de elementos aleadores previo acuerdo con la Administración		
Los límites para la composición habrán de ser aprobados por la Administración		
Normalización o temple y revenido ²		
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCIÓN Y DE DENSIDAD (AL CHOQUE)		
Chapas	Una prueba por “pieza”	
Perfiles y piezas forjadas	Prueba por lotes	
Propiedades de resistencia a la tracción	El límite de fluencia mínima especificado no excederá de 410 N/mm ^{2 3}	
Pruebas Charpa con entalla en V		
Chapas	Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 27 j	
Perfiles y piezas forjadas	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 41 j	
Temperatura de prueba	Espesor t (mm)	Temperatura prueba (°C)
	t ≤ 20	0
	20 < t ≤ 40	-200

Notas:

- 1 Para tubos sin costura y accesorios se seguirá la práctica normal. El empleo de tubos soldados longitudinalmente y en espiral necesitará la aprobación expresa de la Administración.
- 2 Se podrá utilizar un procedimiento de laminación controlada en lugar de la normalización o el temple y revenido, previa aprobación especial de la Administración.
- 3 La Administración podrá aprobar especialmente materiales cuyo límite de fluencia mínimo especificado exceda de 410 N/mm². En el caso de estos materiales se prestará atención especial a la dureza de la soldadura y a la zona afectada térmicamente.

Tabla 6.2

<p>Chapa, perfiles y piezas forjadas ¹ destinados a tanques de carga, barreras secundarias y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto inferiores a 0° C, hasta -55°C</p> <p>Espesor máximo, 25 mm ²</p>																							
<p>COMPOSICIÓN QUÍMICA Y TERMOTRATAMIENTO</p> <p>Acero al carbonomanganeso totalmente reposado Acero de grano fino tratado con aluminio</p> <p style="text-align: center;">Composición química (análisis de colada en la cuchara)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">Mn</td> <td style="text-align: center;">Si</td> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">P</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,16% máx.</td> <td style="text-align: center;">0,70-1,60%</td> <td style="text-align: center;">0,10-0,50%</td> <td style="text-align: center;">0,035% máx</td> <td style="text-align: center;">0,035% máx</td> </tr> </table> <p>Adicionales facultativas: Las aleaciones y los elementos de afinado del grano podrán ajustarse en general a las proporciones siguientes:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Ni</td> <td style="text-align: center;">Cr</td> <td style="text-align: center;">Mo</td> <td style="text-align: center;">Cu</td> <td style="text-align: center;">Nb</td> <td style="text-align: center;">V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,80% máx.</td> <td style="text-align: center;">0,25% máx</td> <td style="text-align: center;">0,080% máx.</td> <td style="text-align: center;">0,35% máx</td> <td style="text-align: center;">0,05% máx</td> <td style="text-align: center;">0,10% máx</td> </tr> </table> <p>Normalización o temple y revenido ⁴</p>		C	Mn	Si	S	P	0,16% máx.	0,70-1,60%	0,10-0,50%	0,035% máx	0,035% máx	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V	0,80% máx.	0,25% máx	0,080% máx.	0,35% máx	0,05% máx	0,10% máx
C	Mn	Si	S	P																			
0,16% máx.	0,70-1,60%	0,10-0,50%	0,035% máx	0,035% máx																			
Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V																		
0,80% máx.	0,25% máx	0,080% máx.	0,35% máx	0,05% máx	0,10% máx																		
<p>PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCIÓN Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Chapas</td> <td>Una prueba por “pieza”</td> </tr> <tr> <td>Perfiles y piezas forjadas</td> <td>Prueba por lotes</td> </tr> <tr> <td>Prueba CHARPY con entalla en V</td> <td>Temperatura de prueba, 5°C, por debajo de la temperatura de proyecto o -20°C, si ésta es inferior</td> </tr> <tr> <td>Chapas</td> <td>Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 27 j</td> </tr> <tr> <td>Perfiles y piezas forjadas ¹</td> <td>Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 41 j</td> </tr> </table>		Chapas	Una prueba por “pieza”	Perfiles y piezas forjadas	Prueba por lotes	Prueba CHARPY con entalla en V	Temperatura de prueba, 5°C, por debajo de la temperatura de proyecto o -20°C, si ésta es inferior	Chapas	Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 27 j	Perfiles y piezas forjadas ¹	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 41 j												
Chapas	Una prueba por “pieza”																						
Perfiles y piezas forjadas	Prueba por lotes																						
Prueba CHARPY con entalla en V	Temperatura de prueba, 5°C, por debajo de la temperatura de proyecto o -20°C, si ésta es inferior																						
Chapas	Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 27 j																						
Perfiles y piezas forjadas ¹	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 41 j																						

Notas:

¹ Las prescripciones relativas a la prueba Charpy con entalla en V y a la composición química, respecto de las piezas forjadas, podrán ser objeto de consideración especial por parte de la Administración.

² Para materiales de más de 25 mm de espesor, las pruebas Charpy con entalla en V se realizarán del modo siguiente:

<i>Espesor del material (mm)</i>	<i>Temperatura de prueba (°C)</i>
25 « t «= 30	10° por debajo de la temperatura de proyecto o -20°, si ésta es inferior
30 « t «= 35	15° por debajo de la temperatura de proyecto o -20° si ésta es inferior
35 « t «= 40	20° por debajo de la temperatura de proyecto

El valor de energía al choque responderá a lo establecido en la tabla para el tipo aplicable de probeta. Para materiales de más de 40 mm de espesor, los valores correspondientes a la prueba Charpy con entalla en V serán objeto de consideración especial.

Los materiales destinados a tanques y a piezas de los mismos que hayan sido completamente termoestabilizados después de la soldadura podrán ser sometidos a prueba a una temperatura de 5°C por debajo de la temperatura de proyecto o de -20°C, si ésta es inferior.

Para los refuerzos y otros accesorios termoestabilizados, la temperatura de prueba será la misma que la prescrita para el espesor del forro del tanque adyacente.

³ Previa acuerdo especial con la Administración, el contenido de carbono podrá aumentarse hasta un máximo de 0,18% a condición de que la temperatura de proyecto no sea inferior a -40°C.

4 Se podrá utilizar un procedimiento de laminación controlada en lugar de la normalización o el temple y revenido, previa aprobación especial de la Administración.

Orientación:

Para materiales cuyo espesor exceda de 25 mm y cuya temperatura de prueba sea igual o inferior a -60°C, tal vez sea necesario aplicar aceros tratados especialmente como aceros ajustados a lo establecido en la tabla 6.3.

Tabla 6.3

Chapas, perfiles y piezas forjadas¹ destinados a tanques de carga, barreras secundarias y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto inferiores a -55°C, hasta -165°C² Espesor máximo, 25 mm ³		
Temperatura de proyecto mínimo (°C)	Composición química ⁴ y termotratamiento	Temperatura de la prueba al choque (°C)
-60	Acero al níquel (1,5%) normalizado	-65
-65	Acero al níquel (2,25%) normalizado o normalizado y revenido ⁵	-70
-90	Acero al níquel (3,5%) normalizado o normalizado y revenido ⁵	-95
-105	Acero al níquel (5%) normalizado o normalizado y revenido ^{5, 6}	-110
-165	Acero al níquel (9%) doblemente normalizado y revenido o templado y revenido	-196
-165	Acero austeníticos tales como los de los tipos 304, 304L, 316, 316L, 321 y 347 Termotratados por solubilización	-196
-165	Aleaciones de aluminio tales como la del tipo 5083 reconocidas	No se exige
-165	Aleación austenítica de Fe-Ni (36%níquel) Termotratamiento según se haya convenido	No se exige
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCIÓN Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE)		
Chapas	Una prueba por “pieza”	
Perfiles y piezas forjadas	prueba por lotes	
Prueba Charpy con entalla en V		
Chapas	Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 27 j	
Perfiles y piezas forjadas	Probetas longitudinales Valor medio mínimo de energía (E) 41 j	

Notas:

¹ La prueba al choque exigida para las piezas forjadas que se utilizan en aplicaciones cubicas será objeto de estudio especial por parte de la Administración.

² Las prescripciones relativas a las temperaturas de proyecto inferiores a -165 C se acordarán especialmente con la Administración.

³ Para los materiales con proporciones de níquel del 1,5%, 2,25%, 3,5% y 5%, de más de 25 mm de espesor, las pruebas al choque se efectuarán del modo siguiente:

<i>Espesor del material (mm)</i>	<i>Temperatura de prueba (C)</i>
25 < t ≤ 30	10° por debajo de la temperatura de proyecto
30 < t ≤ 35	15° por debajo de la temperatura de proyecto
35 < t ≤ 40	20° por debajo de la temperatura de proyecto

La temperatura de proyecto no será en ningún caso superior a la indicada en la tabla.

El valor de la energía responderá a lo establecido en la tabla para el tipo aplicable de probeta. Para materiales de más de 40 mm de espesor, los valores correspondientes a la prueba Charpy con entalla en V serán objeto de consideración especial.

Para el acero al níquel (9%), los aceros inoxidables austeníticos y las aleaciones de aluminio podrán utilizarse espesores de más de 25 mm a discreción de la Administración.

⁴ Los límites de la composición química habrán de ser aprobados por la Administración.

⁵ Se podrá convenir especialmente con la Administración una temperatura de proyecto mínima inferior para los aceros templados y revenidos.

⁶ Previo acuerdo expreso con la Administración y a condición de que las pruebas al choque se efectúen a -196°C se podrá utilizar a temperaturas cuyo límite inferior sea de -165°C, un acero con un 5% de níquel especialmente termotratado; por ejemplo, acero que haya sido objeto de termotratamiento triple.

⁷ La prueba al choque podrá omitirse si así se acuerda con la Administración.

Tabla 6.4

Tubos (sin costura y soldados)¹ piezas forjadas² y piezas fundidas² destinados a las tuberías de la carga y de elaboración para temperaturas de proyecto inferiores a 0°C, hasta 165°C³			
Espesor máximo, 25 mm			
Temperatura de proyecto mínima (°C)	Composición químicas ⁵ y termotratamiento	Pruebas al choque	
		Temperatura de la prueba (°C)	Energía media mínima (E) (J)
-55	Acero al carbono-manganeso. Totalmente reposado: de grano fino. Normalizado o según se haya convenido ⁶	4	27
-65	Acero al níquel (2,25%). Normalizado o normalizado y revenido ⁶	-70	34
-90	Acero al níquel (3,5%). Normalizado o normalizado y revenido ⁶	-95	34
-165	Acero al níquel (9%) ⁷ . Doblemente normalizado y revenido o templado y revenido	-196	41
	Aceros austeníticos tales como los de los tipos 304, 304L, 316, 316L, 321 Y 347 Termotratados por solubización ⁸	-196	41
	Aleaciones de aluminio tales como la del tipo 5083 reconocidas		No se exige
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCIÓN Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE) Una prueba .por lote Prueba al choque Probetas longitudinales			

Notas:

¹ El empleo de tubos soldados longitudinalmente o en espiral necesitará la aprobación expresa de la Administración.

² Las prescripciones relativas a las piezas forjadas y fundidas podrán ser objeto de estudio especial por parte de la Administración.

³ Las prescripciones relativas a las temperaturas de proyecto inferiores a -165°C se acordarán especialmente con la Administración.

⁴ La temperatura de prueba será 5°C inferior a la temperatura de proyecto o de -20°C, si ésta es inferior.

⁵ Los límites de la composición química habrán de ser aprobados por la Administración.

⁶ Se podrá convenir especialmente con la Administración una temperatura de proyecto inferior para los materiales templados y revenidos.

⁷ Esta composición química no es apropiada para las piezas fundidas.

⁸ Las pruebas al choque podrán omitirse si así se acuerda con la Administración.

Tabla 6.5

Chapas y perfiles destinados a estructurales de caso según los prescrito en 4.9.1 y 4.9.4							
Temperatura de proyecto mínima de las estructuras del casco (°C)	Espesor máximo (mm) para calidades de acero ajustadas a 6.1.9						
	A	B	D	E	AH	DH	EH
0 y superior ¹ –5 y superior	Práctica normal						
hasta -5	15	25	30	50	25	45	50
hasta –10	X	20	25	50	20	40	50
hasta –20	X	X	20	50	X	30	50
hasta -30	X	X	X	40	X	20	40
Inferior a -30	De conformidad con la tabla 6.2, si bien la limitación de espesor consignada en la 6.2 y en la nota² de dicha tabla no es aplicable						

Notas

"x" Indica la calidad de acero que no habrá de utilizarse.

¹ A los efectos de 4.9.4.

² A los efectos de 4.9.1.

6.3 Soldadura y pruebas no destructivas

6.3.1 Generalidades

Las prescripciones establecidas en la presente sección son las que en general se aplican a los aceros al carbono, al carbonomanganeso, aleados con níquel e inoxidable, y pueden constituir la base de las pruebas de aceptación para otros materiales. A discreción de la Administración podrán omitirse las pruebas al choque para las soldaduras efectuadas en aceros inoxidables y en aleaciones de aluminio, y podrán prescribirse expresamente otras pruebas para cualquier material.

6.3.2 Materiales fusibles

Los materiales destinados a ser utilizados como fusibles para soldar los tanques de carga se ajustarán a Normas reconocidas, a menos que se acuerde otra cosa con la Administración. Con respecto a todos los materiales fusibles de soldadura se prescribirán pruebas para determinar la deposición de metal y pruebas de soldadura a tope, a menos que se acuerde especialmente otra cosa con la Administración. Los resultados obtenidos con las pruebas a la tracción y las pruebas al choque Charpy con entalla en V se ajustarán a Normas reconocidas De la composición química del material depositado deberá quedar constancia a fines de información y aprobación.

6.3.3 Pruebas de procedimiento de soldadura para tanques de carga y recipientes de elaboración a presión

6.3.3.1 Para todas las soldaduras a tope se exigirán pruebas de procedimiento de soldadura para tanques de carga y recipientes de elaboración a presión, y en los conjuntos de realización de pruebas deberán figurar:

- cada material de base

- cada tipo de material fusible y de procedimiento de soldadura
- cada posición de soldadura

Para las soldaduras a tope en chapas, los conjuntos de realización de pruebas se dispondrán de modo que la dirección de laminación sea paralela a la dirección de soldadura. La gama de espesores calificada como apropiada por cada prueba de procedimiento de soldadura se ajustará a Normas reconocidas. A elección del realizador de los conjuntos soldados o de la Administración podrán efectuarse pruebas radiográficas o ultrasónicas. Las pruebas de procedimiento aplicables a materiales fusibles destinados a la soldadura ortogonal se ajustarán a Normas reconocidas. Los materiales fusibles seleccionados en estos casos habrán de mostrar propiedades satisfactorias de resistencia al choque.

6.3.3.2 Cada conjunto de realización de pruebas será sometido a las siguientes pruebas de procedimiento de soldadura para tanques de carga y recipientes de elaboración a presión:

- .1 Pruebas a la tracción de soldadura cruzada.
- .2 Pruebas de plegado transversal que podrán efectuarse con la cara, la raíz o el lateral de la soldadura en la parte exterior, a discreción de la Administración. No obstante, podrán exigirse pruebas de plegado longitudinal en lugar de las de plegado transversal cuando el material de base y el metal depositado tengan grados de resistencia distintos.
- .3 En general se aplicará una serie de tres choques Charpy con entalla en V en cada uno de los emplazamientos indicados a continuación, tal como muestra la figura 6 1:
 - Línea central de las soldaduras
 - Línea de fusión (L.F.)
 - A 1 mm de la L.F.
 - A 3 mm de la L.F.
 - A 5 mm de la L.F.
- .4 La Administración podrá exigir asimismo que se efectúen inspecciones de carácter macroseccional y microseccional y pruebas de dureza.

6.3.4 *Prescripciones relativas a las pruebas*

6.3.4.1 *Pruebas a la tracción:* En general, la resistencia a la tracción no será menor que la resistencia a la tracción mínima especificada para los pertinentes materiales de base. La Administración podrá exigir también que la resistencia a la tracción de la soldadura transversal no sea menor que la resistencia a la tracción mínima especificada para el metal depositado, cuando éste tenga una resistencia a la tracción inferior a la del metal base. En todo caso deberá notificarse cuál es la posición de la fractura a fines de información.

6.3.4.2 *Pruebas de plegado:* No se considerará aceptable ninguna fractura producida después de un plegado de 180 en un mandril de un diámetro cuatro veces mayor que el espesor de las probetas, a menos que la Administración exija expresamente otra cosa o que se llegue a un acuerdo especial con ella.

6.3.4.3 *Pruebas al choque con entalla Charpy en V:* Las pruebas Charpy se efectuarán a la temperatura fijada para el metal base que se vaya a soldar. Los resultados de las pruebas al choque del metal depositado, dada una energía media mínima (E), serán por lo menos de 27 J. Las prescripciones relativas al metal depositado habrán de ajustarse, para probetas de tamaño reducido y valores de

energía correspondientes a una probeta aislada a lo prescrito en 6.1.4. Los resultados de las pruebas al choque efectuadas en la línea de fusión y en la zona afectada térmicamente habrán de dar una energía media mínima (E) que se ajuste a las prescripciones relativas al material base, considerado éste en sentido transversal o longitudinal, según proceda, y para las probetas de tamaño reducido la energía media mínima (E) se ajustará a lo prescrito en 6.1.4. Si el espesor del material no permite el maquinado de las probetas, ya sea el tamaño de éstas normal o reducido normalizado, el procedimiento de prueba y los principios de aceptación se ajustarán a Normas reconocidas.

6.3.5 *Pruebas de procedimiento de soldadura para las tuberías*

Para las tuberías se efectuarán pruebas de procedimiento de soldadura análogas a las detalladas para los tanques de carga en 6.3.3. A menos que se acuerde expresamente otra cosa con la Administración, las prescripciones relativas a las pruebas se ajustarán a lo prescrito en 6.3.4.

6.3.6 *Pruebas de las soldaduras durante la fabricación*

6.3.6.1 Por lo que respecta a todos los tanques de carga y recipientes de elaboración a presión, exceptuados los tanques estructurales y los de membrana, durante la fabricación se efectuarán en general pruebas por cada 50 m aproximadamente de juntas soldadas a tope, representativas de todas las posiciones de soldadura. Para las barreras secundarias se efectuarán también durante la fabricación pruebas del mismo tipo que las exigidas para los tanques primarios, aunque su número podrá reducirse si así se acuerda con la Administración. A discreción de la Administración, para los tanques de carga o las barreras secundarias podrán exigirse pruebas distintas de las especificadas en 6.3.6.2, .3 y .4.

6.3.6.2 Por lo que respecta a los tanques independientes de tipos A y B y a los de semimembrana se efectuarán las siguientes pruebas durante la fabricación:

- .1** Pruebas de plegado y, cuando esté prescrito para las pruebas de procedimiento, una serie de tres pruebas Charpy con entalla en V por cada 50 m de soldadura. Las pruebas Charpy con entalla en V se efectuarán con probetas que tengan la entalla situada, de modo alterno, en el centro de la soldadura y en la zona afectada térmicamente (emplazamiento que es el más crítico, basado en los resultados de las pruebas de determinación del procedimiento). Para el acero inoxidable austenítico todas las entallas estarán en el centro de la soldadura.
- .2** Las prescripciones relativas a las pruebas serán las mismas que las prescripciones aplicables que se enumeran en 6.3.4, aunque las pruebas al choque no ajustadas a las especificaciones que se estipulan respecto de la energía podrán aceptarse, previo estudio especial por parte de la Administración, efectuando con resultados satisfactorios una prueba al choque por caída de un peso. En tales casos, por cada serie de probetas Charpy que haya fallado se someterán a esa prueba al choque dos probetas sin que ninguna de éstas se rompa a la temperatura a la cual se realizaron las pruebas Charpy.

6.3.6.3 Además de las pruebas enumeradas en 6.3.6.2.1 para tanques independientes de tipo C y recipientes de elaboración a presión, se exigirán pruebas a la tracción de soldadura transversal. Las prescripciones relativas a las pruebas se enumeran en 6.3.4, aunque las pruebas al choque no ajustadas a las especificaciones que se estipulan respecto de la energía podrán aceptarse, previo estudio especial por parte de la Administración, efectuando con resultados satisfactorios una prueba al choque por caída de un peso. En tales casos, por cada serie de probetas Charpy que haya fallado se someterán a esa prueba al choque dos probetas sin que ninguna de éstas se rompa a la temperatura a la cual se realizaron las pruebas Charpy.

6.3.6.4 Las pruebas efectuadas durante la fabricación, por lo que respecta a los tanques estructurales y de membrana, se ajustarán a Normas reconocidas.

6.3.7 *Pruebas no destructivas*

6.3.7.1 Para tanques independientes de tipo A y tanques de semimembrana, cuando la temperatura de proyecto sea igual o inferior a -20°C , y para tanques independientes de tipo B sea cual fuere la temperatura, todas las soldaduras a tope de penetración total del forro exterior de los tanques de carga serán objeto de una inspección radiográfica del 100%.

6.3.7.1.1 Cuando la temperatura de proyecto sea superior a -20°C , todas las soldaduras a tope de penetración total efectuadas donde haya intersecciones y al menos el 10% de las restantes soldaduras de penetración total de las estructuras de tanque serán objeto de inspección radiográfica.

6.3.7.1.2 En cada caso, la estructura restante del tanque, con inclusión de la soldadura de los refuerzos y de otros herrajes y accesorios, será objeto de examen por el método de partículas magnéticas o de líquidos penetrantes que la Administración juzgue necesario.

6.3.7.1.3 Todos los procedimientos de prueba y los principios de aceptación se ajustarán a Normas reconocidas. La Administración podrá aceptar un procedimiento aprobado de prueba ultrasónica en vez de la inspección radiográfica y además podrá exigir inspecciones radiográficas complementarias en emplazamientos seleccionados. La Administración podrá asimismo exigir pruebas ultrasónicas además de las inspecciones radiográficas normales.

6.3.7.2 La inspección de los tanques independientes de tipo C y recipientes de elaboración a presión se efectuará de conformidad con 4.10.9.

6.3.7.3 Para los tanques estructurales y de membrana habrá procedimientos especiales de inspección de soldaduras y principios de aceptación ajustados a Normas reconocidas.

6.3.7.4 En la realización de la inspección y de las pruebas no destructivas de la parte interior del casco o de las estructuras de tanques independientes que den soporte a tanques de aislamiento interno se tendrán en cuenta los criterios de proyecto enunciados en 4.4.7. El calendario de las inspecciones y de las pruebas no destructivas será el que a juicio de la Administración resulte satisfactorio.

6.3.7.5 La inspección de las tuberías se efectuará de conformidad con lo prescrito en el capítulo 5.

6.3.7.6 La barrera secundaria será radiografiada según la Administración juzgue necesario. Cuando el forro exterior del casco forme parte de la barrera secundaria, todos los topes de traca de cinta y las intersecciones de todos los topes y costuras del forro interior serán objeto de examen radiográfico.

Control de la presión y de la temperatura de la carga

7.1 Generalidades

7.1.1 A menos que el sistema completo de carga esté proyectado para resistir la presión manométrica total del vapor de la carga en las condiciones correspondientes a las temperaturas ambiente de proyecto superiores, la presión de los tanques de carga se mantendrá por debajo del MARVS con ayuda de uno o varios de los medios indicados a continuación, salvo que en la presente sección se disponga otra cosa.

- .1 Un sistema que regule la presión en los tanques de carga por medio de refrigeración mecánica.
- .2 Un sistema que permita utilizar los gases de evaporación como combustible a bordo del buque o un sistema que permita utilizar el calor residual con sujeción a lo dispuesto en el capítulo 16. Este sistema podrá ser utilizado en todo momento, incluso con el buque surto en puerto y en la realización de maniobras, a condición de que se disponga de un medio de eliminación del exceso de energía, como un sistema de descarga de vapor, que la Administración juzgue satisfactorio.
- .3 Un sistema que permita calentar el producto y aumentar su presión. El aislamiento o la presión de proyecto del tanque de carga, o ambas cosas, serán tales que dejen un margen adecuado para el tiempo de funcionamiento y las temperaturas de que se trate. El sistema será el que en cada caso la Administración juzgue aceptable.
- .4 Otros sistemas que la Administración juzgue aceptables.
- .5 Además de los medios citados, la Administración podrá permitir el control de ciertas cargas mediante la expulsión de vapores de éstas hacia la atmósfera, en la mar. También podrá permitirse esto con el buque surto en puerto, previa autorización de la Administración portuaria.

7.1.2 Los sistemas prescritos en 7.1.1 se construirán, instalarán y comprobarán de un modo que la Administración juzgue satisfactorio. Los materiales empleados en su construcción serán apropiados para utilización con los productos que se vayan a transportar. Para el servicio normal las temperaturas ambiente de proyecto superiores serán:

mar: 32°C
aire: 45°C.

Para un servicio en zonas especialmente cálidas o frías, estas temperaturas de proyecto serán objeto del aumento o la reducción que la Administración juzgue oportunos.

7.1.3 Para ciertas cargas de gran peligrosidad, especificadas en el capítulo 17, el sistema de contención habrá de poder resistir la plena presión del vapor de la carga en las condiciones correspondientes a las temperaturas ambiente de proyecto superiores, sea cual fuere el sistema adoptado para tratar el gas de evaporación.

7.2 Sistemas de refrigeración

7.2.1 Los sistemas de refrigeración constarán de uno o varios conjuntos que puedan mantener la temperatura y la presión de la carga exigidas en las condiciones correspondientes a las temperaturas ambiente de proyecto superiores. A menos que se provea también otro medio para controlar la temperatura y la presión de la carga que sea satisfactorio a juicio de la Administración, se instalarán uno o varios conjuntos de reserva cuya capacidad sea por lo menos igual a la del mayor de los conjuntos exigidos. Un conjunto de reserva estará constituido por un compresor y el correspondiente motor impulsor, el sistema regulador y todos los accesorios necesarios para permitir el funcionamiento independiente de los conjuntos de servicio normales. Se proveerá un termocambiador de reserva a menos que el termocambiador normal del conjunto tenga un exceso de capacidad igual por lo menos al 25% de la mayor capacidad exigida. No se exigirán sistemas de tuberías separados.

7.2.2.1 Cuando se transporten a la vez dos o más cargas refrigeradas que puedan reaccionar químicamente de modo peligroso, se prestará atención especial a los sistemas de refrigeración para evitar la posibilidad de que tales cargas se mezclen. Para transportar éstas habrá sistemas de refrigeración distintos, con sus respectivos conjuntos de reserva, según lo indicado en 7.2.1, destinados a cada carga. No obstante, si el enfriamiento lo proporciona un sistema directo o combinado y las fugas producidas en los termocambiadores no pueden provocar la mezcla de las cargas en ninguna situación previsible, no será necesario instalar conjuntos de refrigeración distintos.

7.2.2.2 Cuando dos o más cargas refrigeradas sean insolubles entre sí en las condiciones del transporte de que se trate, de modo que sus respectivas presiones de vapor se sumarían si la mezcla se produjese, se prestará atención especial a los sistemas de refrigeración para evitar la posibilidad de que las cargas se mezclen.

7.2.3 Cuando en los sistemas de refrigeración se necesite agua para el enfriamiento, el abastecimiento suficiente de ésta se conseguirá mediante una o varias bombas destinadas exclusivamente a este fin. Tales bomba o bombas tendrán por lo menos dos tuberías de aspiración que arranquen, si es posible, de sendas tomas de agua de mar, una a babor y otra a estribor. Se proveerá una bomba de respeto de capacidad suficiente, que podrá utilizarse para otros servicios siempre que su empleo a fines de enfriamiento no perturbe ningún otro servicio esencial.

7.2.4 El sistema de refrigeración podrá quedar dispuesto según una de las modalidades siguientes:

- .1** un sistema directo en el que la carga evaporada se comprima, se condense y se devuelva a los tanques de carga. No se hará uso de él para ciertas cargas, especificadas en el capítulo 17;
- .2** un sistema indirecto en el que la carga o la carga evaporada se enfríe o se condense mediante refrigerante sin experimentar compresión;
- .3** un sistema combinado en el que la carga evaporada se comprima y se condense en un termocambiador de carga/ refrigerante y sea devuelta a los tanques de carga. No se hará uso de este sistema para ciertas cargas, especificadas en el capítulo 17.

7.2.5 Todos los refrigerantes primarios y secundarios habrán de ser compatibles entre sí y con la carga con la que puedan entrar en contacto. El intercambio térmico podrá producirse a distancia del tanque de carga o en serpentines de enfriamiento instalados dentro o fuera del tanque de carga.

Sistemas de respiración de los tanques de carga

8.1 Generalidades

Todos los tanques de carga irán provistos de un sistema aliviador de presión apropiado para las características de proyecto del sistema de contención de la carga y para la carga que se transporte. Los espacios de bodega, los espacios interbarreras y las tuberías de la carga que puedan quedar sometidos a presiones superiores a las de sus características de proyecto contarán asimismo con un adecuado sistema aliviador de presión. Este sistema estará conectado a un sistema de tuberías de respiración proyectado de modo que quede reducida al mínimo la posibilidad de que el vapor de la carga se acumule en las cubiertas o penetre en los espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control y espacios de máquinas, u otros espacios en los que pueda crear una situación peligrosa. Los sistemas reguladores de la presión indicados en el capítulo 7 serán independientes de las válvulas aliviadoras de presión.

8.2 Sistemas aliviadores de presión

8.2.1 Cada tanque de carga cuyo volumen exceda de 20 m³ irá provisto de dos válvulas aliviadoras de presión por lo menos, de capacidad aproximadamente igual, proyectadas y construidas como convenga para el servicio de que se trate. Para tanques de carga cuyo volumen no exceda de 20 m³ se podrá instalar una sola de estas válvulas.

8.2.2 Los espacios interbarreras irán provistos de dispositivos aliviadores de presión que la se ajusten a las normas reconocidas.

8.2.3 En general, el valor de tarado de las válvulas aliviadoras de presión no excederá de la presión de vapor para la cual se haya proyectado el tanque de carga. No obstante, cuando se instalen dos o más válvulas aliviadoras de presión, las válvulas que comprendan no más del 50% de la capacidad total de desahogo podrán tener un valor de tarado de hasta un 5% superior al MARVS.

8.2.4 Las válvulas aliviadoras de presión se conectarán a la parte más alta del tanque de carga, por encima del nivel de la cubierta. Las válvulas aliviadoras de presión de los tanques de carga cuya temperatura de proyecto sea inferior a 0°C se dispondrán de modo que no puedan quedar inutilizadas por la formación de hielo cuando estén cerradas. Se prestará la debida atención a la construcción y a la disposición de las válvulas aliviadoras de presión de los tanques de carga sometidos a temperaturas ambiente bajas. Las válvulas estarán construidas de materiales con un punto de fusión superior a 925°C. Se considerará la posibilidad de utilizar materiales con puntos de fusión inferiores para partes y juntas internas, cuando su utilización suponga una mejora sustancial del funcionamiento general de la válvula.

8.2.5 Las válvulas aliviadoras de presión se someterán a pruebas de prototipo a fin de garantizar que tienen la capacidad necesaria. Cada válvula se probará a fin de garantizar que se abre al valor de tarado exigido con un margen que no excederá de + 10% para o a 1,5 bar, + 6% para 1,5 a 3,0 bar y + 3% para 3,0 bar y valores superiores. Efectuará el tarado y el precintado de las válvulas aliviadoras de presión una autoridad competente que la Administración juzgue aceptable, y a bordo del buque habrá constancia escrita, con indicación de los valores de la presión de tarado, de que efectivamente se hizo esto.

8.2.6 En el caso de los tanques de carga respecto de los cuales se haya autorizado más de un tarado de válvula aliviadora de presión, cabrá hacer uso de esa autorización:

- .1 instalando dos o más válvulas adecuadamente taradas y precintadas, y proporcionando los medios necesarios para aislar del tanque de carga las válvulas que no se estén utilizando; o
- .2 instalando válvulas aliviadoras de presión cuyos valores de tarado puedan variarse mediante la inserción de espaciadores o de muelles distintos, unos y otros previamente aprobados, o por otros medios análogos que no exijan pruebas de presión para verificar la nueva presión de tarado. Todos los demás ajustes de válvula necesitarán ser precintados.

8.2.7 La variación de la presión de tarado efectuada de acuerdo con lo dispuesto en 8.2.6 y el correspondiente reajuste de las alarmas a que se hace referencia en 13.4.1, se llevarán a cabo bajo la supervisión del capitán, siguiendo procedimientos aprobados por la Administración e indicados en el manual de instrucciones del buque. En el diario de navegación se consignarán las variaciones producidas en las presiones de tarado; y en la cámara de control de la carga, si la hay, y en cada válvula aliviadora de presión, la oportuna indicación señalará cuál es la presión de tarado.

8.2.8 No se instalarán válvulas de cierre ni ningún otro medio obturador de las tuberías entre los tanques y las válvulas aliviadoras de presión para facilitar el mantenimiento, a menos que:

- .1 se tomen las medidas pertinentes para impedir que a la vez se encuentren fuera de servicio varias válvulas aliviadoras de presión;
- .2 haya un dispositivo que automáticamente y de modo bien visible indique cuál de esas válvulas está fuera de servicio; y
- .3 la capacidad de las válvulas aliviadoras de presión sea tal que si una de estas válvulas queda fuera de servicio, las restantes tengan la capacidad aliviadora conjunta prescrita en 8.5. Cabrá no obstante obtener ésta utilizando la capacidad conjunta de todas las válvulas, a condición de que haya a bordo una válvula de respeto adecuadamente mantenida.

8.2.9 Toda válvula aliviadora de presión instalada en un tanque de carga irá conectada a un sistema de respiración construido de modo que la descarga de gas se efectúe sin dificultades y en dirección vertical ascendente hacia la salida, y de tal manera que la posibilidad de que penetren en él agua o nieve sea mínima. La altura de los respiraderos no será de menos de $B/3$ ó 6 m, si este valor es mayor, por encima de la cubierta de intemperie, ni de 6 m por encima de la zona de trabajo, del pasillo longitudinal, de los tanques de almacenamiento de cubierta y de las tuberías para carga líquida.

8.2.10 Los respiraderos de las válvulas aliviadoras de presión de los tanques de carga se situarán a una distancia por lo menos igual a B , o a 25 m, si este segundo valor es menor, de la admisión de aire o de la abertura más próximas que den a espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control u otros espacios a salvo del gas. La Administración podrá permitir distancias menores para buques de eslora inferior a 90 m. Todos los demás respiraderos conectados al sistema de contención de la carga se situarán a una distancia de 10 m, por lo menos, de la admisión de aire o la abertura más próximas que den a espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control u otros espacios a salvo del gas.

8.2.11 Todos los demás respiraderos de la carga no considerados en otros capítulos se dispondrán de acuerdo con lo dispuesto en 8.2.9 y 8.2.10.

8.2.12 Si se transportan a la vez cargas que entre sí reaccionan de un modo peligroso, para cada una de ellas se instalará un distinto sistema aliviador de presión.

8.2.13 En el sistema de tuberías de respiración se instalarán los medios necesarios para agotar líquido de los lugares en que pueda haberse acumulado. Las válvulas aliviadoras de presión y las tuberías se dispondrán de modo que en ningún caso pueda acumularse líquido en dichas válvulas o cerca de ellas.

8.2.14 En los respiraderos se instalarán pantallas protectoras que eviten la penetración de cuerpos extraños.

8.2.15 Todas las tuberías de respiración se proyectarán y dispondrán de modo que no sufran daños por las variaciones de temperatura a que puedan quedar sometidas ni por los movimientos del buque.

8.2.16 En la determinación de la capacidad de conducción prescrita en 8.5 habrá que tener en cuenta la contrapresión ejercida en los conductos de respiración desde las válvulas aliviadoras de presión. La caída de presión en la tubería de respiración del tanque a la entrada de la válvula aliviadora de presión no excederá del 3% de la presión de tarado de la válvula. En el caso de válvulas aliviadoras de presión desequilibradas, la contrapresión en la tubería de descarga no excederá del 10% de la presión manométrica en la entrada de la válvula aliviadora de presión, con las tuberías de respiración expuestas al fuego como se indica en el párrafo 8.5.2.

8.2.17 Las válvulas aliviadoras de presión irán situadas sobre el tanque de carga de modo que permanezcan en la fase de vapor dados un ángulo de escora de 15° y un asiento de 0,015 *L*, tomando *L* según se le define en 1.3.23 en el límite máximo de llenado admisible (FL).

8.2.18 La idoneidad del sistema de respiración instalado en tanques cargados de conformidad con lo dispuesto en 15.1.5 se demostrará aplicando las Directrices elaboradas por la Organización. A bordo del buque se conservará en todo momento el certificado pertinente. A los efectos de este párrafo, por sistema de respiración se entiende:

- .1 la toma del tanque y las tuberías que conectan con la válvula aliviadora de presión;
- .2 la válvula aliviadora de presión;
- .3 las tuberías desde la válvula aliviadora de presión hasta el lugar de descarga a la atmósfera, incluidas las interconexiones y tuberías que conectan con otros tanques.

Este párrafo será aplicable a todos los buques, cualquiera que sea la fecha de construcción.

8.3 Sistema aliviador de presión complementario para controlar el nivel del líquido

8.3.1 Cuando así se prescriba en 15.1.4.2, en cada tanque se instalará un sistema aliviador de presión complementario que impida que el tanque se llene completamente de líquido en ningún momento mientras se esté procediendo a aliviar la presión en las condiciones de exposición al fuego a que se hace referencia en 8.5. Este sistema aliviador de presión constará de:

- .1 una o varias válvulas aliviadoras de presión taradas a una presión correspondiente a la presión manométrica del vapor de la carga a la temperatura de referencia definida en 15.1.4.2; y
- .2 medios de neutralización siempre que sean necesarios, que impidan el funcionamiento del sistema en circunstancias normales. Dichos medios comprenderán elementos fusibles proyectados de modo que se fundan a las temperaturas comprendidas entre 98°C y 104°C y hagan que la válvula o las válvulas aliviadoras de presión indicadas en 8.3.1.1 comiencen a funcionar. Los elementos fusibles se emplazarán especialmente en las proximidades de las válvulas aliviadoras de presión. El sistema comenzará a

funcionar si falla la fuente de energía, dado que la haya. Los medios de neutralización no dependerán de ninguna fuente de energía del buque.

8.3.2 La capacidad aliviadora total del sistema aliviador de presión complementario a la presión mencionada en 8.3.1.1 no será inferior a:

$$Q' = FG'A^{0,82} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

donde

Q' = régimen mínimo de descarga de aire exigido, dadas las condiciones normalizadas de 273 K y 1,013 bar.

$$G' = \frac{12,4}{(L + p, m)D} \sqrt{\frac{ZT'}{M}}$$

en que

Pr = densidad relativa de la fase líquida del producto en condiciones de alivio de la presión ($pr = 1,0$ para agua dulce);

$m = -d_i/d_{pr}$ = gradiente de disminución de la entalpia de la fase líquida comparada con el aumento de la densidad de esa fase (Kj/Kg) en las condiciones de alivio de la presión. Para presiones de tarado no superiores a 2,0 bar podrán utilizarse los valores de la tabla. 8.1 Para productos no enumerados en la tabla y para presiones de tarado superiores, el valor de m calculará tomando como base de datos termodinámicos del propio producto;

i = entalpia del líquido (Kj/kg)

T' = temperatura en pelvis (K) en las condiciones de alivio de la presión, es decir, a la presión de tarado del sistema aliviador de presión complementario;

F, A, L, D, Z y M están definidas en 8.5.2

Tabla 8.1 - Factor (m)

Producto	$m = d_i / d_{pr}$ (Kj/Kg)
Amoníaco anhidro	3400
Butadieno	1800
Butano	2000
Butilenos	1900
Cloruro de metilo	816
Cloruro de vinilo	900
Etano	2100
Etileno	1500
Metano	2300
Nitrógeno	400
Oxido de propileno	1550

Propano	2000
Propileno	1600

Los valores de esta tabla podrán utilizarse para las presiones de tarado que no sean superiores a 2,0 bar.

8.3.3 El cumplimiento de lo prescrito en 8.3.1.1 exige variar el tarado de las válvulas aliviadoras de presión indicadas en la presente sección. Se efectuará esta variación de conformidad con lo dispuesto en 8.2.6 y 8.2.7.

8.3.4 Las válvulas aliviadoras de presión mencionadas en 8.3.1.1 podrán ser las mismas que se mencionan en 8.2, a condición de que la presión de tarado y la capacidad aliviadora se ajusten a lo prescrito en la presente sección.

8.3.5 El escape de las citadas válvulas aliviadoras de presión podrá acabar en el sistema de respiración a que se hace referencia en 8.2.9. Si se instalan medios de respiración distintos, éstos se ajustarán a lo prescrito en 8.2.9 a 8.2.15.

8.4 Sistemas de protección por alivio de vacío

8.4.1 Los tanques de carga proyectados para resistir una presión diferencial exterior máxima de más de 0,25 bar y que puedan resistir la presión diferencial exterior máxima alcanzable a los regímenes de descarga máximos sin retorno de vapor a los tanques de carga o mediante el funcionamiento de un sistema de refrigeración de la carga, no necesitan protección por alivio de vacío.

8.4.2 Los tanques de carga proyectados para resistir una presión diferencial exterior máxima que no exceda de 0,25 bar o los tanques que no puedan resistir la presión diferencial exterior máxima alcanzable a los regímenes de descarga máximos sin retorno de vapor a los tanques de carga o mediante el funcionamiento de un sistema de refrigeración de la carga, o mediante el envío del gas de evaporación a los espacios de máquinas, irán provistos de:

- .1 dos conmutadores de presión independientes que den primero la alarma y a continuación detengan toda aspiración de líquido o vapor del tanque de carga, y el equipo de refrigeración, si lo hubiere, por medios adecuados, a una presión suficientemente inferior a la presión diferencial exterior máxima de proyecto del tanque de carga; o
- .2 válvulas aliviadoras de vacío cuya capacidad de flujo gaseoso sea por lo menos igual al régimen máximo de descarga de cada tanque de carga, taradas de modo que se abran a una presión inferior en grado suficiente a la presión diferencial exterior máxima de proyecto del tanque de carga; o
- .3 otros sistemas aliviadores de vacío que la Administración juzgue aceptables.

8.4.3 A reserva de lo prescrito en el capítulo 17, las válvulas aliviadoras de vacío habrán de hacer posible la admisión de un gas inerte, vapor de la carga o aire en el tanque de carga e Irán instaladas de modo que la posibilidad de que penetre agua o nieve sea mínima. Si admiten vapor de la carga, éste deberá proceder de una fuente ajena a los conductos de vapor de la carga.

8.4.4 El sistema aliviador de vacío podrá ser objeto de pruebas con las que verificar que funciona a la presión exigida.

8.5 Tamaño de las válvulas

La capacidad conjunta de las válvulas aliviadoras de presión de cada tanque de carga permitirá, sin que la presión del tanque aumente más de un 20% por encima del MARVS, efectuar la descarga correspondiente al mayor de los dos valores siguientes:

- .1 la capacidad máxima del sistema de inertización del tanque de carga si la presión máxima de trabajo alcanzable de dicho sistema de inertización rebasa el MARVS de los tanques de carga; o
- .2 los vapores generados por la exposición al fuego, calculados con la fórmula siguiente:

$$Q = FGA^{0.82} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

donde:

Q = régimen mínimo de descarga de aire exigido dadas las condiciones normalizadas de 273 K y 1,013 bar.

F = factor de exposición al fuego para distintos tipos de tanque de carga:

$F = 1,0$ para tanques sin aislamiento situados en cubierta;

$F = 0,5$ para tanques situados por encima de la cubierta con aislamiento aprobado por la Administración (considerada la utilización de un material ignífugo aprobado, la termoconductancia del aislamiento y su estabilidad, expuesto al fuego);

$F = 0,5$ para tanques independientes no aislados situados en las bodegas;

$F = 0,2$ para tanques independientes aislados situados en las bodegas (o tanques independientes no aislados situados en bodegas aisladas);

$F = 0,1$ para tanques independientes aislados situados en bodegas inertizadas (o tanques independientes no aislados situados en bodegas aisladas e inertizadas);

$F = 0,1$ para tanques de membrana y de semimembrana.

Para los tanques independientes que sobresalgan parcialmente atravesando la cubierta expuesta, el factor de exposición al fuego se determinará tomando como base las áreas de las superficies situadas encima y debajo de la cubierta.

G = factor de gas

$$G = \frac{12,4}{LD} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

donde

T = temperatura en Kelvins (K) en las condiciones correspondientes al alivio de la presión, es decir, al 120% de la presión del tarado de la válvula aliviadora de presión,

L = calor latente de las sustancias que se evaporen en las condiciones correspondientes al alivio de la presión, en Kj /Kg

D = constante basada en la relación de los calores específicos K, que muestra la tabla 8.2; si se desconoce el valor K, se considerará que D = 0,606. La constante D puede calcularse también mediante la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{2}{k+1} \frac{k+1}{k}}$$

Z = factor de compresibilidad del gas en las condiciones correspondientes al alivio de la presión; si se desconoce su valor, se considerará que Z = 1,0;

M = masa molecular del producto

A = área de la superficie exterior del tanque en m² para distintos tipos de tanque:

para tanques del tipo de cuerpo de revolución:

A = área de la superficie exterior;

para tanques que no sean del tipo de cuerpo de revolución:

A = área de la superficie exterior menos área de la superficie del fondo que se proyecta;

para tanques que se consisten en un conjunto de tanques tipo de recipientes de presión:

aislamiento sobre la estructura del buque:

A = área de la superficie exterior de la bodega menos área de la superficie que se proyecta;

aislamiento sobre la estructura del tanque

A = área de la superficie exterior del conjunto de recipientes de presión; excluido el aislamiento, menos área de la superficie del fondo que se proyecta, como indica la figura 8.1.

Tabla 8.2 - Constante D

Tabla 8.2 - Constante D

k	D	k	D
1,00	0,606	1,52	0,704
1,02	0,611	1,54	0,707
1,04	0,615	1,56	0,710
1,06	0,620	1,58	0,713
1,08	0,624	1,60	0,716
1,10	0,628	1,62	0,719
1,12	0,633	1,64	0,722
1,14	0,637	1,66	0,725
1,16	0,641	1,68	0,728
1,18	0,645	1,70	0,731
1,20	0,649	1,72	0,734
1,22	0,652	1,74	0,736
1,24	0,656	1,76	0,739
1,26	0,660	1,78	0,742
1,28	0,664	1,80	0,745
1,30	0,667	1,82	0,747
1,32	0,671	1,84	0,750
1,34	0,674	1,86	0,752
1,36	0,677	1,88	0,755
1,38	0,681	1,90	0,758
1,40	0,685	1,92	0,760
1,42	0,688	1,94	0,763
1,44	0,691	1,96	0,765
1,46	0,695	1,98	0,767
1,48	0,698	2,00	0,770
1,50	0,701	2,02	0,772
		2,20	0,792

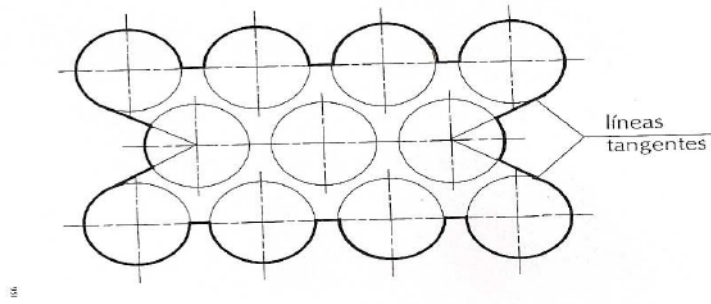


Figura 8.1

Capítulo 9

Control ambiental

9.1 Control ambiental en el interior de los tanques de carga y de los sistemas de tuberías de la carga

9.1.1 Se instalará un sistema de tuberías que permita desgasificar sin riesgos cada tanque de carga y, también sin riesgos, purgarlo con gas de la carga cuando se halle desgasificado. La disposición del sistema será tal que la posibilidad de que queden bolsas de gas o de aire después de la desgasificación o de la purga sea mínima.

9.1.2 Se proveerá un número suficiente de puntos de muestreo de gas por cada tanque de carga a fin de monitorizar adecuadamente los procesos de purga y desgasificación. Las conexiones destinadas al muestreo de gas Irán provistas de válvulas y de tapas que las cierren por encima de la cubierta principal.

9.1.3 Para gases inflamables el sistema quedará dispuesto de modo que sea mínima la posibilidad de que en el tanque de carga haya una mezcla inflamable en cualquier momento de la operación de desgasificación realizada con un agente inertizador como etapa intermedia. Además, el sistema permitirá purgar el tanque de carga con un agente inertizador antes de que se le llene con carga gaseosa o líquida, sin permitir que en ningún momento haya en su interior una mezcla inflamable.

9.1.4 En los sistemas de tuberías que puedan contener carga se podrá efectuar la desgasificación y la purga prescritas en 9.1.1 y 9.1.3.

9.1.5 El gas inerte utilizado para estas operaciones podrá ser suministrado desde tierra o desde el buque.

9.2 Control ambiental en el interior de los espacios de bodega (sistemas de contención de la carga que no sean tanques independientes de tipo C)

9.2.1 Los espacios interbarreras y los de bodega relacionados con sistemas de contención de la carga destinados a gases inflamables que exijan barreras secundarias completas se inertizarán con un gas inerte seco y adecuado, y se mantendrán en ese estado con un gas de relleno suministrado por un sistema generador de gas inerte instalado a bordo, o tomado de una reserva almacenada a bordo, la cual habrá de ser suficiente para un consumo normal de 30 días por lo menos.

9.2.2.1 Los espacios interbarreras y los de bodega relacionados con sistemas de contención de la carga destinados a gases inflamables que exijan barreras secundarias parciales se inertizarán con un gas inerte seco y adecuado, y se mantendrán en este estado con un gas de relleno suministrado por un sistema generador de gas inerte instalado a bordo o tomado de una reserva almacenada a bordo, la cual habrá de ser suficiente para un consumo normal de 30 días por lo menos.

9.2.2.2 Como posibilidad distinta, y a reserva de las restricciones señaladas en el capítulo 17, la Administración podrá permitir que los espacios a que se hace referencia en 9.2.2.1 se llenen con aire seco, a condición de que el buque mantenga almacenada una reserva de gas inerte o esté provisto de un sistema generador de gas inerte suficiente para inertizar el mayor de dichos espacios; y a condición de que la configuración de los espacios y los oportunos sistemas detectores de vapor, juntamente con la aptitud de los medios inertizadores provistos, garanticen que toda fuga de los tanques de carga será detectada rápidamente y que la inertización se efectuará antes de que surja una situación peligrosa. Se

instalará el equipo abastecedor de aire seco en cantidad suficiente y de calidad adecuada para satisfacer la demanda prevista.

9.2.3 Para gases no inflamables, los espacios a que se hace referencia en 9.2.1 y 9.2.2.1 se podrán mantener con una atmósfera de aire o de gas inerte, secos y adecuados.

9.2.4 En el caso de los tanques de aislamiento interno, no se necesitarán medios de control ambiental para los espacios interbarreras y los espacios situados entre la barrera secundaria y la parte interior del casco o las estructuras de tanques independientes, cuando estén completamente llenos de material de aislamiento que cumpla con lo dispuesto en 4.9.7.2.

9.3 Control ambiental de los espacios que rodean los tanques independientes de tipo C

Los espacios que rodean los tanques de carga refrigerados en los que no hay barreras secundarias se llenarán con gas inerte seco o aire seco adecuados y se mantendrán en este estado con un gas de relleno suministrado por un sistema generador de gas inerte instalado a bordo o tomado de una reserva de gas inerte almacenado a bordo, o bien con aire seco suministrado por un equipo apropiado secador de aire.

9.4 Inertización

9.4.1 Por inertización se entiende el proceso que hace incombustible un medio ambiente añadiéndole gases compatibles, que se pueden transportar en recipientes de almacenamiento, producir a bordo del buque o suministrar desde tierra. Los gases inertes habrán de ser compatibles químicamente y desde un punto de vista operacional, a todas las temperaturas que quepa esperar en el interior de los espacios que se vayan a inertizar, con los materiales de construcción de dichos espacios y con la carga. Habrá que tener en cuenta los puntos de condensación de los gases.

9.4.2 Cuando también haya que llevar, almacenado, un gas inerte para la extinción de incendios, se transportará en recipientes distintos y no se hará uso de él en servicios relacionados con la carga

9.4.3 Cuando se almacene un gas inerte a temperaturas inferiores a 0°C, ya en estado líquido, ya en estado gaseoso, el sistema de almacenamiento y suministro estará proyectado de modo que la temperatura de la estructura del buque no descienda por debajo de los valores limitadores que le hayan sido impuestos.

9.4.4 Se tomarán las medidas, adecuadas para la carga transportada, que eviten que los vapores de ésta ingresen por contraflujo en el sistema de gas inerte.

9.4.5 Se dispondrá lo necesario para que cada espacio que se esté inertizando pueda quedar aislado, y se instalarán los mandos, las válvulas aliviadoras de presión, etc., que hagan falta para regular la presión dentro de esos espacios.

9.5 Producción de gas inerte a bordo

9.5.1 El equipo habrá de poder producir gas inerte con un contenido de oxígeno que no rebase nunca el 5% del volumen de gas, a reserva de las prescripciones especiales del capítulo 17. En el sistema de suministro de gas inerte se instalará un indicador del contenido de oxígeno de lectura continua con dispositivo de alarma reglado de modo que dé la oportuna señal cuando la proporción de oxígeno represente como máximo el 5% del volumen total, a reserva de lo prescrito en el capítulo 17. Además, cuando se produzca el gas inerte a bordo por un procedimiento de destilación fraccionaria de aire que suponga el almacenamiento de nitrógeno licuado por medios criogénicos y destinado a ser liberado después, el gas licuado que entre en el recipiente de almacenamiento será objeto de monitorización a

fin de detectar posibles vestigios de oxígeno y así evitar un elevado enriquecimiento inicial en oxígeno del gas cuando se libere éste a fines de inertización.

9.5.2 Todo sistema de gas inerte contará con mandos reguladores de presión y medios de monitorización apropiados para el sistema de contención de la carga. En la zona de la carga se instalarán medios, que la Administración habrá de juzgar aceptables, destinados a impedir el contraflujo del gas de la carga.

9.5.3 Los espacios que contengan instalaciones generadoras de gas inerte no tendrán acceso directo a los espacios de alojamiento o de servicio ni a los puestos de control, pero podrán estar situados en los espacios de máquinas. Si dichas instalaciones están situadas en los espacios de máquinas o en otros que quedan fuera de la zona de carga, en el conducto principal de gas inerte situado en la zona de la carga se instalarán, de conformidad con lo prescrito en 9.5.2, dos válvulas de retención u otros dispositivos equivalentes. Las tuberías de gas inerte no atravesarán espacios de alojamiento o de servicio ni puestos de control. Cuando no se utilice, el sistema de gas inerte se aislará del sistema de carga en la zona de carga, salvo las conexiones con los espacios de bodega o los espacios interbarreras.

9.5.4 El equipo quemador de llama utilizado para generar gas inerte no estará situado en la zona de la carga. Se podrá estudiar especialmente el emplazamiento que proceda dar al equipo generador de gas inerte que utilice el proceso de combustión catalítica.

Capítulo 10

Instalaciones eléctricas

(Las siguientes enmiendas se aplican a los buques construidos el 1 de enero de 2007 o posteriormente)

10.1 Generalidades

10.1.1 Las disposiciones del presente capítulo rigen para los buques que transporten productos inflamables y se aplicarán juntamente con la parte D del capítulo II-1 de las Enmiendas de 1983 al SOLAS.

10.1.2 Las instalaciones eléctricas serán tales que se reduzca al mínimo el riesgo de incendio y de explosión debidos a la presencia de productos inflamables*. No será necesario considerar las instalaciones eléctricas que cumplan con el presente capítulo como fuentes de ignición a efectos del capítulo 3.

10.1.3 Las Administraciones tomarán las medidas apropiadas para garantizar uniformidad en la implantación y en la aplicación de las disposiciones del presente capítulo respecto de las instalaciones eléctricas.

10.1.4 No se instalará equipo ni cableado eléctrico en espacios o zonas peligrosos a causa del gas, a menos que sean esenciales a fines operacionales. No se instalará equipo eléctrico, cables ni cableado eléctrico en emplazamientos potencialmente peligrosos, a menos que se ajusten a normas que no sean inferiores a las aceptadas por la Organización†. No obstante, por lo que respecta a los emplazamientos a los que no se apliquen tales normas, en los emplazamientos potencialmente peligrosos se podrán instalar equipo eléctrico, cables y cableado eléctrico que no se ajusten a las normas, si la Administración, tras evaluar los riesgos, estima que ofrecen un grado de seguridad equivalente.

10.1.5 Cuando se instale equipo eléctrico en espacios o zonas peligrosos a causa del gas de conformidad con lo dispuesto en 10.1.4, la instalación habrá de ser satisfactoria a juicio de la Administración y aprobada para funcionar en la atmósfera inflamable de que se trate por las autoridades que la Administración reconozca como competentes.

10.2 Tipos de equipo

10.2.1 Espacios y zonas peligrosos a causa del gas -generalidades

En todos los espacios y zonas peligrosos a causa del gas, según quedan éstos definidos en 1.3.17, podrán instalarse equipo y cableado eléctricos intrínsecamente seguros.

10.2.2 Sistemas de contención de la carga

En los sistemas de contención de la carga podrán instalarse motores de las bombas para la carga, de tipo sumergido, y los cables de alimentación correspondientes. Se dispondrá lo necesario para poder parar automáticamente los motores si el líquido desciende a un nivel bajo. Para ello cabrá detectar una baja presión de descarga de la bomba, corriente baja de los motores o nivel bajo de líquido. En el puesto de control de la carga se instalará un dispositivo de alarma que indique esa parada. Los motores

* Véanse las normas publicadas por la Comisión Electrotécnica Internacional, y en particular la publicación 60092-502

† Véanse las normas publicadas por la Comisión Electrotécnica Internacional, y IEC 60092-502:1999 “*Electrical installations in ships and tankers*” (Equipos eléctricos en los buques-buques tanque).

de las bombas de la carga podrán quedar aislados del suministro de corriente durante las operaciones de desgasificación.

10.2.3 *Espacios de bodega y algunos otros espacios*

10.2.3.1 En los espacios de bodega, cuando la carga se transporte en un sistema de contención que exija una barrera secundaria, podrán instalarse cables de alimentación para motores de las bombas de la carga, de tipo sumergido.

10.2.3.2 En los espacios de bodega, cuando la carga se transporte en un sistema de contención que no exija una barrera secundaria, y en los espacios descritos en 1.3.17.5, podrá instalarse lo siguiente:

- .1 cables pasantes;
- .2 accesorios de alumbrado en cajas presionizadas o del tipo antideflagrante. El sistema de alumbrado se dividirá entre dos circuitos derivados, por lo menos. Todos los interruptores y los dispositivos protectores habrán de poder interrumpir todos los polos o fases y estarán ubicados en un espacio a salvo del gas; y
- .3 sondas o correderas eléctricas y ánodos o electrodos de sistemas de protección catódica por diferencia de potencial eléctrico. Estos dispositivos Irán alojados en cajas herméticas; y únicamente en los espacios descritos en 1.3.17.5:
- .4 motores antideflagrantes para el accionamiento de las válvulas de los sistemas de carga o de lastre; y
- .5 indicadores acústicos de alarma general antideflagrantes.

10.2.4 *Cámaras de bombas para la carga y cámaras de compresores para la carga*

10.2.4.1 Los accesorios de alumbrado irán en cajas presionizadas o serán del tipo antideflagrante. El sistema de alumbrado se dividirá entre dos circuitos derivados, por lo menos. Todos los interruptores y los dispositivos protectores habrán de poder interrumpir todos los polos o fases y estarán ubicados en un espacio a salvo del gas.

10.2.4.2 Los motores eléctricos de las bombas o de los compresores para la carga estarán separados de estos espacios por un mamparo o una cubierta herméticos. Se instalarán acoplamientos flexibles u otros medios para mantener la alineación en los ejes de transmisión, entre el equipo impulsado y sus motores, aparte de que donde los ejes atravesen el mamparo o la cubierta herméticos se proveerán prensaestopas adecuados. Los citados motores eléctricos y el equipo relacionado con ellos Irán alojados en un compartimiento que cumpla con el capítulo 12.

10.2.4.3 Si las prescripciones relativas al funcionamiento o a estructuras son de una índole tal que impidan aplicar el método descrito en 10.2.4.2, se podrán instalar los motores certificados como seguros indicados a continuación:

- .1 del tipo de seguridad incrementada, con cierre antideflagrante; y
- .2 del tipo presionizado.

10.2.4.4 Los indicadores acústicos de alarma general irán en cajas del tipo antideflagrante.

10.2.5 *Zonas situadas en cubiertas expuestas y espacios que no sean espacios de bodega*

10.2.5.1 En zonas situadas en cubiertas expuestas o en espacios no cerrados situados en dichas cubiertas a menos de 3 m de cualquier orificio de salida de tanque de carga, orificio de salida de gas o vapor, brida de tubería de la carga, válvula o entrada para la carga y abertura de ventilación de las cámaras de bombas para la carga y de las cámaras de compresores para la carga; en zonas situadas en la cubierta expuesta por encima de la zona de la carga y 3 m a proa y a popa de la zona de la carga situada en la cubierta expuesta y a una altura de hasta 2,4 m por encima de la cubierta; y en zonas situadas a menos de 2,4 m de la superficie exterior de un sistema de contención de la carga, cuando dicha superficie esté expuesta a la intemperie, se podrá instalar lo siguiente:

- .1 equipo de tipo certificado como seguro; y
- .2 cables pasantes.

10.2.5.2 En espacios cerrados o semicerrados en los que haya tuberías que contengan carga y en compartimientos destinados a los conductos flexibles para la carga se podrá instalar lo siguiente:

- .1 accesorios de alumbrado en cajas presionizadas o del tipo antideflagrante. El sistema de alumbrado se dividirá entre dos circuitos derivados, por lo menos. Todos los interruptores y los dispositivos protectores habrán de poder interrumpir todos los polos o fases y estarán ubicados en un espacio a salvo del gas; y
- .2 cables pasantes.

10.2.5.3 En los espacios cerrados o semicerrados que tengan una abertura directa a cualquier espacio o zona peligrosos a causa del gas habrá instalaciones eléctricas que satisfagan las prescripciones aplicables al espacio o zona a los que dé la abertura.

10.2.5.4 El equipo eléctrico situado dentro de espacios protegidos por esclusas neumáticas será del tipo certificado como seguro, a menos que esté dispuesto de modo que se le pueda aislar de la corriente aplicando las medidas prescritas en 3.6.4.

Capítulo 11

Prevención y extinción de incendios

11.1 Medidas de seguridad contra incendios

11.1.1 Lo prescrito acerca de los buques tanque en el capítulo II-2 del SOLAS se aplicará a los buques regidos por el Código, independientemente de su arqueo, incluidos los de arqueo bruto inferior a 500 toneladas, con las siguientes salvedades:

- .1 las reglas 4.5.1.6 y 4.5.10 no serán aplicables;
- .2 la regla 10.2, en la medida en que sea aplicable a los buques de carga, y las reglas 10.4 y 10.5, se aplicarán tal como se aplicarían a los buques tanque de arqueo bruto igual o superior a 2 000;
- .3 la regla 10.5.6 será aplicable a los buques de arqueo bruto igual o superior a 2 000;
- .4 las reglas del capítulo II-2 del Convenio SOLAS relativas a los buques tanque indicadas a continuación no son aplicables y quedan sustituidas por los capítulos y las secciones del Código siguientes

Regla	Sustituida por
10.10	11.6
4.5.1.1 y 4.5.1.2	capítulo 3
4.5.5 y 10.8	11.3 y 11.4
10.9	11.5

- 5 las reglas 13.3.4 y 13.4.3 se aplicarán a los buques de arqueo bruto igual o superior a 500

11.1.2 Se eliminarán todas las fuentes de ignición de los espacios en que pueda haber vapores inflamables, salvo lo que en otro sentido se disponga en los capítulos 10 y 16.

11.1.3 Lo dispuesto en la presente sección se aplica juntamente con el capítulo 3.

11.1.4 Para los fines de la lucha contra incendios toda zona de la cubierta expuesta situada por encima de los coferdanes, de los espacios para lastre y de los espacios perdidos situados en el extremo popa del espacio de bodega que esté más a popa o en el extremo proa del espacio de bodega que esté más a proa quedarán incluidos en la zona de la carga.

11.2 Equipo del colector contraincendios

11.2.1 Todos los buques, independientemente de su tamaño, que transporten productos regidos por el presente Código, cumplirán con lo prescrito en las reglas II-2/10.2, 10.4 y 10.5 del SOLAS, aunque lo prescrito en cuanto a capacidad de las bombas contraincendios y al diámetro del colector y de las tuberías contraincendios no estará limitado por lo dispuesto en las reglas II-2/10.2.2.4.1 y II-2/10.2.1.3 cuando la bomba y el colector contraincendios se empleen como parte del sistema aspersor de agua de conformidad con lo permitido en 11.3.3. Además, lo prescrito en la regla II-2/10.2.1.6 se cumplirá a una presión manométrica mínima de 5,0 bar.

11.2.2 Los medios instalados serán tales que por lo menos dos chorros de agua puedan llegar a cualquier parte de la cubierta que quede en la zona de la carga, así como a las partes del sistema de

contención de la carga y de las tapas de los tanques situadas por encima de la cubierta. Para que la disposición sea esa y a fin de cumplir con lo prescrito en las reglas II-2/10.2.1.5.1 y II-2/10.2.3.3 del SOLAS, se instalará el número necesario de bocas contraincendios, con mangueras cuya longitud se especifica en la regla II-2/10.2.3.1.1.

11.2.3 Se instalarán válvulas de cierre en todos los cruzamientos provistos, así como en los colectores situados en la parte delantera de la toldilla y a trechos de no más de 40 m entre las bocas contraincendios situadas en cubierta, en la zona de la carga, a fin de poder aislar las secciones averiadas del colector.

11.2.4 Todas las lanzas que se provean para la extinción de incendios serán de doble efecto y de un tipo aprobado; podrán lanzar agua por aspersión o en chorro. Todas las tuberías, válvulas, lanzas y demás accesorios de los sistemas contra incendios serán resistentes a los efectos del fuego y a la acción corrosiva del agua.

11.2.5 En los casos en que la cámara de máquinas no tenga dotación permanente, se tomarán las medidas necesarias para poner en marcha y conectar al colector contraincendios al menos una bomba contraincendios, por telemando, desde el puente de navegación o desde otro puesto de control situado fuera de la zona de carga.

11.3 Sistema de aspersión de agua

11.3.1 En los buques que transporten productos inflamables o tóxicos, o unos y otros, se instalará un sistema aspersor de agua a fines de enfriamiento, prevención de incendios y protección de la tripulación, el cual abarcará:

- .1 Las bóvedas de los tanques de carga expuestos y cualquier parte expuesta de dichos tanques;
- .2 los recipientes de almacenamiento expuestos, situados en cubierta y destinados a productos inflamables o tóxicos;
- .3 los colectores de descarga y de carga de productos líquidos y gaseosos, la zona de sus válvulas de control y cualesquiera otras zonas en que haya instaladas válvulas de control esenciales y que serán por lo menos iguales al área de las bandejas de goteo provistas; y
- .4 los mamparos límite de las superestructuras y de las casetas en que habitualmente haya dotación, de las cámaras de compresores de la carga, de las cámaras de bombas de la carga, de los pañoles en los que haya artículos que presenten gran riesgo de incendio y de las cámaras de control de la carga, encarados con la zona de carga. Los mamparos límite de estructuras del castillo de proa sin dotación en los que no haya artículos o equipo que presenten gran riesgo de incendio no necesitarán estar protegidos por el sistema aspersor de agua.

11.3.2 El sistema tendrá la capacidad necesaria para cubrir todas las zonas mencionadas en 11.3.1 con una aspersión mínima de agua uniformemente distribuida de 10 l/m² por minuto para superficies de proyección horizontal y de 4 l/m² por minuto para las superficies verticales. Por lo que respecta a estructuras que no tengan superficies horizontales o verticales claramente definidas, la capacidad del sistema aspersor de agua vendrá determinada por el mayor de los dos valores siguientes:

- .1 la superficie proyectada horizontalmente multiplicada por 10l/m² por minuto; o
- .2 la superficie real multiplicada por 4l/m² por minuto.

En las superficies verticales, para el espaciamiento que ha de mediar entre las boquillas aspersoras que protegen las zonas inferiores cabrá tener en cuenta la caída prevista de agua desde las zonas situadas a mayor altura. Se instalarán válvulas de cierre a trechos en el colector de aspersión a fin de poder aislar las secciones averiadas. Como posibilidad distinta cabrá dividir el sistema en dos o más secciones accionables independientemente, a condición de que los mandos necesarios queden instalados juntos a popa de la zona de carga. Una sección que proteja cualquiera de las zonas citadas en 11.3.1.1 y .2 habrá de cubrir todo el conjunto transversal de tanques que abarque dicha zona.

11.3.3 La capacidad de las bombas empleadas para la aspersión deberá bastar para enviar simultáneamente a todas las zonas la cantidad de agua prescrita, o bien, cuando el sistema esté dividido en secciones los medios provistos y la capacidad serán tales que simultáneamente se pueda suministrar agua a una cualquiera de las secciones y a las superficies indicadas en 11.3.1.3 y .4. Como posibilidad distinta cabrá utilizar para este servicio las bombas contraincendios principales, a condición de que se incremente su capacidad total en la medida necesaria para el sistema aspersor. En cualquiera de ambos casos, a través de una válvula de cierre se efectuará una conexión entre el colector contraincendios y el colector para la aspersión de agua, fuera de la zona de la carga.

11.3.4 Sujeto esto a la aprobación de la Administración, las bombas de agua normalmente utilizadas para otros servicios se podrán emplear para alimentar el colector del sistema aspersor de agua.

11.3.5 Todas las tuberías, válvulas, boquillas y demás accesorios de los sistemas aspersores serán resistentes a la acción corrosiva del agua del mar, a cuyo fin podrá emplearse tubo galvanizado, por ejemplo, y a los efectos del fuego.

11.3.6 Los dispositivos de teleaccionamiento de las bombas de alimentación del sistema de aspersión de agua y de las válvulas que normalmente vayan cerradas en el sistema se instalarán en emplazamientos adecuados situados fuera de la zona de la carga, que sean adyacentes a los espacios de alojamiento, y serán de fácil acceso y utilización en caso de incendio en las zonas que se trate de proteger.

11.4 Sistemas de productos químicos en polvo para la extinción de incendios

11.4.1 Los buques en los que se proyecte transportar productos inflamables irán provistos de sistemas fijos del tipo de productos químicos en polvo para la extinción de incendios en la parte de cubierta correspondiente a la zona de la carga y, según proceda, en las zonas proel o popel de manipulación de la carga. El sistema y el producto químico en polvo habrán de ser adecuados para este fin y satisfactorios a juicio de la Administración.

11.4.2 El sistema podrá lanzar el polvo por dos mangueras, al menos, o por una combinación de cañón/mangueras a cualquier parte de la zona de la carga expuesta que quede por encima de la cubierta, incluidas las tuberías de la carga situadas por encima de la cubierta. Se activará el sistema mediante un gas inerte, como nitrógeno, que se utilizará exclusivamente para este fin y que irá almacenado en recipientes de presión adyacentes a los recipientes de polvo.

11.4.3 El sistema destinado a la zona de la carga estará constituido al menos por dos equipos independientes y autónomos de producto químico en polvo con sus correspondientes mandos, tuberías fijas del agente presionizador y cañones o mangueras. En buques cuya capacidad de carga sea inferior a 1 000 m³ la Administración podrá permitir que sólo se instale uno de dichos equipos. Se instalará un cañón, dispuesto de modo que proteja las zonas del colector de carga y descarga y que pueda ser accionado tanto en su emplazamiento como por telemando. No es necesario que el cañón sea orientable por telemando si desde una sola posición puede descargar la cantidad de polvo necesaria para cubrir todas las zonas que haya de proteger. Se podrán accionar todas las mangueras y todos los

cañones desde el carretel de arrollamiento o desde el cañón. En el extremo papel de la zona de la carga se emplazará por lo menos una manguera o un cañón.

11.4.4 Todo dispositivo extintor de incendios que cuente con dos o más cañones, mangueras o combinaciones de aquellos y éstas irá provisto de tuberías independientes con un colector en el recipiente de polvo, a menos que se instale otro medio aprobado por la Administración que garantice un funcionamiento correcto. Cuando haya conectadas dos o más tuberías a uno de esos dispositivos se tomarán las medidas necesarias para que cualquiera de los cañones y mangueras o la totalidad de unos y otras puedan operar simultánea o consecutivamente a sus capacidades de régimen.

11.4.5 La capacidad de un cañón no será inferior a 10 kg/s. Las mangueras serán del tipo que no hace cocas e Irán provistas de una lanza que pueda funcionar intermitentemente y arrojar polvo a razón de, al menos, 3,5 kg/s. El régimen de descarga máximo será tal que un hombre baste para manejar la manguera. La longitud de la manguera no excederá de 33 m. Cuando entre el recipiente de polvo y una manguera o un cañón se instalen tuberías fijas, la longitud de éstas no excederá de la que permita conservar el polvo en un estado fluidizado durante la utilización continua o intermitente y extraer el polvo de la tubería cuando se para el sistema. Las mangueras y las lanzas serán resistentes a la intemperie o se guardarán en alojamiento o bajo cubiertas resistentes a la intemperie y ocuparán posiciones fácilmente accesibles.

11.4.6 En cada recipiente de producto químico en polvo se almacenará una cantidad de éste suficiente para hacer posible un tiempo mínimo de descarga de 45 s por todos los cañones y mangueras conectados a cada extintor de producto químico en polvo. El rendimiento de los cañones fijos se ajustará a los valores siguientes:

Capacidad de cada cañón fijo (kg/s)	10	25	45
Distancia máxima de cobertura (m)	10	30	40

Se considerará que la distancia máxima de cobertura efectiva de cada manguera es igual a la longitud de la manguera. Se considerarán de modo especial los casos en que las zonas que vayan a ser protegidas se hallen a una altura considerablemente superior que los cañones o carreteles de manguera.

11.4.7 Los buques provistos de medios de carga y descarga por la proa o por la popa llevarán un equipo complementario de producto químico en polvo, provisto de un cañón y una manguera al menos, que cumplan con lo prescrito en 11.4.1 a 11.4.6. Este equipo irá situado de modo que proteja los medios de carga y descarga por la proa o por la popa. La zona de la tubería de la carga a proa o a popa de la zona de la carga estará protegida por mangueras.

11.5 Cámaras de compresores y de bombas de carga

11.5.1 Las cámaras de compresores y de bombas de carga de todo buque estarán provistas de un sistema de anhídrido carbónico, como el especificado en la regla II-2/10.9.1.1 del SOLAS. En los mandos se colocará un aviso que indique que el sistema se puede utilizar únicamente para extinción de incendios y no con fines de inertización, dado el riesgo de ignición debido a la electricidad estática. Los dispositivos de alarma a que hace referencia la regla II-2/10.9.1.1.1 del SOLAS deberán poder funcionar con seguridad en una mezcla inflamable de vapores de la carga y aire. A los fines de la presente prescripción, se proveerá un sistema de extinción adecuado para espacios de máquinas. No obstante, la cantidad de gas transportado será suficiente para que, una vez liberado, el volumen de gas sea igual al 45% del volumen bruto de las cámaras de compresores y bombas de carga en todos los casos.

11.5.2 En los buques dedicados al transporte de un número limitado de cargas, las cámaras de compresores y de bombas de carga estarán protegidas por un sistema adecuado de extinción de incendios aprobado por la Administración.

11.6 Equipos de lucha contra incendios

11.6.1 Todo buque que transporte productos inflamables llevará equipos de lucha contra incendios en la proporción que a continuación se indica, ajustados a lo prescrito en la regla II-2/10.10 del SOLAS:

Capacidad total de carga	Número de equipos
igual o inferior a 5 000 m ³	4
superior a 5 000 m ³	5

11.6.2 En el capítulo 14 se dan prescripciones complementarias relativas al equipo de seguridad.

11.6.3 Todo aparato respiratorio exigido como parte del equipo de bombero será un aparato autónomo de aire cuya capacidad mínima sea de 1 200 l de aire libre.

Capítulo 12

Ventilación mecánica en la zona de la carga

Las prescripciones del presente capítulo sustituyen a las de las reglas II-2/4.5.2.6 y II-2/4.5.4 del SOLAS

12.1 Espacios en los que es necesario penetrar durante las operaciones normales de manipulación de la carga

12.1.1 Las cámaras de motores eléctricos, de bombas y de compresores para la carga, otros espacios cerrados que contengan equipo de manipulación de la carga y espacios análogos en los que se realicen operaciones de manipulación de la carga, estarán provistos de sistemas de ventilación mecánica que se puedan controlar desde el exterior. Se dispondrá lo necesario para ventilar dichos espacios antes de que haya que penetrar en ellos y accionar el equipo, y en su exterior se fijará una nota de advertencia en la que se diga que es obligatorio utilizar dicha ventilación.

12.1.2 Los orificios de admisión y salida de la ventilación mecánica estarán dispuestos de modo que garanticen un movimiento suficiente de aire por el espacio de que se trate para evitar la acumulación de vapores inflamables o tóxicos, así como un medio ambiente de trabajo sin riesgos, y el sistema de ventilación no tendrá en ningún caso una capacidad de menos de 30 renovaciones de aire por hora, tomando como base el volumen total del espacio. Como excepción, para las cámaras de control de la carga a salvo del gas podrá haber ocho renovaciones de aire por hora.

12.1.3 Los sistemas de ventilación serán fijos y si son del tipo de depresión permitirán que la extracción se produzca por la parte alta de los espacios, por la parte baja o por ambas partes; dependerá esto de la densidad de los vapores de los productos transportados.

12.1.4 En las cámaras de los motores eléctricos de compresores o de bombas para la carga, los espacios, exceptuados los espacios de máquinas, en que haya generadores de gas inerte, las cámaras de control de la carga si están consideradas como espacios a salvo del gas, y otros espacios a salvo del gas situados en la zona de la carga, se utilizará ventilación del tipo de presión positiva.

12.1.5 En las cámaras de bombas y de compresores para la carga, y en las de control de la carga si están consideradas como espacios peligrosos a causa del gas, se utilizará ventilación del tipo de depresión.

12.1.6 Los conductos de extracción del aire de ventilación de los espacios peligrosos a causa del gas descargarán hacia arriba en emplazamientos situados a 10 m por lo menos, en sentido horizontal, de las tomas de ventilación y las aberturas que den a espacios de alojamiento, espacios de servicio, puestos de control y otros espacios a salvo del gas.

12.1.7 Las tomas de ventilación estarán dispuestas de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de que los vapores peligrosos procedentes de toda abertura de descarga de ventilación sean reutilizados.

12.1.8 Los conductos de ventilación que arranquen de espacios peligrosos a causa del gas no atravesarán espacios de alojamiento, de servicio o de máquinas, ni puestos de control, salvo en los casos permitidos en el capítulo 16.

12.1.9 Los motores eléctricos de los ventiladores se instalarán fuera de los conductos de ventilación si existe el propósito de transportar productos inflamables. Los ventiladores no crearán fuentes de inflamación de vapores en los espacios ventilados ni en el sistema de ventilación de estos espacios. Los ventiladores y, sólo en el emplazamiento de éstos, los conductos que les correspondan, destinados

a espacios peligrosos a causa del gas, estarán contruidos de modo que no desprendan chispas, como a continuación se indica:

- .1 ventiladores impulsores o alojamiento, no metálicos, prestando la atención necesaria a la eliminación de electricidad estática;
- .2 ventiladores impulsores y alojamiento, de materiales no ferrosos;
- .3 ventiladores impulsores y alojamiento, de acero austenítico inoxidable; y
- .4 ventiladores impulsores y alojamiento ferrosos, proyectados con huelgo no inferior a 13 mm en las puntas de las palas.

Se considerará que toda combinación de un componente fijo o giratorio de aleación de aluminio o magnesio con un componente fijo o giratorio ferroso, sea cual fuere el huelgo en las puntas de las palas, es peligrosa por la posible emisión de chispas y no se utilizará en estos lugares.

12.1.10 Para cada tipo de ventilador a que se hace referencia en el presente capítulo se llevarán a bordo piezas de respeto.

12.1.11 En las aberturas exteriores de los conductos de ventilación se instalarán rejillas protectoras cuyas mallas sean de 13 mm de lado como máximo.

12.2 Espacios en los que habitualmente no se penetra

Los espacios de bodega, espacios interbarreras, espacios perdidos, coferdanes, espacios que contengan las tuberías de la carga y otros espacios en los que se puedan acumular los vapores de ésta, habrán de poder ser ventilados con el fin de garantizar un medio ambiente sin riesgos cuando sea necesario entrar en ellos. Si no se ha provisto un sistema de ventilación permanente para estos espacios, se instalarán dispositivos aprobados y amovibles de ventilación mecánica. Cuando lo exija la disposición de espacios tales como los de bodega e interbarreras, los conductos esenciales para la citada ventilación serán de instalación permanente. Los ventiladores o ventiladores impelentes estarán apartados de las aberturas de acceso para el personal y se ajustarán a lo dispuesto en 12.1.9.

Capítulo 13

Instrumentos (de medición, de detección de gas)

13.1 Generalidades

13.1.1 Cada tanque de carga irá provisto de dispositivos indicadores del nivel, la presión y la temperatura de la carga. Los manómetros y los indicadores de temperatura se instalarán en los sistemas de tuberías para líquido y vapor, en las instalaciones refrigeradoras de la carga y en los sistemas de gas inerte, tal como se detalla en el presente capítulo.

13.1.2 Cuando sea necesario establecer una barrera secundaria se instalarán con carácter permanente instrumentos para detectar si la barrera primaria deja de ser estanca en un punto cualquiera o si la carga líquida entra en contacto con la barrera secundaria en un punto cualquiera. Estos instrumentos consistirán en dispositivos detectores de gas adecuados que se ajusten a lo dispuesto en 13.6. No es necesario, sin embargo, que puedan localizar la zona en que haya fugas de carga líquida a través de la barrera primaria o en que la carga líquida haya entrado en contacto con la barrera secundaria.

13.1.3 Si las operaciones de carga y descarga del buque se realizan con válvulas y bombas telemandadas, todos los mandos y los indicadores relacionados con un tanque de carga determinado estarán agrupados en un mismo puesto de control.

13.1.4 Los instrumentos se someterán a pruebas que garanticen su seguridad funcional en las condiciones de trabajo previstas, y se calibrarán a intervalos regulares. Los procedimientos de prueba de los instrumentos y los intervalos entre recalibraciones consecutivas habrán de ser aprobados por la Administración.

13.2 Indicadores de nivel para tanques de carga

13.2.1 Todo tanque de carga irá provisto al menos de un indicador de nivel de líquido proyectado de modo que funcione a presiones no inferiores a las del MARVS del tanque y a temperaturas comprendidas en la gama de temperaturas de régimen de la carga. Cuando sólo se instale un indicador de nivel de líquido, su disposición será tal que permita efectuar toda operación de mantenimiento necesaria mientras el tanque de carga esté prestando servicio.

13.2.2 Los indicadores de nivel de líquido de los tanques de carga podrán ser de los tipos expuestos a continuación, a reserva de cualesquiera prescripciones especiales relativas a determinadas cargas que se señalen en la columna g de la tabla del capítulo 19:

- .1 dispositivos indirectos, que determinan la cantidad de carga utilizando medios tales como el peso de ésta o indicaciones de flujómetros;
- .2 dispositivos cerrados que no penetran en el tanque de carga, como los que se sirven de radioisótopos o medios ultrasónicos;
- 3 dispositivos cerrados que penetran en el tanque de carga pero que forman parte de un sistema cerrado e impiden que la carga se salga, tales como los sistemas de flotador, sondas electrónicas, sondas magnéticas e indicadores de burbuja. Si el dispositivo indicador cerrado no está montado directamente en el tanque, irá provisto de una válvula de seccionamiento situada lo más cerca posible del tanque; y
- .4 dispositivos de paso reducido, que penetran en el tanque y que cuando se está haciendo uso de ellos permiten que una cantidad pequeña de la carga gaseosa o líquida escape a la atmósfera, tales como los medidores de tubo fijo y de tubo deslizante. Cuando no se esté

haciendo uso de ellos se mantendrán completamente cerrados. El proyecto y la instalación del dispositivo serán tales que impidan que al abrir éste se produzca una fuga peligrosa de la carga. Estos indicadores habrán sido proyectados de modo que su abertura máxima no exceda de 1,5 mm de diámetro o de un área equivalente, a menos que estén dotados de una válvula limitadora del flujo.

13.2.3 La Administración podrá permitir mirillas provistas de una tapa protectora adecuada y situadas por encima del nivel del líquido, con una escala interior, como medio secundario de medición destinado a tanques de carga que tengan una presión de vapor de proyecto de no más de 0,7 bar.

13.2.4 No se instalarán tubos de vidrio indicadores de nivel. La Administración podrá permitir para los tanques situados en cubierta, a reserva de las disposiciones pertinentes del capítulo 17, tubos de nivel de gran resistencia, del tipo que se instala en calderas de alta presión provistos de válvulas limitadoras del flujo.

13.3 Control de reboses

13.3.1 Salvo en los casos señalados en 13.3.2, todo tanque de carga irá provisto de un avisador de nivel alto de líquido que funcione independientemente de los otros indicadores de nivel de líquido y que cuando sea activado dé una señal acústica y óptica. Otro detector independiente del avisador de nivel alto de líquido accionará automáticamente una válvula de seccionamiento de modo que, a la vez que evite la presión excesiva del líquido en el conducto de carga, impida que el tanque se llene completamente de líquido. A este efecto, cabrá utilizar la válvula de cierre de emergencia a que se hace referencia en 5.6.1 y 5.6.3. Si para ello se utiliza alguna otra válvula, tendrá que haber a bordo la misma información que se menciona en 5.6.4. Durante la carga, siempre que la utilización de esas válvulas pueda dar lugar a un aumento brusco y excesivo de presión en el sistema de carga, la autoridad del Estado rector del puerto podrá aceptar otras medidas, tales como limitar el régimen de la carga.

13.3.2 No se exigirá avisador de nivel alto de líquido ni dispositivo de interrupción automática del llenado del tanque de carga, si éste:

- .1 es un tanque de presión cuyo volumen no excede de 200 m³; o
- .2 ha sido proyectado de modo que resista la máxima presión posible durante la operación de carga y tal presión es inferior a aquélla a la cual comienza a actuar la válvula aliviadora de presión del tanque de carga.

13.3.3 Los circuitos eléctricos, si los hubiere, de los avisadores de nivel podrán probarse antes de que comiencen las operaciones de carga.

13.4 Manómetros

13.4.1 El espacio para vapor de cada tanque de carga irá provisto de un manómetro al que corresponda un indicador en el puesto de control indicado en 13.1.3. Además, en el puente de navegación se instalará un dispositivo de alarma contra presiones elevadas y, si se exige protección contra el vacío, también contra presiones bajas. Las presiones máxima y mínima admisibles aparecerán señaladas en los indicadores. La activación de los dispositivos de alarma se producirá antes de que se alcancen las presiones de tarado. Para los tanques de carga provistos de válvulas aliviadoras de presión que, de conformidad con 8.2.6, puedan reglarse a más de una presión de tarado, se proveerán dispositivos de alarma de alta presión por cada una de esas presiones.

13.4.2 Cada conducto de descarga de bomba para la carga y cada colector de carga líquida y de vapor irá provisto de un manómetro por lo menos.

13.4.3 Se instalarán manómetros de colector de lectura directa que indiquen la presión existente entre las válvulas de cierre y las conexiones de los conductos flexibles a tierra.

13.4.4 Los espacios de bodega y los espacios interbarreras carentes de conexiones abiertas con la atmósfera irán provistos de manómetros.

13.5 Indicadores de temperatura

13.5.1 Todo tanque de carga irá provisto de por lo menos dos indicadores de las temperaturas de la carga, uno situado al fondo del tanque y el otro cerca de la parte superior de éste, por debajo del más alto nivel de líquido admisible. Los citados indicadores estarán marcados de modo que muestren la temperatura más baja para la cual el tanque de carga ha sido aprobado por la Administración.

13.5.2 Cuando se transporte la carga en un sistema de contención con barrera secundaria a una temperatura inferior a -55°C , se instalarán indicadores de temperatura dentro del aislamiento o sobre la parte de la estructura del casco adyacente al sistema de contención de la carga. Los dispositivos indicarán la temperatura a intervalos regulares y, si procede, darán una señal acústica cuando las temperaturas se acerquen al límite inferior para el cual es apropiado el acero del casco.

13.5.3 Cuando se vaya a transportar carga a temperaturas inferiores a -55°C , las paredes de los tanques de carga irán provistas de indicadores de temperatura tal como a continuación se indica, si esto es adecuado para el proyecto del sistema de contención de la carga:

- .1 dispositivos en número suficiente para comprobar que no se produce un gradiente de temperatura anormal;
- .2 en uno de los tanques, varios dispositivos, además de los indicados en 13.5.3.1, para verificar que el procedimiento de enfriamiento inicial es correcto. Estos dispositivos podrán ser temporales o permanentes. Cuando se construya una serie de buques semejantes entre sí, el segundo buque y los que sigan a éste no necesitarán cumplir con lo prescrito en el presente subpárrafo.

13.5.4 El número y la ubicación de los indicadores de temperatura serán los que la Administración juzgue satisfactorios.

13.6 Prescripciones relativas a la detección de gas

13.6.1 Se proveerá el equipo detector de gas que la Administración juzgue aceptable y que sea adecuado para los gases que se vayan a transportar, de conformidad con lo indicado en la columna f de la tabla del capítulo 19.

13.6.2 En toda instalación la ubicación de los cabezales muestreadores fijos se determinará prestando la atención necesaria a la densidad de los vapores de los productos que se proyecte transportar y la dilución resultante de la purga o la ventilación de los compartimientos.

13.6.3 Los tramos de tuberías que partan de los cabezales muestreadores no atravesarán espacios a salvo del gas, excepto en los casos permitidos en 13.6.5.

13.6.4 Los dispositivos de alarma acústica y óptica del equipo detector de gas, si la presente sección los exige, estarán situados en el puente de navegación, en el puesto de control indicado en 13.1.3 y en la posición de lectura del detector de gas.

13.6.5 El equipo detector de gas podrá situarse en el puesto de control indicado en 13.1.3, en el puente de navegación o en otros emplazamientos adecuados. Cuando tal equipo esté situado en un espacio a salvo del gas se satisfarán las condiciones siguientes:

- .1 los conductos de muestreo de gas irán provistos de válvulas de seccionamiento o dispositivos análogos para impedir la intercomunicación con espacios peligrosos a causa del gas; y
- .2 el gas de escape del detector saldrá a la atmósfera en un emplazamiento que no presente riesgos.

13.6.6 El equipo detector de gas estará proyectado de modo que pueda ser sometido a pruebas fácilmente. Las pruebas y la calibración se efectuarán a intervalos regulares. Para ello se llevará a bordo el equipo y el gas apropiados. En la medida de lo posible se instalarán conexiones permanentes para dicho equipo.

13.6.7 Se instalará con carácter permanente un sistema detector de gas y dispositivos de alarma acústica y óptica destinados a:

- .1 cámaras de bombas de carga;
- .2 cámaras de compresores para la carga;
- 3 cámaras de motores de las máquinas de manipulación de la carga;
- 4 cámaras de control de la carga, a menos que su designación haga que se les considere a salvo del gas;
- .5 otros espacios cerrados de la zona de la carga en los que se pueda acumular vapor, incluidos los espacios de bodega y los espacios interbarreras destinados a tanques independientes que no sean de tipo C;
- .6 tambuchos de ventilación y conductos de gas, en los casos en que los prescriba el capítulo 16; y
- .7 esclusas de aire.

13.6.8 El equipo detector de gas habrá de poder tomar muestras de cada cabezal muestreador y de analizarlas de modo consecutivo a intervalos que no excedan de 30 min, aunque en el caso de la detección de gas para los tambuchos de ventilación y conductos gaseosos a que se hace referencia en 13.6.7.6 el muestreo tendrá que ser continuo. No se instalarán conductos de muestreo comunes con el equipo detector.

13.6.9 Por lo que respecta a productos tóxicos o tóxicos e inflamables la Administración podrá autorizar, salvo cuando en la columna i de la tabla del capítulo 19 se haga referencia a 17.9, el empleo de equipo amovible para detectar productos tóxicos en vez de un sistema instalado permanentemente, si dicho equipo se utiliza antes de que el personal entre en los espacios enumerados en 13.6.7 y cada 30 min mientras el personal permanezca en dichos espacios.

13.6.10 Para los espacios enumerados en 13.6.7, la activación de los dispositivos de alarma se producirá, en relación con los productos inflamables, cuando la concentración de vapor alcance el 30% del límite inferior de inflamabilidad.

13.6.11 Por lo que respecta a productos inflamables, cuando se utilicen sistemas de contención de la carga que no sean tanques independientes, los espacios de bodega y los espacios interbarreras irán

provistos de un sistema detector de gas instalado permanentemente que pueda medir concentraciones de gas en una gama de 0% a 100%, en volumen. El equipo detector, dotado de dispositivos de alarma acústica y óptica, deberá poder efectuar un control en cada cabezal muestreador de modo consecutivo a intervalos que no excedan de 30 min. La activación de los dispositivos de alarma se producirá cuando la concentración de vapor alcance el equivalente del 30% del límite inferior de inflamabilidad en el aire, u otro límite aprobado por la Administración, considerados los particulares medios destinados a la contención de la carga. No se instalarán conductos de muestreo comunes con el equipo detector.

13.6.12 Por lo que respecta a gases tóxicos, los espacios de bodega y los espacios interbarreras irán provistos de un sistema de tuberías instalado permanentemente que extraiga de tales espacios muestras gaseosas. El gas será extraído de cada cabezal muestreador y analizado por medio de un equipo fijo o amovible a intervalos que no excedan de 4 h y en todo caso antes de que el personal entre en el espacio de que se trate, y a intervalos de 30 min mientras permanezca en ellos.

13.6.13 Todo buque irá provisto al menos de dos juegos amovibles de equipo detector de gas que la Administración juzgue aceptables y que sean adecuados para los productos que se vayan a transportar.

13.6.14 Se proveerá un instrumento adecuado para medir niveles de oxígeno en atmósferas inertes.

Capítulo 14

Protección del personal

14.1 Equipo protector

Para la protección de los tripulantes ocupados en las operaciones de carga y descarga se proveerá equipo adecuado, que preserve también los ojos, teniendo en cuenta la naturaleza de los productos de que se trate.

14.2 Equipo de seguridad

14.2.1 Además de los equipos de bombero que prescribe 11.6.1 se proveerá un número suficiente, que nunca será inferior a dos, de juegos completos de equipo de seguridad, cada uno de los cuales habrá de permitir al personal entrar en un espacio lleno de gas y trabajar en él.

14.2.2 Un juego completo de equipo de seguridad comprenderá:

- .1 un aparato respiratorio autónomo que no funcione con oxígeno almacenado y cuya capacidad sea de 1 200 l por lo menos, de aire libre;
- .2 indumentaria protectora, botas, guantes y gafas de ajuste seguro;
- .3 un cable de rescate, de alma de acero, con cinturón; y
- .4 una lámpara antideflagrante.

14.2.3 Se proveerá el abastecimiento de aire comprimido adecuado, que consistirá en:

- .1 un juego de botellas de aire comprimido de respeto completamente cargadas para cada aparato respiratorio prescrito en 14.2.1, un compresor de aire especial adecuado para suministrar aire a alta presión de la pureza necesaria, y un colector de carga que pueda llenar suficientes botellas de aire comprimido de respeto para los aparatos respiratorios prescritos en 14.2.1; o
- 2 botellas de aire comprimido de respeto totalmente cargadas, cuya capacidad total de aire libre sea por lo menos de 6 000 l por cada aparato respiratorio prescrito en 14.2.1.

14.2.4 Como posibilidad distinta la Administración podrá aceptar un sistema de conductos de aire a baja presión con conexiones de conducto flexible adecuadas para utilización con los aparatos respiratorios prescritos en 14.2.1. Este sistema habrá de tener una capacidad de aire a alta presión suficiente para suministrar, mediante dispositivos reductores de presión, aire a baja presión en la cantidad necesaria para que dos hombres puedan trabajar en un espacio peligroso a causa del gas durante 1 h al menos sin utilizar las botellas del aparato respiratorio. Se proveerán medios que permitan recargar las botellas de aire fijas y las botellas de los aparatos respiratorios utilizando un compresor especial de aire adecuado para suministrar aire a alta presión de la pureza necesaria.

14.2.5 El equipo protector prescrito en 14.1 y el equipo de seguridad prescrito en 14.2.1 se guardarán en taquillas adecuadas, marcadas claramente y situadas en lugares de fácil acceso.

14.2.6 El equipo de aire comprimido será inspeccionado al menos una vez al mes por un oficial competente, consignándose la inspección en el diario de navegación, y será examinado y probado por un experto al menos una vez al año.

14.3 Equipo de primeros auxilios

14.3.1 En un lugar fácilmente accesible se guardará una paribuela adecuada para izar a una persona lesionada desde los espacios situados debajo de la cubierta.

14.3.2 A bordo del buque habrá equipo de primeros auxilios sanitarios, incluido un equipo de reanimación de oxígeno, y antídotos contra las cargas que vayan a transportarse, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización.

14.4 Prescripciones relativas a la protección del personal contra distintos productos

14.4.1 Las disposiciones establecidas en 14.4 serán aplicables a los buques que transporten productos respecto de los cuales los párrafos en los que figuran esas disposiciones se enumeran en la columna i de la tabla del capítulo 19.

14.4.2 Por cada persona que pueda haber a bordo se proveerán medios de protección respiratorios y para los ojos, adecuados para casos de evacuación de emergencia y ajustados a lo siguiente:

- 1.1** los medios respiratorios del tipo de filtro no son aceptables;
- 1.2** los aparatos respiratorios autónomos habrán de poder funcionar normalmente durante 15 min por lo menos;
- .2** los medios de protección respiratorios destinados a evacuaciones de emergencia no se utilizarán a fines de extinción de incendios ni de manipulación de la carga, y a este efecto llevarán la oportuna indicación;
- .3** en el puente de navegación habrá permanentemente dos juegos complementarios de los citados medios de protección respiratorios y para los ojos.

14.4.3 En cubierta, en lugares apropiados, se proveerán duchas de descontaminación adecuadamente indicadas y un lavaojos. Las duchas y el lavaojos habrán de poder utilizarse en todas las condiciones ambientales.

14.4.4 Los buques cuya capacidad de carga sea igual o superior a 2 000 m³ llevarán, además del equipo prescrito en 11.6.1 y 14.2.1, dos juegos completos de equipo de seguridad. Se proveerán al menos tres botellas de aire cargadas, de respeto, por cada aparato respiratorio autónomo prescrito en el presente párrafo.

14.4.5 El personal estará protegido contra los efectos de escapes considerables procedentes de la carga mediante la provisión, dentro de la zona de alojamiento, de un espacio proyectado y equipado de modo que la Administración juzgue satisfactorio.

14.4.6 Para ciertos productos muy peligrosos las cámaras de control de la carga serán únicamente del tipo a salvo del gas.

CAPÍTULO 15

Limites de llenado de los tanques de Carga

15.1 Generalidades

15.1.1 Ningún tanque de carga se llenará tanto que el líquido ocupe más del 98% de su capacidad, a la temperatura de referencia, con las excepciones indicadas en 15.1.3.

15.1.2 El volumen máximo al cual se podrá llenar un tanque de carga será el dado por la fórmula siguiente:

$$V_L = 0,98V \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

donde:

V_L = volumen máximo al cual se podrá llenar el tanque;

V = volumen del tanque;

ρ_R = densidad relativa de la carga a la temperatura de referencia; y

ρ_L = densidad relativa de la carga a la temperatura y presión correspondiente a la operación de cargar.

15.1.3 La Administración podrá autorizar un límite de llenado (FL) superior al límite del 98% especificado en 15.1.1 a la temperatura de referencia, teniendo en cuenta la configuración del tanque, la disposición de las válvulas aliviadoras de presión, la precisión obtenido en la indicación de nivel y de temperatura, y la diferencia existente entre las temperaturas que correspondan respectivamente a la operación de cargar y a la presión del vapor de la carga, a la presión de tarado de las válvulas aliviadoras de presión, a condición de que se cumplan las condiciones especificadas en 8.2.17.

15.1.4 Solamente a los efectos del presente capítulo, por "temperatura de referencia" se entiende:

- .1 la temperatura correspondiente a la presión del vapor de la carga a la presión de tarado de las válvulas aliviadoras de presión, cuando no se haya provisto lo necesario para controlar la presión y la temperatura del vapor de la carga tal como se indica en el capítulo 7;
- .2 la temperatura de la carga que, bien al final de la operación de cargar, bien durante el transporte o mientras se efectúe la descarga, sea la más elevada, cuando se haya provisto lo necesario para controlar la presión y la temperatura del vapor de la carga tal como se indica en el capítulo 7. Si esta temperatura de referencia es causa de que el tanque de carga se llene completamente de líquido antes de que la carga alcance una temperatura que corresponda a la presión del vapor de la carga a la presión de tarado de las válvulas aliviadoras de presión prescritas en 8.2, se instalará un sistema aliviador de presión complementario que cumpla con lo dispuesto en 8.3.

15.2 Información que se deberá facilitar al capitán

Se indicarán en una lista, que necesitará la aprobación de la Administración, los límites máximos admisibles de carga correspondientes a cada tanque de carga respecto de cada producto que pueda ser transportado, de cada temperatura aplicable a la operación de cargar y de la temperatura de referencia máxima aplicable. En la lista figurarán asimismo las presiones a las cuales se hayan tarado las válvulas aliviadoras de presión, incluidas las válvulas exigidas en 8.3. El capitán tendrá siempre a bordo un ejemplar de esa lista.

Empleo de la carga como combustible

16.1 Generalidades

16.1.1 La carga constituida por metano (gas natural licuado) es la única cuyo vapor o gas de evaporación podrá utilizarse en los espacios de categoría A para máquinas, y en dichos espacios sólo podrá utilizarse en calderas, generadores de gas inerte, motores de combustión y turbinas de gas.

16.1.2 Estas disposiciones no excluyen la posibilidad de utilizar combustible gaseoso en otros emplazamientos para servicios auxiliares, a condición de que tales servicios y emplazamientos sean objeto de examen especial por la Administración.

16.2 Disposición de los espacios de categoría A para máquinas

16.2.1 Los espacios en que se utilice combustible gaseoso irán provistos de un sistema de ventilación mecánica y estarán dispuestos de tal modo que se evite la formación de espacios muertos. Dicha ventilación habrá de ser particularmente eficaz en las proximidades del equipo eléctrico y de las máquinas o de otro equipo y maquinaria que pueda producir chispas. El citado sistema de ventilación deberá estar separado de los destinados a otros espacios.

16.2.2 Deberán instalarse detectores de gas en estos espacios, especialmente en las zonas donde la circulación de aire sea reducida. El sistema de detección de gas cumplirá con lo prescrito en el capítulo 13.

16.2.3 El equipo eléctrico situado en la tubería de doble pared o en el conducto especificados en 16.3.1 será de tipo intrínsecamente seguro.

16.3 Suministro de combustible gaseoso

16.3.1 Las tuberías de combustible gaseoso no atravesarán espacios de alojamiento o de servicio ni puestos de control. Podrán atravesar otros espacios o penetrar en ellos, a condición de que cumpla uno de los requisitos siguientes:

- .1** las tuberías de combustible gaseoso constituirán un sistema de tuberías de doble pared, estando contenido el combustible en la tubería interior. El espacio que medie entre las tuberías concéntricas estará presionizado con gas inerte a una presión superior a la del combustible gaseoso. Se instalarán dispositivos de alarma adecuados que indiquen toda pérdida de presión del gas inerte que se produzca entre las tuberías; o
- .2** las tuberías de combustible gaseoso irán instaladas en un tubo o conducto ventilado. En el espacio de aire comprendido entre las tuberías de combustible gaseoso y la pared interior de este tubo o conducto habrá una ventilación mecánica aspirante con capacidad para efectuar 30 renovaciones de aire por hora. El sistema de ventilación estará dispuesto de modo que mantenga una presión inferior a la atmosférica. Los motores de los ventiladores estarán situados fuera del tubo o conducto ventilado. La salida de ventilación estará situada en un lugar en el que no pueda encenderse ninguna mezcla inflamable de gas y aire. No cesará la ventilación mientras haya combustible gaseoso en las tuberías. Se proveerán medios de detección continua de gas que indiquen posibles fugas e interrumpan el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas, de conformidad con 16.3.10. La válvula maestra de combustible gaseoso prescrita en

16.3.7 se cerrará automáticamente si el sistema de ventilación no establece y mantiene la corriente de aire necesaria.

16.3.2 Si se produce una fuga de gas, el suministro de combustible gaseoso no se restablecerá hasta que se haya encontrado la fuga y se efectúe la reparación necesaria. A este efecto se fijarán instrucciones en un lugar bien visible del espacio de máquinas.

16.3.3 El sistema de tuberías de doble pared o el tubo o conducto ventilados que se provean para las tuberías de combustible gaseoso terminarán en el tambucho o envuelta de ventilación prescritos en 16.3.4.

16.3.4 Se proveerá un tambucho o envuelta de ventilación para las zonas ocupadas por bridas, válvulas, etc., y para las tuberías de combustible gaseoso en las instalaciones consumidoras de combustible gaseoso, tales como calderas, motores diesel o turbinas de gas. Si el ventilador aspirante usado para el tubo o conducto ventilado, tal como se especifica en 16.3.1.2, no sirve para el tambucho o envuelta, habrá que dotar a éste de un sistema de ventilación aspirante y proveer medios de detección continua de gas que indiquen posibles fugas e interrumpan el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas, de conformidad con 16.3.10. La válvula maestra de combustible gaseoso prescrita en 16.3.7 se cerrará automáticamente si el sistema de ventilación aspirante no establece y mantiene la corriente de aire necesaria. El tambucho o envuelta de ventilación irá instalado o montado de forma que el aire de ventilación pueda recorrer la instalación consumidora de gas y ser evacuado por la parte superior del tambucho o envuelta.

16.3.5 Tanto la toma como la descarga de aire del sistema de ventilación prescrito habrán de hacerse desde y hacia lugares seguros.

16.3.6 Cada una de las instalaciones consumidoras de gas irá provista de un juego de tres válvulas automáticas. Dos de ellas se instalarán en serie en la tubería de combustible gaseoso abastecedora de la instalación. La otra se instalará en una tubería por la que pueda respirar, hacia un lugar exento de riesgos al aire libre, la parte de la tubería de combustible gaseoso comprendida entre las dos válvulas instaladas en serie. Estas válvulas se dispondrán de modo que el fallo del tiro forzado necesario, la extinción de la llama en los quemadores de caldera, una presión anormal en el conducto de suministro de combustible gaseoso o el fallo del medio accionador del mando de las válvulas provoquen el cierre automático de las dos válvulas de combustible gaseoso instaladas en serie y la abertura automática de la válvula de respiración. Otra posibilidad es que la función de una de las válvulas instaladas en serie y la de la tubería de respiración queden reunidas en el cuerpo de una sola válvula dispuesta de modo que, si surge alguna de las situaciones citadas, se corte el paso del gas hacia la instalación consumidora de gas y se abra la salida de respiración. Las tres válvulas de cierre estarán dispuestas de modo que se puedan volver a poner en su posición inicial manualmente.

16.3.7 Dentro de la zona de la carga se instalará una válvula maestra para el combustible gaseoso que se pueda cerrar desde el interior del espacio de máquinas. Dicha válvula estará dispuesta de modo que se cierre automáticamente si se detecta una fuga de gas o se produce una interrupción de la ventilación del conducto o envuelta o una pérdida de presión en las tuberías de doble pared del combustible gaseoso.

16.3.8 Las tuberías de combustible gaseoso de los espacios de máquinas cumplirán con lo dispuesto en las secciones 5.2 a 5.5, en la medida en que proceda. Las tuberías llevarán, en la medida de lo posible, juntas soldadas. Las partes de las tuberías de combustible gaseoso que no vayan encerradas en una tubería o conducto ventilado, de conformidad con 16.3.1, y que se hallen en la cubierta expuesta fuera de la zona de la carga, llevarán juntas soldadas a tope con penetración total y deberán ser objeto de pruebas radiográficas completas.

16.3.9 Se proveerán los medios necesarios para inertizar y desgasificar la parte del sistema de tuberías de combustible gaseoso situada en el espacio de máquinas.

16.3.10 Los sistemas de detección de gas provistos de conformidad con lo prescrito en 16.3.1 y 16.3.4 deberán cumplir con 13.6.2 y 13.6.4 a 13.6.8, según proceda; darán la alarma cuando se alcance el 30 % del límite inferior de inflamabilidad y cerrarán la válvula maestra de combustible gaseoso citada en 16.3.7 antes de que la concentración de gas llegue al 60 % del límite inferior de inflamabilidad.

16.4 Instalación productora de gas y tanques de almacenamiento conexos

16.4.1 Todo el equipo (calentadores, compresores, filtros, etc.) para la producción del gas que ha de utilizarse como combustible, y los tanques de almacenamiento conexos, irán situados en la zona de la carga, de conformidad con el 3.1.5.4. Si el equipo va en un espacio cerrado, se dispondrá lo necesario para la ventilación de dicho espacio, de conformidad con la sección 12.1, y se dotará al mismo de un sistema fijo de extinción de incendios, de conformidad con la sección 11.5, y de un sistema de detección de gas, de conformidad con la sección 13.6, según proceda.

16.4.2 Los compresores se podrán parar a distancia desde un lugar fácilmente accesible en todo momento, y también desde la cámara de máquinas. Además, los compresores se podrán parar automáticamente cuando la presión de aspiración alcance un determinado valor que depende de la presión de ajuste de las válvulas reguladoras de vacío de los tanques de carga. El dispositivo automático de parada de los compresores tendrá medios que permitan reconectarlos manualmente. Los compresores volumétricos llevarán instaladas válvulas aliviadoras de presión con descarga en la tubería de aspiración del compresor. El tamaño de las válvulas aliviadoras de presión se determinará de tal modo que, con la válvula de suministro cerrada, la presión máxima no sobrepase más de un 10% la presión máxima de trabajo. Las prescripciones que figuran en 5.6.1.3 son aplicables a estos compresores.

16.4.3 Si el agente de calentamiento para el evaporador o calentador del combustible gaseoso retorna a espacios que estén fuera de la zona de la carga, deberá pasar primero por un tanque de desgasificación. El tanque de desgasificación estará situado en la zona de la carga. Se tomarán disposiciones para detectar la presencia de gas en el tanque y dar la alarma. El respiradero estará en un lugar que no ofrezca riesgos y llevará instalada una pantalla cortallamas.

16.4.4 Las tuberías y los recipientes a presión del sistema acondicionador de combustible gaseoso cumplirán con lo dispuesto en el capítulo 5.

16.5 Prescripciones especiales relativas a las calderas principales

16.5.1 Cada caldera tendrá un conducto de humos separado.

16.5.2 Se instalará un sistema apropiado que garantice el tiro forzado en las calderas. Los particulares de dicho sistema deberán ser satisfactorios a juicio de la Administración.

16.5.3 Las cámaras de combustión de las calderas tendrán la forma apropiada para que no haya bolsas en las que pueda acumularse el gas.

16.5.4 El sistema de quemadores será de tipo doble, apropiado para quemar combustible líquido o combustible gaseoso solamente, o ambos combustibles a la vez. Sólo se utilizará combustible líquido durante las maniobras y las operaciones portuarias, a menos que haya medios para pasar automáticamente de combustible gaseoso a combustible líquido, en cuyo caso podrá permitirse la utilización de una mezcla de ambos combustibles o de gas solamente, siempre y cuando el sistema haya sido comprobado de modo satisfactorio a juicio de la Administración. Deberá ser posible pasar fácil y rápidamente del funcionamiento con combustible gaseoso al funcionamiento con combustible

líquido. Se instalarán toberas de gas de forma que la inflamación del combustible gaseoso se produzca por medio de la llama del quemador de combustible líquido. Se instalará y dispondrá un detector de la llama que garantice el corte del suministro de gas a menos que se produzca y mantenga una ignición satisfactoria. En la tubería de cada quemador de gas se instalará una válvula de cierre manual. Se proveerá una instalación que permita purgar las tuberías de suministro de gas a los quemadores mediante gas inerte o vapor, después de la extinción de dichos quemadores.

16.5.5 Se instalarán dispositivos de alarma a fin de detectar la posible disminución de la presión del combustible líquido o el posible fallo de las bombas conexas.

16.5.6 Se tomarán las medidas necesarias para que, en caso de fallos de la llama de todos los quemadores de combustible gaseoso o de combustible líquido, o de ambos combustibles a la vez, las cámaras de combustión de las calderas sean purgadas automáticamente antes del reencendido. Se tomarán también medidas que permitan purgar manualmente las calderas.

16.6 Prescripciones especiales aplicables a los motores de combustión interna de gas y a las turbinas de gas

La Administración estudiará en cada caso las disposiciones especiales aplicables a los motores de combustión interna de gas y a las turbinas de gas.

Capítulo 17

Prescripciones especiales

17.1 Generalidades

Las disposiciones del presente capítulo son aplicables cuando en la columna i de la tabla del capítulo 19 se hace referencia a las mismas. Constituyen prescripciones complementarias de las prescripciones generales del Código.

17.2 Materiales de construcción

Los materiales que puedan quedar expuestos a los efectos de la carga durante las operaciones normales serán resistentes a la acción corrosiva de los gases. Además, los materiales que se enumeran a continuación para los tanques de carga y para las tuberías, las válvulas, los accesorios y demás elementos correspondientes no se utilizarán para ciertos productos, indicados en la columna i de la tabla del capítulo 19:

- .1 mercurio, cobre, aleaciones de cobre, y cinc;
- .2 cobre, plata, mercurio, magnesio y otros metales que puedan formar acetiluros;
- .3 aluminio y aleaciones de aluminio;
- .4 cobre, aleaciones de cobre, cinc y acero galvanizado;
- .5 aluminio, cobre y aleaciones de uno u otro;
- .6 cobre y aleaciones de cobre que tengan más del 1 % de cobre.

17.3 Tanques independientes

17.3.1 Los productos se transportarán únicamente en tanques independientes.

17.3.2 Los productos se transportarán en tanques independientes tipo C y se aplicará lo dispuesto en 7.1.3. En la fijación de la presión de proyecto se tendrá en cuenta toda posible presión de relleno o la presión del vapor durante la descarga.

17.4 Sistemas de refrigeración

17.4.1 Sólo se utilizará el sistema indirecto descrito en 7.2.4.2.

17.4.2 En los buques dedicados al transporte de productos que formen fácilmente peróxidos peligrosos no se permitirá que la carga recondensada forme bolsas estancadas de líquido no inhibido. Se conseguirá esto utilizando:

- .1 el sistema indirecto descrito en 7.2.4.2, con el condensador dentro del tanque de carga, o bien
- .2 el sistema directo o el sistema combinado descritos respectivamente en 7.2.4.1 y .3 o el sistema indirecto descrito en 7.2.4.2 con el condensador fuera del tanque de carga, y proyectando el sistema del condensado de modo que se evite todo emplazamiento en

que el líquido pueda acumularse y quedar retenido. En los casos en que esto sea imposible se añadirá líquido inhibido más arriba del emplazamiento de que se trate.

17.4.3 Si el buque va a transportar en viajes consecutivos productos como los especificados en 17.4.2, con un viaje intermedio en lastre, antes de efectuar éste se extraerá todo el líquido no inhibido. Si en el viaje intermedio se va a transportar una segunda carga, antes de embarcar ésta se agotará y se purgará por completo el sistema de relicuación. Para la purga se empleará gas inerte o vapor de la segunda carga, si es compatible. Se tomarán las medidas pertinentes para que en el sistema de la carga no se acumulen polímeros ni peróxidos.

17.5 Tuberías de la carga situadas en cubierta

Se exigirá la radiografía total de todas las uniones soldadas a tope de las tuberías de la carga cuyo diámetro exceda de 75 mm.

17.6 Exclusión del aire de los emplazamientos en que haya vapor

Antes de cargar se extraerá el aire que haya en los tanques de carga y en las tuberías correspondientes, y a continuación se excluirá dicho aire mediante:

- .1 la introducción de gas inerte a fin de mantener una presión positiva. La capacidad de almacenamiento o de producción de gas inerte habrá de bastar para satisfacer las necesidades de funcionamiento normales y compensar las fugas de las válvulas aliviadoras de presión. El contenido de oxígeno del gas inerte no excederá en ningún momento del 0,2%, en volumen; o bien
- .2 el control de la temperatura de la carga de modo que en todo momento se mantenga una presión positiva.

17.7 Eliminación de la humedad

Para los gases que no sean inflamables y que puedan convertirse en corrosivos o reaccionar peligrosamente con el agua se proveerán medios de eliminación de la humedad que garanticen que los tanques de carga estarán secos antes de la operación de cargar y que durante la de descargar se introducirá aire seco o vapor de la carga en evitación de depresiones. A los efectos del presente párrafo, aire seco será aquél cuyo punto de condensación se dé a una temperatura de -45°C o inferior, a la presión atmosférica.

17.8 Inhibición

Se tomarán medidas que garanticen que la carga está inhibida en grado suficiente para evitar la polimerización en todo momento en el curso del viaje. El fabricante expedirá a los buques un certificado en el que se consignen los siguientes datos:

- .1 nombre y cantidad del inhibidor añadido;
- .2 fecha en que se añadió el inhibidor y duración normal de su eficacia, según lo que normalmente quepa esperar;
- .3 toda limitación de temperatura que afecte al inhibidor;
- .4 medidas que procederá adoptar si la duración del viaje es mayor que la de la eficacia de los inhibidores.

17.9 Detectores de gases tóxicos instalados permanentemente

17.9.1 Los conductos de muestreo de gas no acabarán en espacios a salvo del gas ni atravesarán éstos. Los dispositivos de alarma mencionados en 13.6.7 funcionarán cuando la concentración de vapor alcance el valor límite mínimo.

17.9.2 No se autorizará, como posibilidad distinta, la utilización de equipo amovible ajustado a lo dispuesto en 13.6.9.

17.10 Pantallas cortallamas en los respiraderos

Los respiraderos de los tanques de carga irán provistos de pantallas cortallamas eficaces y fácilmente renovables o de caperuzas de seguridad de un tipo aprobado cuando se transporte una de las cargas mencionadas en la presente sección. En el proyecto de las pantallas cortallamas y de las caperuzas de respiración se prestará atención a la posibilidad de que estos dispositivos queden obstruidos a causa de la congelación del vapor de la carga o de la formación de hielo en condiciones meteorológicas adversas. Se instalarán pantallas de protección ordinarias después de retirar las pantallas cortallamas.

17.11 Cantidad máxima admisible de carga por tanque

Cuando se transporte uno de los tipos de carga a los que se hace referencia en la presente sección, la cantidad de la carga contenida en cualquier tanque no excederá de 3 000 m³.

17.12 Bombas eléctricas para la carga, de tipo sumergido

El espacio ocupado por vapor en los tanques de carga provistos de bombas de motor eléctrico sumergido se inertizará y habrá de tener una presión positiva antes de cargar líquidos inflamables y durante el transporte y la descarga de éstos.

17.13 Amoníaco

17.13.1 El amoníaco anhidro puede causar figuración por tensocorrosión en los sistemas de contención y elaboración fabricados con acero al carbonomanganeso o al níquel. Para reducir al mínimo el riesgo de que así suceda, pueden considerarse adecuadas las medidas que se indican en 17.13.2 a 17.13.8.

17.13.2 Cuando se utilice el acero al carbonomanganeso, los tanques de carga, los recipientes de elaboración a presión y las tuberías para la carga se fabricarán con acero de grano fino cuyo límite de fluencia mínimo especificado no exceda de 355 N/mm² y cuyo límite de fluencia real no exceda de 440 N/mm². Asimismo, se tomará alguna de las siguientes medidas de índole estructural u operacional:

- .1** se utilizará un material de menor resistencia cuya resistencia a la tracción mínima especificada no exceda de 410 N/mm², o
- .2** los tanques de carga, etc., serán sometidos a termotratamiento para eliminar las tensiones internas después de la soldadura, o
- .3** preferiblemente, la temperatura de transporte se mantendrá próxima al punto de ebullición del producto, es decir -33°C, pero en ningún caso por encima de -20°C, o
- .4** el amoníaco contendrá no menos de 0,1% de agua, en peso.

17.13.3 Cuando se utilicen aceros al carbonomanganeso cuyo límite de fluencia sea superior a los indicados en 17.13.2, los tanques de carga, las tuberías, etc., ya fabricados serán sometidos a termotratamiento para eliminar las tensiones internas después de la soldadura.

17.13.4 Los recipientes de elaboración a presión y las tuberías de la parte del condensado del sistema de refrigeración serán sometidos a termotratamiento para eliminar las tensiones internas después de la soldadura, a menos que estén fabricados con los materiales mencionados en 17.13.1.

17.13.5 Las propiedades de tracción y fluencia de los materiales fusibles para soldar excederán lo menos posible de las de los materiales de los tanques o las tuberías.

17.13.6 Tanto el acero al níquel que contenga más del 5% de níquel como el acero al carbonomanganeso que no cumpla con las prescripciones de 17.13.2 y 17.13.3 son especialmente susceptibles de fisurarse por tensocorrosión cuando están expuestos al amoníaco y no deberán utilizarse en los sistemas de contención y de tuberías para el transporte de este producto.

17.13.7 Podrá utilizarse acero al níquel que no contenga más del 5% de níquel a condición de que la temperatura de transporte cumpla con las prescripciones especificadas en 17.13.2.3.

17.13.8 A fin de reducir al mínimo el riesgo de figuración por tensocorrosión debida al amoníaco es recomendable mantener el contenido de oxígeno disuelto por debajo de 2,5 ppm en peso. La mejor manera de conseguirlo consiste en reducir el contenido medio de oxígeno en los tanques, antes de introducir el amoníaco líquido, a un nivel inferior a los valores indicados en el cuadro siguiente en función de la temperatura de transporte T:

T (°C)	O(% en volumen)
-30 y menos	0,90
-20	0,50
-10	0,28
0	0,16
10	0,10
20	0,05
30	0,03

Los porcentajes de oxígeno para las temperaturas intermedias se pueden obtener mediante interpolación directa.

17.14 Cloro

17.14.1 Sistema de contención de la carga

17.14.1.1 La capacidad de cada tanque no excederá de 600 m³ y la capacidad total de todos los tanques de carga no excederá de 1 200 m³.

17.14.1.2 La presión de vapor de proyecto del tanque no será inferior a 13,5 bar (véanse también 7.1.3 y 17.3.2).

17.14.1.3 Las partes de los tanques que sobresalgan de la cubierta alta Irán protegidas contra la radiación térmica teniendo en cuenta la posibilidad de que queden totalmente envueltas en llamas.

17.14.1.4 Se proveerá a cada tanque de dos válvulas aliviadoras de presión. Se instalará un diafragma protector de ruptura, de material apropiado, entre el tanque y las válvulas aliviadoras de presión. La presión de ruptura de este diafragma será de 1 bar menos que la presión de apertura de la válvula aliviadora de presión, la cual habrá de ir tarada a la presión de vapor de proyecto del tanque y en ningún caso a una presión manométrica de menos de 13,5 bar. El espacio que quede entre el diafragma protector y la válvula de seguridad se conectará, por medio de una válvula limitadora del flujo, a un manómetro y a un sistema detector de gas. Se adoptarán las medidas necesarias para conservar este espacio a una presión que sea la atmosférica u otra próxima a esa en condiciones normales de utilización.

17.14.1.5 Los orificios de salida de las válvulas aliviadoras de presión se dispondrán de un modo tal que los riesgos para el buque y para el medio ambiente queden reducidos al mínimo. Las fugas de dichas válvulas se conducirán hacia la instalación de absorción a fin de reducir cuanto sea posible la concentración de gas. El conducto de escape de las válvulas de seguridad se dispondrá en el extremo proal del buque de modo que la descarga se efectúe al exterior a nivel de la cubierta con medios que permita seleccionar el costado de babor o el de estribor, y un enclavamiento mecánico que garantice que uno de los conductos estará siempre abierto.

17.14.1.6 La Administración y la Administración portuaria podrán exigir que el cloro se transporte en estado refrigerado a una presión máxima especificada.

17.14.2 *Sistemas de tuberías de la carga*

17.14.2.1 El desembarque de la carga se realizará por medio de vapor de cloro comprimido desde tierra, de aire seco o de cualquier otro gas aceptable, o utilizando bombas completamente sumergidas. La presión manométrica del espacio ocupado por vapor en el tanque durante la descarga no excederá de 10,5 bar. La Administración no deberá aceptar compresores de descarga instalados a bordo.

17.14.2.2 La presión manométrica de proyecto del sistema de tuberías de la carga no será inferior a 21 bar. El diámetro interior de dichas tuberías no excederá de 100 mm. Sólo se aceptarán codos para compensar las alteraciones dimensionales de origen térmico en las tuberías. El empleo de juntas con bridas se reducirá al mínimo, y cuando se haga uso de ellas las bridas serán del tipo de collar para conexiones soldadas, con lengüeta y ranura.

17.14.2.3 Las válvulas aliviadoras de presión del sistema de tuberías de la carga descargarán en la instalación de absorción (véase también 8.2.16).

17.14.3 *Materiales*

17.14.3.1 Los tanques de carga y los sistemas de tuberías de la carga se fabricarán con acero apropiado para la carga de que se trate y para una temperatura de -40°C, incluso si se proyecta que la temperatura de transporte sea más elevada.

17.14.3.2 Los tanques estarán termoestabilizados. No se aceptará la mecanoestabilización como equivalente.

17.14.4 *Instrumentos - dispositivos de seguridad*

17.14.4.1 Se dotará al buque de una instalación de absorción de cloro que tenga conexiones con el sistema de tuberías de la carga y los tanques de carga. La instalación de absorción habrá de poder neutralizar al menos el 2% de la capacidad de carga máxima a un régimen de absorción razonable.

17.14.4.2 Durante la desgasificación de los tanques de carga los vapores no se descargarán en la atmósfera.

17.14.4.3 Se proveerá un sistema de detección de gas que pueda monitorizar concentraciones de cloro de al menos 1 ppm, en volumen. Los puntos de aspiración se situarán:

- .1 cerca del fondo de los espacios de bodegas;
- .2 en las tuberías de las válvulas de seguridad;
- .3 en la salida de la instalación de absorción de gas;
- .4 en los orificios de admisión de los sistemas de ventilación de los espacios de alojamiento, de servicio y de máquinas y de los puestos de control;
- .5 en las tres posiciones siguientes de cubierta: el extremo proal, la sección central y el extremo popa de la zona de la carga. (Sólo será necesaria la detección en estos puntos durante las operaciones de manipulación de la carga y de desgasificación.)

El sistema detector de gas irá provisto de un dispositivo de alarma acústica y óptica que actúe cuando se alcance una concentración de 5 ppm.

17.14.4.4 Cada uno de los tanques de carga irá provisto de un avisador de alta presión que dé una alarma acústica cuando la presión manométrica sea de 10,5 bar.

17.14.5 *Protección del personal*

Además de cumplir con las prescripciones del capítulo 14 se deberán satisfacer las siguientes:

- .1 el espacio cerrado que se prescribe en 14.4.5 habrá de ser fácil y rápidamente accesible desde la cubierta expuesta y desde los espacios de alojamiento y podrá cerrarse con rapidez y quedar convertido en espacio hermético. El acceso a este espacio desde la cubierta y desde los espacios de alojamiento se efectuará por medio de una esclusa neumática. El espacio estará proyectado con miras a dar cabida a toda la tripulación del buque e irá provisto de una fuente de suministro de aire no contaminado que pueda abastecerlo durante 4 h por lo menos. Una de las duchas de descontaminación prescritas en 14.4.3 se situará cerca de la esclusa neumática que dé al espacio;
- .2 se proveerán un compresor y el equipo necesario para llenar las botellas de aire;
- .3 en el espacio citado en 17.14.5.1 se llevará un aparato de oxigenoterapia.

17.14.6 *Limites de llenado de los tanques de carga*

17.14.6.1 Cuando se proyecte transportar cloro, no será aplicable lo prescrito en 15.1.4.2.

17.14.6.2 El contenido de cloro del gas que haya en el espacio de vapor del tanque de carga después de efectuar el embarque de ésta habrá de ser superior al 80% del volumen total.

17.15 *Éter dietílico y éter etilvinílico*

17.15.1 La carga sólo podrá desembarcarse con bombas para pozos profundos o con bombas sumergidas de accionamiento hidráulico. Estas bombas serán de un tipo proyectado con miras a evitar la presión del líquido contra el prensaestopas del eje.

17.15.2 Para desembarcar carga de tanques independientes de tipo C podrá utilizarse el desplazamiento mediante gas inerte, a condición de que el sistema de carga esté proyectado para la presión prevista.

17.16 Óxido de etileno

17.16.1 Lo prescrito en 17.20 se aplicará al transporte de óxido de etileno con las adiciones y modificaciones indicadas en la presente sección.

17.16.2 No se utilizarán tanques de cubierta para el transporte de óxido de etileno.

17.16.3 No se utilizarán aceros inoxidable de los tipos 416 y 442 ni hierro colado en los sistemas de contención de la carga ni en los de tuberías que se destinen a óxido de etileno.

17.16.4 Antes de cargar los tanques se limpiarán cuidadosamente para eliminar de ellos y de las correspondientes tuberías todo vestigio de las cargas anteriores, salvo en los casos en que la carga inmediatamente anterior haya estado constituida por óxido de etileno, óxido de propileno o mezclas de estos productos. Se tendrá un cuidado especial en el caso del amoníaco transportado en tanques de acero que no sea acero inoxidable.

17.16.5 El óxido de etileno se descargará sólo con bombas para pozos profundos o por desplazamiento mediante gas inerte. La disposición de las bombas cumplirá con lo dispuesto en 17.20.5.3.

17.16.6 El óxido de etileno solamente se transportará refrigerado y se mantendrá a temperaturas inferiores a 30°C.

17.16.7 Las válvulas aliviadoras de presión se tararán a una presión manométrica de no menos de 5,5 bar. La presión de tarado máxima habrá de ser especialmente aprobada por la Administración.

17.16.8 La capa protectora de nitrógeno prescrita en 17.20.15 será tal que la concentración de nitrógeno en el espacio ocupado por vapor en el tanque de carga no sea en ningún momento inferior al 45%, en volumen.

17.16.9 El tanque de carga se inertizará con nitrógeno antes de proceder a cargarlo y deberá hallarse inertizado con nitrógeno en todo momento en que contenga óxido de etileno líquido o gaseoso.

17.16.10 El sistema aspersor de agua prescrito en 17.20.17 y el prescrito en 11.3 funcionarán automáticamente al declararse un incendio que afecte al sistema de contención de la carga.

17.16.11 Se instalarán medios de echazón que permitan efectuar una descarga de emergencia del óxido de etileno si se produce una reacción autónoma incontrolable.

17.17 Isopropilamina y monoetilamina

Se proveerán sistemas separados de tuberías ajustados a lo definido en 1.3.32.

17.18 Mezclas de metilacetileno y propadieno

17.18.1 Las mezclas de metilacetileno y propadieno se estabilizarán de manera adecuada para el transporte. Además se especificarán respecto de ellas los límites superiores de temperatura y presión que habrá que observar durante la refrigeración.

17.18.2 Ejemplos de composiciones aceptables y estabilizadas:

.1 Composición 1

- 1.1 razón molar máxima metilacetileno propadieno, 3 a 1;
- 1.2 concentración molar máxima combinada de metilacetileno y propadieno, 65%;
- 1.3 concentración molar mínima combinada de propano, butano e isobutano, 24%, en la cual por lo menos un tercio (sobre una base molar) ha de estar integrado por butanos y otro tercio por propano; y
- 1.4 concentración molar máxima combinada de propileno y butadieno, 10%.

.2 Composición 2

- 2.1 concentración molar máxima combinada de metilacetileno y propadieno, 30%;
- 2.2 concentración molar máxima de metilacetileno, 20%;
- 2.3 concentración molar máxima de propadieno, 20%;
- 2.4 concentración molar máxima de propileno, 45%;
- 2.5 concentración molar máxima combinada de butadieno y butilenos, 2%;
- 2.6 concentración molar mínima de hidrocarburos saturados C₄, 4%; y
- 2.7 concentración molar mínima de propano, 25%.

17.18.3 Podrán aceptarse otras composiciones a condición de que, realizada la oportuna demostración, la estabilidad de la mezcla sea satisfactoria a juicio de la Administración.

17.18.4 Un buque que transporte mezclas de metilacetileno y propadieno estará preferiblemente provisto de un sistema de refrigeración indirecta como el especificado en 7.2.4.2. Otra posibilidad, en buques no provistos de refrigeración indirecta, será utilizar un sistema de refrigeración a base de compresión directa del vapor, con sujeción a las limitaciones de presión y de temperatura que imponga la composición. Para las composiciones citadas a título de ejemplo en 17.18.2, se proveerán los medios indicados a continuación:

- .1 Un compresor de vapor que no eleve la temperatura y la presión manométrica del vapor por encima de 60°C y 17,5 bar cuando esté funcionando, y que no permita que el vapor se estanque en él mientras siga funcionando.
- 2 Las tuberías de descarga de cada etapa del compresor o de cada cilindro de la misma etapa de un compresor de pistón Irán dotadas de:
 - 2.1 dos interruptores de parada accionados por la temperatura, reglados para funcionar a 60°C o menos;
 - 2.2 un interruptor de parada accionado por la presión, reglado para funcionar a 17,5 bar o menos; y
 - 2.3 una válvula de seguridad tarada para reducir la presión a 18,0 bar o menos.

- .3 La válvula de seguridad prescrita en 17.18.4.2.3 descargará en un mástil de respiración que se ajuste a lo prescrito en 8.2.9, 8.2.10, 8.2.13 y 8.2.14 y no en el conducto de aspiración del compresor.
- .4 Un dispositivo de alarma acústica hará que ésta suene en el puesto de control de la carga y en el puente de navegación cuando actúe un interruptor de alta presión o de alta temperatura.

17.18.5 El sistema de tuberías, incluido el sistema de refrigeración de la carga, de los tanques que hayan de cargarse con una mezcla de acetileno y propadieno, habrá de ser independiente (en el sentido dado a este término en 1.3.20) o estar separado (en el sentido dado a este término en 1.3.32) de los sistemas de tuberías y de refrigeración de los demás tanques. La separación prescrita rige para todos los conductos de ventilación de líquidos y vapores y todas las demás conexiones posibles, tales como los conductos de suministro de gas inerte comunes.

17.19 Nitrógeno

Los materiales de construcción y elementos auxiliares, como el de aislamiento, habrán de ser resistentes a los efectos de las grandes concentraciones de oxígeno provocadas por la condensación y el enriquecimiento a las bajas temperaturas que se alcanzan en algunas partes del sistema de carga. Se prestará una atención especial a la ventilación en zonas en que podría producirse condensación, a fin de evitar la estratificación de la atmósfera enriquecida con un exceso de oxígeno.

17.20 Óxido de propileno y mezclas de óxido de etileno/óxido de propileno cuyo contenido de óxido de etileno no exceda del 30%, en peso.

17.20.1 Los productos que se transporten con arreglo a lo dispuesto en la presente sección habrán de estar exentos de acetileno.

17.20.2.1 No se transportarán estos productos en tanques de carga que no hayan sido objeto de una limpieza adecuada, si una de las tres cargas previamente transportadas en ellos ha estado constituida por un producto del que se sepa que cataliza la polimerización, como:

- .1 amoníaco anhidro y soluciones amoniacaes;
- .2 aminas y soluciones de aminas;
- .3 sustancias comburentes (por ejemplo, cloro).

17.20.2.2 Antes de cargar los tanques se limpiarán cuidadosamente para eliminar de ellos y de las correspondientes tuberías todo vestigio de las cargas anteriores, salvo en los casos en que la carga inmediatamente anterior haya estado constituida por óxido de propileno o mezclas de óxido de etileno/óxido de propileno. Se tendrá un cuidado especial en el caso del amoníaco transportado en tanques de acero que no sea acero inoxidable.

17.20.2.3 En todos los casos se verificará la eficacia de los procedimientos de limpieza de los tanques y de las correspondientes tuberías efectuando las pruebas o las inspecciones adecuadas para confirmar que no han quedado vestigios de materias ácidas o alcalinas que en presencia de esos productos pudieran crear una situación peligrosa.

17.20.2.4 Antes de efectuar cada embarque inicial de estos productos se entrará en los tanques a fines de inspección para comprobar que no están contaminados y que no hay en ellos acumulaciones considerables de herrumbre ni defectos estructurales visibles. Cuando los tanques de carga estén

continuamente dedicados al transporte de estos productos, se efectuarán las inspecciones a intervalos no superiores a dos años.

17.20.2.5 Los tanques destinados al transporte de estos productos se construirán con acero o acero inoxidable.

17.20.2.6 Los tanques que hayan contenido estos productos podrán utilizarse para otras cargas una vez que, junto con sus correspondientes sistemas de tuberías, hayan sido objeto de una limpieza a fondo por lavado o purga.

17.20.3.1 La totalidad de las válvulas, bridas, accesorios y equipo auxiliar habrá de ser de tipo apropiado para utilización con estos productos y se fabricará con acero o acero inoxidable de conformidad con las normas reconocidas. Se dará a conocer a la Administración la composición química de todos los materiales que vayan a utilizarse a fines de aprobación previa a la fabricación. Los discos o superficies de los discos, los asientos y demás partes de las válvulas que se desgasten se fabricarán con acero inoxidable que contenga como mínimo un 11% de cromo.

17.20.3.2 Las juntas frizadas se harán con materiales que no reaccionen con estos productos ni se disuelvan en ellos o hagan descender su temperatura de autoignición, y que sean piroresistentes y tengan un comportamiento mecánico adecuado. La superficie que quede en contacto con la carga será de politetrafluoroetileno (PTFE) o de materiales que ofrezcan un grado análogo de seguridad por su inertidad. La Administración podrá aceptar como material apropiado acero inoxidable en forma de espirales con un relleno de PTFE o de algún polímero fluorado análogo.

17.20.3.3 El aislamiento y la empaquetadura, si se hace uso de ellos, serán de materiales que no reaccionen con estos productos ni se disuelvan en ellos o hagan descender su temperatura de autoignición.

17.20.3.4 Los materiales enumerados a continuación no se consideran en general satisfactorios para juntas, empaquetaduras ni aplicaciones análogas en los sistemas de contención de estos productos, y será necesario someterlos a pruebas para que la Administración pueda aprobarlos:

- .1 neopreno o caucho natural, cuando entren en contacto con los productos;
- .2 amianto o aglutinantes utilizados con amianto;
- .3 materiales que contengan óxidos de magnesio, como las lanas minerales.

17.20.4 Las tuberías de llenado y de descarga alcanzarán tal profundidad que disten menos de 100 mm del fondo del tanque o de cualquier sumidero.

17.20.5.1 Los productos se cargarán y descargarán de manera que no vayan a la atmósfera vapores emanados de los tanques. Si se hace uso del retorno de vapores a tierra durante la carga de los tanques, el sistema de retorno de vapores conectado al sistema de contención del producto de que se trate será independiente de todos los demás sistemas de contención.

17.20.5.2 Durante las operaciones de descarga habrá que mantener el tanque de carga a una presión manométrica superior a 0,07 bar.

17.20.5.3 La carga sólo podrá desembarcarse utilizando bombas para pozos profundos, bombas sumergidas de accionamiento hidráulico o el desplazamiento mediante gas inerte. Cada una de las bombas para la carga estará dispuesta de manera que el producto no se caliente excesivamente si el conducto de descarga se cierra o queda obstruido por cualquier causa.

17.20.6 Los tanques que lleven estos productos se ventilarán independientemente de los que lleven otros productos. Se habilitarán medios para maestrear el contenido de los tanques sin tener que abrir éstos a la atmósfera.

17.20.7 Los conductos flexibles de la carga utilizados para el trasvase de estos productos llevarán esta indicación: "PARA EL TRASVASE DE OXIDO DE ALQUILENO UNICAMENTE".

17.20.8 Se monitorizará la cantidad que los espacios de bodega puedan tener de estos productos. Asimismo, los espacios de bodega que rodeen los tanques independientes de tipo A y B se inertizarán y monitorizarán para determinar su contenido de oxígeno. El contenido de oxígeno de estos espacios se mantendrá por debajo del 2%. Cabrá utilizar equipo de muestreo portátil.

17.20.9 Antes de desconectar los conductos que vayan a tierra se reducirá la presión de los conductos de líquido y vapor mediante válvulas adecuadas instaladas en el colector de carga. No se descargarán en la atmósfera ni líquido ni vapores procedentes de esos conductos.

17.20.10 Los tanques estarán proyectados para la presión máxima que quepa esperar durante la carga, el transporte y la descarga.

17.20.11 Los tanques destinados al transporte de óxido de propileno cuya presión manométrica de proyecto sea inferior a 0,6 bar y los destinados al transporte de mezclas de óxido de etileno/óxido de propileno cuya presión manométrica de proyecto sea inferior a 1,2 bar contarán con un sistema de refrigeración para mantener la carga a una temperatura inferior a la de referencia. Respecto a la temperatura de referencia véase 15.1.4.1.

17.20.12 Las válvulas aliviadoras de presión de los tanques independientes de tipo C estarán taradas a una presión manométrica no inferior a 0,2 bar ni superior a 7,0 bar para el transporte de óxido de propileno, ni superior a 5,3 bar para el transporte de mezclas de óxido de etileno/óxido de propileno.

17.20.13.1 El sistema de tuberías de los tanques que hayan de cargarse con estos productos estará completamente separado de todos los demás sistemas de tuberías correspondientes a todos los demás tanques, incluso los vacíos, y de todos los compresores para la carga. Si el sistema de tuberías de los tanques que hayan de cargarse con estos productos no es independiente, según se define este término en 1.3.20, la separación de las tuberías prescrita se efectuará retirando carretes válvulas u otras secciones de tubería e instalando bridas ciegas en sus respectivos emplazamientos. La separación prescrita rige para todos los conductos de líquidos y de vapores todos los conductos de ventilación de líquidos y vapores y todas las demás conexiones posibles, tales como los conductos de suministro de gas inerte comunes.

17.20.13.2 Los productos de que se trate sólo se transportarán de conformidad con los planes de manipulación de la carga que haya aprobado la Administración. Cada disposición que se proyecte adoptar para el embarque de la carga irá indicada en un plan separado de manipulación. En los planes de manipulación de la carga figurará todo el sistema de tuberías de la carga y los puntos de instalación de las bridas ciegas necesarias para cumplir con las prescripciones arriba indicadas acerca de la separación de tuberías. A bordo del buque se conservará un ejemplar de cada plan de manipulación de la carga que haya sido aprobado. El Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel llevará una referencia a los planes aprobados de manipulación de la carga.

17.20.13.3 Antes de efectuar cada embarque inicial de esos productos y antes de toda reanudación ulterior de ese servicio, se obtendrá, de una persona designada como responsable que la Administración portuaria juzgue aceptable, una certificación en la que se haga constar que se ha efectuado la separación de las tuberías prescrita, certificación que el buque llevará a bordo. La citada persona responsable colocará un hilo metálico y un precinto en cada conexión que haya entre una brida ciega y una brida de tuberías, de modo que sea imposible retirar la brida ciega por inadvertencia.

17.20.14 Se indicarán en una lista, que necesitará la aprobación de la Administración, los límites máximos admisibles de carga de cada tanque de carga correspondientes a cada temperatura de embarque de carga y a la temperatura de referencia máxima aplicable. El capitán tendrá siempre a bordo un ejemplar de esta lista.

17.20.15 Se transportará esta carga bajo un adecuado relleno aislante de gas de protección constituido por nitrógeno. Se instalará un sistema automático de compensación de nitrógeno para evitar que la presión manométrica del tanque descienda a menos de 0,07 bar si se produce un descenso de la temperatura del producto debido a condiciones ambientales o a un funcionamiento defectuoso del sistema de refrigeración. Habrá de disponerse a bordo de nitrógeno en cantidad suficiente para satisfacer la demanda del control automático de presión. Para el citado relleno aislante se usará nitrógeno de calidad comercialmente pura (99,9%, en volumen). Una batería de botellas de nitrógeno conectadas a los tanques de carga por medio de una válvula reductora de presión se ajusta al concepto de sistema "automático" en el presente contexto.

17.20.16 Antes y después del embarque el espacio ocupado por vapor en el tanque de carga será objeto de pruebas para verificar que el contenido de oxígeno no excede del 2%, en volumen.

17.20.17 Se proveerá un sistema de aspersión de agua de capacidad suficiente para proteger eficazmente la zona circundante del colector de carga, las tuberías de cubierta expuestas que se utilicen en la manipulación del producto y las bóvedas de los tanques. Las tuberías y las boquillas estarán dispuestas de manera que hagan posible un régimen de distribución uniforme a razón de 10l/m² por mio. El sistema de aspersión de agua podrá accionarse manualmente, tanto en su emplazamiento como por telemando, y su disposición será tal que el agua arrastre cualquier derrame de carga. Los dispositivos de accionamiento manual por telemando irán dispuestos de modo que el teleaccionamiento de las bombas de alimentación del sistema de aspersión de agua y de las válvulas que normalmente vayan cerradas en el sistema pueda efectuarse desde un emplazamiento adecuado situado fuera de la zona de la carga, que sea adyacente a los espacios de alojamiento, y serán de fácil acceso y utilización en caso de incendio en las zonas que se trate de proteger. Además, cuando las temperaturas ambiente lo permitan se conectará una manguera para agua con presión en la boquilla, lista para utilización inmediata durante las operaciones de carga y descarga.

17.21 Cloruro de vinilo

En caso de que se impida la polimerización del cloruro de vinilo añadiendo un inhibidor, será aplicable lo dispuesto en 17.8. Si no se ha añadido inhibidor o si la adición es insuficiente, ningún gas inerte utilizado para los fines señalados en 17.6 habrá de contener más del 0,1% de oxígeno. Antes de iniciar la operación de cargar se analizarán muestras del gas inerte tomadas de los tanques y las tuberías. Cuando se transporte cloruro de vinilo y durante los viajes en lastre realizados entre dos viajes consecutivos de transporte, se mantendrá una presión positiva en los tanques.

Capítulo 18

Prescripciones de orden operacional

18.1 Información sobre la carga

18.1.1 A bordo y a la disposición de todos los interesados habrá de haber información con los datos necesarios para efectuar sin riesgos el transporte de la carga. Figurará en esa información, respecto de cada producto transportado:

- .1 una descripción completa de las propiedades físicas y químicas, necesaria para la seguridad en la contención de la carga;
- .2 las medidas procedentes en caso de derrames o de fugas;
- .3 las medidas procedentes en caso de que alguien sufra un contacto accidental;
- 4 los procedimientos y los medios utilizados para combatir incendios;
- .5 los procedimientos de trasvase de carga, desgasificación, lastrado, limpieza de tanques y cambio de cargas;
- .6 el equipo especial necesario para manipular sin riesgos la carga de que se trate;
- .7 las temperaturas mínimas admisibles del acero de la parte interior del casco; y
- .8 procedimientos en casos de emergencia.

18.1.2 Se rechazarán los productos cuya inhibición sea obligatoria si no se hace entrega del certificado prescrito en 17.8.

18.1.3 A bordo de todo buque regido por el presente Código se llevará un ejemplar de éste o de las reglamentaciones nacionales que recojan las disposiciones del presente Código.

18.2 Compatibilidad

18.2.1 El capitán se cerciorará de que la cantidad y las características de cada producto destinado a ser cargado se ajustan a lo especificado en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel que se cita en 1.5 y en el cuadernillo relativo a carga y estabilidad estipulado en 2.2.5, y que los productos aparecen citados en el Certificado internacional de aptitud para el transporte de gases licuados a granel, según se prescribe en la sección 3 del certificado.

18.2.2 Se tomarán las precauciones necesarias para evitar reacciones químicas peligrosas si las cargas se mezclan. Esto reviste importancia especial respecto de:

- .1 los procedimientos de limpieza prescritos entre transportes sucesivos de cargas para los tanques que lleven esas cargas; y
- .2 el transporte simultáneo de cargas que, mezcladas, reaccionen. Sólo se permitirá ese tipo de transporte cuando los sistemas de carga completos, incluidos los sistemas de tuberías de la carga, los tanques y los sistemas de ventilación y refrigeración, sin considerar

exhaustiva esta enumeración, estén separados en el sentido dado a este término en 1.3.32.

18.3 Formación del personal*

18.3.1 El personal que intervenga en operaciones relacionadas con la carga recibirá una formación adecuada sobre los procedimientos de manipulación.

18.3.2 Todos los miembros del personal recibirán una formación adecuada sobre el uso del equipo protector provisto a bordo y formación básica en cuanto a los procedimientos apropiados para sus respectivos cometidos que corresponda seguir en situaciones de emergencia.

18.3.3 Los oficiales recibirán formación sobre los procedimientos de emergencia que haya que seguir si se producen fugas, derrames o un incendio que afecte a la carga, teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización, y a un número suficiente de ellos se les instruirá y formará en los aspectos esenciales de los primeros auxilios apropiados para las cargas transportadas.

18.4 Entrada en los distintos espacios

18.4.1 El personal no entrará en tanques de carga, espacios de bodega, espacios perdidos, espacios de manipulación de la carga ni otros espacios cerrados en los que pueda acumularse el gas, a menos que:

- .1 se mida el contenido gaseoso de la atmósfera del espacio de que se trate mediante equipo fijo o amovible, para asegurar la presencia de oxígeno suficiente y la ausencia de una atmósfera tóxica; o
- .2 el personal lleve aparatos respiratorios y el equipo protector necesario y la operación completa se realice bajo la estrecha vigilancia de un oficial competente.

18.4.2 El personal que entre en cualquier espacio designado como peligroso a causa del gas en un buque que transporte productos inflamables no introducirá en dicho espacio ninguna posible fuente de ignición, a menos que se haya certificado que el espacio está exento de gas y se le mantenga así.

18.4.3.1 Respecto de los tanques de aislamiento interno se adoptarán precauciones especiales contra incendios cuando haya que realizar trabajos en caliente cerca de dichos tanques. Al efecto habrá que tener en cuenta las características de absorción y desabsorción de gas del material de aislamiento.

18.4.3.2 Las reparaciones que haya que efectuar en los tanques de aislamiento interno se ajustarán a los procedimientos indicados en el párrafo 4.4.7.6.

18.5 Transporte de carga a baja temperatura

18.5.1 Cuando se transporten cargas a bajas temperaturas:

- .1 los medios de calefacción, dado que los haya, correspondientes a los sistemas de contención de la carga, funcionarán de modo que la temperatura no descienda por debajo de la temperatura para la cual se proyectó el material de la estructura del casco;
- .2 se embarcará la carga de modo que no se produzcan gradientes inaceptables de temperatura en ningún tanque de carga, tubería ni elemento auxiliar; y

* Véase lo dispuesto en el Convenio internacional sobre normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar, 1978, y especialmente los requisitos mínimos aplicables a la formación y competencia de Capitanes, oficiales y marineros de buques tanque para gases licuados (Regla V/3 Cap 5 del citado Convenio) y la Resolución 12 de la Conferencia internacional de la gente de mar 1978.

- .3 cuando se refrigeren tanques descendiendo desde temperaturas que coincidan con la temperatura ambiente o que se acerquen a ésta, se seguirá con toda exactitud el procedimiento de refrigeración prescrito para el tanque, la tubería y el equipo auxiliar de que se trate.

18.6 Equipo protector

Se informará al personal de cuáles son los riesgos relacionados con la carga que se esté manipulando y se le darán las instrucciones necesarias para que en las operaciones de manipulación tome precauciones y lleve el equipo protector citado en 14.1.

18.7 Sistemas y mandos

Los sistemas de parada de emergencia y de alarma que pueda haber que utilizar en casos de emergencia durante el trasvase de la carga, se probarán y verificarán antes de que comiencen las operaciones de manipulación de la carga. También los mandos esenciales para tal manipulación se probarán y verificarán antes de que comiencen las operaciones de trasvase.

18.8 Operaciones de trasvase de la carga

18.8.1 Las operaciones de trasvase, incluidos los procedimientos de emergencia, se estudiarán juntamente por el personal del buque y el de la instalación de tierra encargado de dichas operaciones, antes de que comiencen éstas; y durante su realización se mantendrán en todo momento las comunicaciones.

18.8.2 El tiempo de cierre de la válvula a que se hace referencia en 13.3.1 (es decir, el tiempo que transcurre desde la iniciación de la señal de cierre hasta el cierre completo de la válvula) no habrá de exceder de:

$$\frac{3600U}{LR} \quad (\text{s})$$

donde

U = volumen del espacio vacío del tanque al nivel en que se produce la señal (m³)

LR = régimen máximo de carga acordado entre el buque y la instalación de tierra (m³/h)

El régimen de carga se calculará de modo que limite a un valor aceptable el aumento de presión debido al cierre de la válvula, teniendo en cuenta el conducto flexible o el brazo utilizados para la carga y los sistemas de tuberías del buque y de tierra, según proceda.

18.9 Prescripciones de orden operacional complementarias

En el Código se encontrarán prescripciones de orden operacional complementarias, en: 3.8.4, 3.8.5, 7.1.1.5, 8.2.5, 8.2.7, 9.4.2, 12.1.1, 12.1.10, 13.1.4, 14.2.5, 14.2.6, 14.3.1, 15.1, 15.2, 16.2.2, 17.4.2, 17.4.3, 17.6, 17.7, 17.12, 17.13, 17.14, 17.15, 17.16, 17.17, 17.18, 17.20.

Capítulo 19

Resumen de prescripciones mínimas

Notas aclaratorias del resumen de prescripciones mínimas

Números ONU		Los números ONU que figuran en la tabla de este capítulo 19 se indican únicamente a título de información
Detección de vapor exigida (columna f)	F	- Detección de vapor inflamable
	T	- Detección de vapor tóxico
	O	- Analizador de oxígeno
	F+T	- Detección de vapores inflamables y tóxicos
Medición: tipos de dispositivos autorizados (columna g)	I	- Indirectos o cerrados, descritos en 13.2.2.1 y .2
	C	- Indirectos o cerrados, descritos en 13.2.2.1, .2 y .3
	R	- Indirectos, cerrados o de paso reducido, descritos en 13.2.2.1, .2, .3 y .4
Gases refrigerantes		Gases atóxicos e ininflamables tales como: diclorodifluorometano (1028) dicloromonofluorometano (1029) diclorotetrafluoroetano (1958) monoclorodifluorometano (1018) monoclorotetrafluoroetano (1021) monoclorotrifluorometano (1022)

Salvo indicación en otro sentido, las mezclas de gases que contengan menos del 5% de acetilenos en total podrán transportarse sin sujeción a otras prescripciones que las establecidas para los componentes principales.

Los números de la GPA se indican para que se pueda obtener información sobre los procedimientos de emergencia que hay que seguir en caso de un suceso en que se trate de los productos a los que se aplica el código CIG. Cuando alguno de los productos enumerados se transporte a baja temperatura y pueda producirse congelación de la piel, se consultará también el cuadro N- 620 de la GPA.

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Nombre del producto	Número ONU	Tipo de buque	Se exige tanque independiente de tipo C	Control del espacio de vapor dentro de los tanques de carga	Detección de vapor	Dispositivos de medición	N° de cuadro de la GPA	Prescripciones especiales
Acetaldehído	1089	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	300	14.4.3, 14.4.4, 17.4.1, 17.6.1
Amoníaco anhidro	1005	2G/ 2PG	-	-	T	C	725	14.4.2, 14.4.3, 14.4.4, 17.2.1, 17.13
Azufre, dióxido de	1079	1G	Sí	Seco	T	C	635	14.4, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.7, 17.9
Butadieno	1010	2G/ 2PG	-	-	F+T	R	310	17.2.2, 17.4.2, 17.4.3, 17.6, 17.8
Butano	1011	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	
Butano/propano, mezclas de	1011/ 1978	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	
Butilenos	1012	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	
Cloro	1017	1G	Sí	Seco	T	I	740	14.4, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.7, 17.9, 17.14
Dimetilamina	1032	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	320	14.4.2, 14.4.3, 14.4.4, 17.2.1

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Nombre del producto	Número ONU	Tipo de buque	Se exige tanque independiente de tipo C	Control del espacio de vapor dentro de los tanques de carga	Detección de vapor	Dispositivos de medición	Nº de cuadro de la GPA	Prescripciones especiales
Etano	1961	2G	-	-	F	R	310	
Eter dietílico*	1155	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	330	14.4.2, 14.4.3, 17.2.6, 17.3.1, 17.6.1, 17.10, 17.11, 17.15
Eter etilvinílico*	1302	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	330	14.4.2, 14.4.3, 17.2.2, 17.3.1, 17.6.1, 17.8, 17.10, 17.11, 17.15
Etileno	1038	2G	-	-	F	R	310	
Etileno, óxido de	1040	IG	Sí	Inerte	F + T	C	365	14.4.2, 14.4.3, 14.4.4, 14.4.6, 17.2.2, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.6.1, 17.16
Etilo, cloruro de	1037	2G/ 2PG	-	-	F + T	R	340	
Isopreno*	1218	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	14.4.3, 17.8, 17.10, 17.12
Isopropilamina*	1221	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	320	14.4.2, 14.4.3, 17.2.4, 17.10, 17.11, 17.12, 17.17

* Esta carga está regida también por el código CIQ.

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Nombre del producto	Número ONU	Tipo de buque	Se exige tanque independiente de tipo C	Control del espacio de vapor dentro de los tanques de carga	Detección de vapor	Dispositivos de medición	Nº de cuadro de la GPA	Prescripciones especiales
Metano (GNL)	1972	2G	-	-	F	C	620	
Metilacetileno/pro-padieno, mezclas de	1060	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	17.18
Metilo, bromuro de	1062	1G	Sí	-	F + T	C	345	14.4, 17.2.3, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.9
Metilo, cloruro de	1063	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	340	17.2.3
Monoetilamina*	1036	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	320	14.4.2, 14.4.3, 14.4.4, 17.2.1, 17.3.1, 17.10, 17.11, 17.12, 17.17
Nitrógeno	2040	3G	-	-	O	C	620	17.19
Oxido de etileno/ óxido de propileno en mezcla cuyo contenido de óxido de etileno no exceda del 30% en peso*	2983	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	365	14.4.3, 17.3.1, 17.4.1, 17.6.1, 17.10, 17.11, 17.20

* Esta carga está regida también por el código CIQ.

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Nombre del producto	Número ONU	Tipo de buque	Se exige tanque independiente de tipo C	Control del espacio de vapor dentro de los tanques de carga	Detección de vapor	Dispositivos de medición	N° de cuadro de la GPA	Prescripciones especiales
Pentanos (todos los isómeros)*	1265	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	14.4.4, 17.10, 17.12
Penteno (todos los isómeros)*	1265	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	14.4.4, 17.10, 17.12
Propano	1978	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	
Propileno	1077	2G/ 2PG	-	-	F	R	310	
Propileno, óxido de*	1280	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	365	14.4.3, 17.3.1, 17.4.1, 17.6.1, 17.10, 17.11, 17.20
Refrigerantes, gases (véanse notas)	-	3G	-	-	-	R	350	
Vinilideno, cloruro de*	1303	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	R	340	14.4.2, 14.4.3, 17.2.5, 17.6.1, 17.8, 17.10, 17.11
Vinilo, cloruro de	1086	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	340	14.4.2, 14.4.3, 17.2.2, 17.2.3, 17.3.1, 17.6, 17.21

* Esta carga está regida también por el código CIQ.

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Nombre del producto	Número ONU	Tipo de buque	Se exige tanque independiente de tipo C	Control del espacio de vapor dentro de los tanques de carga	Detección de vapor	Dispositivos de medición	Número del cuadro de la GPA	Prescripciones especiales
Éter dimetílico	-	2G / 2PG	-	-	F+T	C	-	
Anhídrido carbónico	-	3G	Sí	-	-	C	-	

Apéndice

**Modelo de certificado internacional de aptitud para el
Transporte de gases licuados a granel**

**“CERTIFICADO INTERNACIONAL DE APTITUD PARA EL TRANSPORTE
DE GASES LICUADOS A GRANEL”**

(Sello oficial)

expedido en virtud de lo dispuesto en el
**CODIGO INTERNACIONAL PARA LA CONSTRUCCION Y EL EQUIPO DE BUQUES
QUE TRANSPORTEN GASES LICUADOS A GRANEL**
(resolución MSC.5(48) en su forma enmendada por la resolución MSC.17(58))

con autoridad conferida por el Gobierno de

.....
(nombre completo del país)

por
(título oficial completo de la persona u organización competente autorizada por la Administración)

Datos relativos al buque¹

Nombre del buque
Número o letras distintivos

Puerto de matrícula
Capacidad de carga (m³).....
Tipo de buque (párrafo 2.1.2 del Código)²
Número IMO³ _

Fecha en que se colocó la quilla del buque o en que la
construcción de éste se hallaba en una fase equivalente,
o (en el caso de un buque transformado) fecha en que -
se inició la transformación en buque gasero

El buque cumple también plenamente con las siguientes enmiendas al Código:

.....
.....
.

El buque esta exento de cumplir con las siguientes disposiciones del Código:

.....
.....

SE CERTIFICA:

¹ Los datos relativos al buque podrán indicarse también en casillas dispuestas horizontalmente.

² Véase instrucciones para rellenar el certificado al final del apéndice.

³ De conformidad con la resolución A.600(15) -Sistema de asignación de un número de la OMI a los buques para su identificación-, la inclusión de este dato tiene carácter voluntario.

- 1 .1 Que el buque ha sido objeto de reconocimiento de conformidad con lo dispuesto en la sección 1.5 del Código.
- .2 que el reconocimiento ha puesto de manifiesto que la estructura, el equipo, los accesorios, los medios y los materiales del buque, y el estado de todo ello, son satisfactorios en todos los sentidos y que el buque cumple con las disposiciones pertinentes del Código.

2 Que se han aplicado los criterios de proyecto siguientes:

- .1 temperatura ambiente del aire... ..C²
- .2 temperatura ambiente del agua..... C²
- .3

Tipo y número de tanque	Coeficiente de seguridad ³				Material ³	MARVS
	A	B	C	D		
Tuberías de la carga						

Nota: Los números de los tanques citados en esta lista pueden localizarse en el plano de tanques, firmado y fechado, que figure en la hoja adjunta 2.

- .4 Las propiedades mecánicas del material de los tanques de carga fueron determinadas a C⁴

3 Que el buque es apto para transportar a granel los productos indicados a continuación, siempre que se observen todas las disposiciones de orden operacional del Código que se en pertinentes⁵.

Productos	Condiciones de transporte (números de los tanques, etc.)

Sigue en la(s) página(s) de continuación de la Hoja adjunta 1, firmada y fechada.
 Los números de los tanques indicados en esta lista pueden localizarse en el plano de tanques, firmado y fechado, que figura en la Hoja adjunta 2.

- 4 Que de conformidad con lo prescrito en 1.4/2.8.23¹, las disposiciones del Código han sido modificadas con respecto al buque del modo siguiente:
- 5 Que el buque debe cargarse:
- 1.1 de conformidad con las condiciones de carga estipuladas en el manual de carga aprobado, sellado y fechado y firmado por un funcionario responsable de la Administración o de una organización reconocida por la Administración.³ / -
- 1.2 de conformidad con las limitaciones de carga adjuntas al presente certificado.

Cuando sea preciso cargar el buque de modo que no se ajuste a lo arriba indicado, se remitirán a la Administración que expida el certificado los cálculos necesarios para justificar las condiciones de carga propuestas, y la Administración podrá autorizar por escrito la adopción de dichas condiciones de carga. propuestas.²

El presente certificado es válido hasta el³a

reserva de que se efectúen los reconocimientos pertinentes de conformidad con lo dispuesto en 1.5 del Código.

Fecha de terminación del reconocimiento en el que se basa el presente certificado:.....
(dd/mm/aaaa)

Expedido en
 (lugar de expedición del certificado)

.....
 (fecha de expedición)

.....
 (firma del funcionario autorizado para expedir el certificado)

(Sello o estampilla de la autoridad expedidora)

Instrucciones para rellenar el certificado:

1/"Tipo de buque": Toda anotación consignada en esta línea guardará relación con las diversas recomendaciones que le sean aplicables; por ejemplo, la anotación "tipo 2G" se entenderá referida a ese tipo de buque en todos los aspectos regidos por el Código

2/ Párrafos 2.1 y 2.2: Se consignarán las temperaturas ambiente aceptadas o exigidas por la Administración a los efectos de 4.8.1 del Código.

3/ Párrafo 2.3: Se consignarán los coeficientes v los materiales aceptados o exigidos por la Administración a los efectos de 4.5.1.4 v 4.5.1.6 del Código

4/ Párrafo 2.4: Se consignará la temperatura aceptada por la Administración a los efectos de 4.5.1.7.

5/ Párrafo 3: Sólo se consignarán los productos enumerados en el capítulo 19 del Código o los que hayan sido evaluados por la Administración de conformidad con lo dispuesto en 1.1.6 del Código

¹ Táchese según proceda

² En vez de incluir este texto en el certificado, cabrá adjuntarlo al mismo, siempre que esté debidamente firmado y sellado.

³ Insértese la fecha de expiración especificada por la Administración de conformidad con lo dispuesto en 1.5.6.1 del Código. El día y el mes de esta fecha corresponden a la fecha de vencimiento anual tal como se define ésta en 1.3.3.2A del Código, a menos que dicha fecha se modifique de conformidad con lo dispuesto en 1.5.6.8 del Código.

o las mezclas compatibles de ellos cuyas propiedades físicas se ajusten a las limitaciones impuestas por el proyecto de los tanques. Respecto de estos últimos productos "nuevos", se tendrán presentes cualesquiera prescripciones especiales provisionalmente estipuladas.

REFRENDO DE RECONOCIMIENTOS ANUALES E INTERMEDIOS

SE CERTIFICA que en el reconocimiento efectuado de conformidad con lo prescrito en 1.5.2 del Código se ha comprobado que el buque cumple con las disposiciones pertinentes del Código.

Reconocimiento anual: Firmado.....
(firma del funcionario autorizado)
Lugar.....
Fecha.....

(Sello o estampilla de la autoridad)

Reconocimiento anual/intermedio ^{3/}: Firmado
(firma del funcionario autorizado)
Lugar.....
Fecha.....

(Sello o estampilla de la autoridad)

Reconocimiento anual/intermedio ^{3/}: Firmado
(firma del funcionario autorizado)
Lugar.....
Fecha.....

(Sello o estampilla de la autoridad)

Reconocimiento anual: Firmado
(firma del funcionario autorizado)
Lugar.....
Fecha.....

(Sello o estampilla de la autoridad)

Reconocimiento anual/intermedio de conformidad con 1.5.6.8.3

SE CERTIFICA que en el reconocimiento anual/intenmedio^{3/} efectuado de conformidad con lo prescrito en 1.5.6.8.3 del Código, se ha comprobado que el buque cumple con las disposiciones pertinentes del Código.

Firmado
....(firma del funcionario autorizado)
Lugar
Fecha

(Sello o estampilla de la autoridad)

Refrendo para prorrogar la validez del certificado, si ésta es inferior a cinco años, cuando 1.5.6.3 sea aplicable

El buque cumple con las disposiciones pertinentes del Código, y se aceptará el presente certificado como válido, de conformidad con lo prescrito en 1.5.6.3 del Código hasta

Firmado
(firma del funcionario autorizado)

Lugar

Fecha
(Sello o estampilla de la autoridad)

Refrendo cuando, habiéndose finalizado el reconocimiento de renovación, 1.5.6.4 sea aplicable

El buque cumple con las disposiciones pertinentes del Código, y se aceptará el presente certificado como válido, de conformidad con lo prescrito en 1.5.6.4 del Código, hasta

Firmado
(firma del funcionario autorizado)

Lugar

Fecha
(Sello o estampilla de la autoridad)

Refrendo para prorrogar la validez del certificado hasta la llegada al puerto en que ha de hacerse el reconocimiento, o por un periodo de gracia, cuando 1.5.6.5 y 1.5.6.6 sean aplicables

El presente certificado se aceptará como válido, de conformidad con lo prescrito en 1.5.6.5/1.5.6.6 del Código, hasta

Firmado.....
(firma del funcionario autorizado)

Lugar

Fecha
(Sello o estampilla de la autoridad)

Refrendo para adelantar la fecha de vencimiento anual cuando 1.5.6.8 sea aplicable

De conformidad con lo prescrito en 1.5.6.8 del Código, la nueva fecha de vencimiento anual es

Firmado.....
(firma del funcionario autorizado)

Lugar

Fecha
(Sello o estampilla de la autoridad)

De conformidad con lo prescrito en 1.5.6.8 del Código, la nueva fecha de vencimiento anual es

Firmado.....
(firma del funcionario autorizado)

Lugar.....

Fecha
(Sello o estampilla de la autoridad)

**HOJA ADJUNTA 1 DEL CERTIFICADO INTERNACIONAL
DE APTITUD PARA EL TRANSPORTE DE
PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS A GRANEL**

Continuación de la lista de productos indicados en la sección 3, con las correspondientes condiciones de transporte.

Productos	Condiciones de transporte (números de los tanques, etc.)

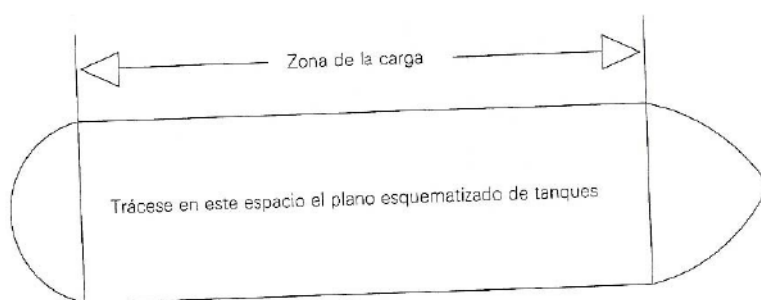
Fecha
(la del certificado) -
(firma del funcionario que expide el certificado y/o sello de la autoridad expedidora)

**HOJA ADJUNTA 2 DEL CERTIFICADO INTERNACIONAL
DE APTITUD PARA EL TRANSPORTE DE
GASES LICUADOS A GRANEL**

PLANO DE TANQUES
(ejemplo)

Nombre del buque;

Número o letras distintivos



Fecha
(la del certificado) -

.....
(firma del funcionario que
expide el certificado y/o
sello de la autoridad expedidora)