

# I. Disposiciones generales

## MINISTERIO DE ASUNTOS EXTERIORES

**15212** *ENMIENDAS al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (Londres, 1 de noviembre de 1974, publicado en el «Boletín Oficial del Estado» del 16 al 18 de junio de 1980), aprobadas el 17 de junio de 1983, por el Comité de Seguridad Marítima de la Organización Marítima Internacional en su cuadragésimo octavo período de sesiones. (Conclusión.)*

### CAPÍTULO 3 - DISPOSICIÓN DEL BUQUE

#### 3.1 Separación de la zona de 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 pifios. 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, podrá utilizarse 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-0 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-0 hermética.

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

- 1 a temperaturas inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$ , los espacios de bodega estarán separados del mar por un doble fondo; y
- 2 a temperaturas inferiores a  $-55^{\circ}\text{C}$ , 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 tramos verticales o en emplazamientos equivalentes podrán utilizarse para avanzar espacios perdidos situados encima del sistema de contención de la carga, y las tuberías de agotamiento, aireación o purga podrán utilizar 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 3.10 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 o 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 establecerá 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 ventilación de la carga y los conductos de extracción que haya en espacios de máquinas, derivados de dispositivos de calefacción de gas.

3.2.3 No se permitirá que haya acceso a través de puertas, herméticas o no, desde un espacio o salvo de las hasta un espacio peligroso a causa del gas, exceptuando 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 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 caseta más próximo al costado, o en uno y otro, a una distancia al menos igual al 4% de la eslora del buque pero no inferior a 3 m del extremo 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 casetas que quedan dentro de la distancia mencionada serán de 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 eficientemente 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 de torro situados por debajo de la cubierta corrida más alta y de la primera planta de la superestructura 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 tendrán que accionarse 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-2/58 de las Enmiendas de 1983 al 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 del gas; y
- 2.1 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 efectúa 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 ir 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 techos 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 Exclusas 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 10.2.5.4). El equipo eléctrico de tipo no certificado como seguro que se utilice para fines de maniobra, fondeo y amarre, y las bombas de emergencia contraincendios, no se situarán 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

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 existiera 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 El espacio interbarreras dispondrá de un sistema de agotamiento adecuado para recoger la carga líquida si los tanques que la contienen presentan fugas o sufren rotura. Los medios utilizados harán posible el retorno del líquido derramado a los tanques de carga.

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, tanques de combustible líquido y espacios a salvo del gas podrán estar conectados a bombas situadas en los espacios de máquinas. Las quillas de cajón podrán quedar 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 coleccionar la tubería procedente de la quilla de cajón a tuberías que den servicio a espacios a salvo del 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 que la Administración lo apruebe y 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 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 11.3.1.3 y 11.4.7.

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.

#### CAPITULO 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\*

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,  $P_0$ , 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  $P_0$ , 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  $-10^{\circ}\text{C}$ . 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  $P_0$  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  $P_0$ , 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 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  $P_0$  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  $P_0$ , 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 Normas reconocidas\* 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  $P_0$  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  $P_0$  habrá de ser inferior a 0,7 bar.

\* 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° 61 y G2 de dicha Asociación.

\* 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.

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:

$$P_0 = 2 + AC(\rho_r)^{0,5} \text{ (bar)}$$

donde

$$A = 0,0185 \left( \frac{\sigma_m}{\Delta\sigma_A} \right)^2$$

en que

$\sigma_m$  = esfuerzo primario de proyecto de la membrana

$\Delta\sigma_A$  = esfuerzo dinámico admisible de la membrana (amplitud doble al nivel de probabilidad  $Q = 10^{-6}$ )  
55 N/mm<sup>2</sup> para acero ferrítico/martensítico  
75 N/mm<sup>2</sup> para aleación de aluminio (5083-0)

C = dimensión característica del tanque, considerándose como tal el mayor de los valores siguientes:

$$h, 0,75b, \text{ o bien } 0,45l$$

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)

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

$\rho_r$  = densidad relativa de la carga ( $\rho_r = 1$  para agua dulce) a la temperatura de proyecto.

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: aquéllos 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: aquéllos 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 prescriben 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  $45^{\circ}\text{C}$ . 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 de 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  $0^\circ$  y  $30^\circ$ , sin sobrepasar los esfuerzos admisibles que se señalan en 4.5.1.

##### 4.3.2 Presión interior

4.3.2.1 La altura piezométrica  $h_{eq}$ , expresada en bares de presión manométrica y resultante de la presión de vapor de proyecto  $P_0$  y de la presión del líquido  $h_{gd}$  definida en 4.3.2.2, excluyendo los efectos de chapoteo del líquido, se calculará aplicando la fórmula

$$h_{eq} = P_0 + (h_{gd})_{max} \text{ (bar)}$$

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 altura piezométrica  $h_{gd}$  que resulta del efecto combinado de la gravedad y de las aceleraciones dinámicas se calculará aplicando la fórmula

$$h_{gd} = agZ\beta \frac{\rho}{1,02 \times 10^4} \text{ (bar)}$$

donde

$ag\beta$  = aceleración adimensional (es decir, relativa a la aceleración de la gravedad) originada por cargas gravitatorias y dinámicas en una dirección  $\beta$  cualquiera (véase la figura 4.1).

$Z\beta$  = 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  $\beta$  (véase la figura 4.2). Al determinar  $Z\beta$  no será necesario tener en cuenta pequeñas bóvedas de tanque que no se consideren parte del volumen total del tanque de carga.

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

Se tomará la dirección que dé el máximo valor  $(h_{gd})_{max}$  de  $h_{gd}$ . Cuando sea preciso tener en cuenta 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.

##### 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  $10^6$  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.

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  $10^{-6}$ ). 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  $10^6$  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 periodo de 15 días. Estas distribuciones podrán obtenerse tal como se indica en la figura 4.3.

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 periodos de enfriamiento actúan sobre los tanques destinados a temperaturas de la carga inferiores a  $-55^\circ C$ .

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 bacrora 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 efectuarán análisis estadísticos de cargas de ola de conformidad con lo señalado en 4.3.4, análisis de elementos finitos u otros que utilicen métodos análogos y análisis de la mecánica de las fracturas u otros que entrañen 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:

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{10^3}{N_i} < C_w$$

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 a la curva Wöhler (S-N)
- $N_j$  = número de ciclos hasta la fractura para las cargas de fatiga que se producen al cargar y descargar
- $C_w$  = será inferior o igual a 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 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 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  $P_0$  utilizada para verificar el pandeo de los recipientes de presión no será inferior a la dada por la fórmula siguiente:

$$P_0 = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (\text{bar})$$

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 actúan, el peso y la contracción del aislamiento, el peso del propio casco, 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 estos 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 someterá a un análisis estadístico de cargas de ola de conformidad con lo señalado en 4.3.4, análisis de elementos finitos u otro que utilice métodos análogos y un análisis de la mecánica de las fracturas u otro que entrañen un enfoque equivalente.

4.4.7.2 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 parición 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, producidas 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  $R_o/1,33$  si este segundo valor es menor, en el caso de aceros al carbonomanganeso y aleaciones de aluminio, con los valores de  $R_m$  y  $R_o$  ajustados a lo definido en 4.5.1.7. No obstante, si se efectúan cálculos detallados para los elementos primarios, el esfuerzo equivalente  $\sigma_C$ , 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 flexor 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:

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

donde

$\sigma_m$  = esfuerzo de membrana primario equivalente, general

$\sigma_L$  = esfuerzo de membrana primario equivalente, local

$\sigma_b$  = esfuerzo flexor primario equivalente

$f = \frac{R_m}{A}$  o bien  $\frac{R_o}{B}$ , si este segundo valor es menor

$F = \frac{R_m}{C}$  o bien  $\frac{R_o}{D}$ , si este segundo valor es menor

con los valores de  $R_m$  y  $R_o$  ajustados a lo definido en 4.5.1.7. En cuanto a los esfuerzos  $\sigma_m$ ,  $\sigma_L$  y  $\sigma_b$ , véase también la definición de categorías de esfuerzos en 4.1.3. 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:

$$\frac{R_m}{A} \text{ o bien } \frac{R_o}{B}$$

donde

$R_m$  y  $R_o$  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  $R_o$  = límite de fluencia mínimo especificado, a la temperatura ambiente (N/mm<sup>2</sup>). 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<sup>2</sup>).

Para uniones soldadas de aleaciones de aluminio se utilizarán los valores respectivos de  $R_o$  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 material depositado que se dé en el estado de fabricación. A reserva de que la Administración dedique a esta 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 pasadas 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  $\sigma_C$  (von Mises, Huber) se determinará mediante la fórmula

$$\sigma_C = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$$

donde

$\sigma_x$  = esfuerzo normal total en dirección x

$\sigma_y$  = esfuerzo normal total en dirección y

$\tau_{xy}$  = esfuerzo cortante total en el plano 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:

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

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

$$\tau_{xy} = \tau_{xy-st} \pm \sqrt{\Sigma(\tau_{xy-dyn})^2}$$

donde

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

$\sigma_{x-dyn}$ ,  $\sigma_{y-dyn}$  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 satisficen 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 vapor 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 está 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 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 <sup>1</sup>	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 <sup>1</sup>	
De membrana		Barrera secundaria completa	
De semimembrana		Barrera secundaria completa <sup>2</sup>	
Independiente			
Tipo A		Barrera secundaria completa	
Tipo B		Barrera secundaria parcial	
Tipo C		No se exige barrera secundaria	

Temperatura de la carga a la presión atmosférica	Igual o superior a -10°C	Inferior a -10°C hasta -55°C <sup>1</sup>	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
De aislamiento interno			
Tipo 1		Barrera secundaria completa	
Tipo 2		Tiene barrera secundaria completa incorporada	

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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 la modalidad de transporte, 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°.

4.7.6.1 Cuando se exija una barrera secundaria parcial, su extensión se determinará basándose 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 en el empujamiento de los tanques de carga.

4.7.6.2 Se instalarán, separados de la barrera secundaria parcial, dispositivos tales como una pantalla deflectora de rodadas 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 descienda por debajo de la temperatura de servicio 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 se usen 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 formulario 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 servicio 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 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 infe-

riores, 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 caldo 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 considerando la instalación de reliqueación 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 del aire sean respectivamente de 0° 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 cámaras secundarias se supondrá que la barrera primaria se halla a la temperatura de 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 forman 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 forman 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 conducción térmica
- 10 inflamación
- 11 congestión
- 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 entrará 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 desorción 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 diseño de las juntas de los tanques independientes de tipo G se proyectarán 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 toble 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 en 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 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 muestra 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 hidrostáticamente 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 supongan inexactitudes de circularidad o en la alineación de juntas soldadas y en la variación gradual de planchas de espesores diferentes, 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%.

Cada una de las anteriores podrá ser sustituida por la comprobación ultrasónica en sustitución parcial de la radiografía, si la Administración lo autoriza expresamente. Además, la Administración podrá exigir la comprobación ultrasónica total de la soldadura o 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:

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 flexor 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  $1,5 P_0$ , 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  $P_0$  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  $30^{\circ}\text{C}$  más alta que la temperatura de transición a la ductilidad para el 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 cada uno de los casos por parte de 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 inspección suplementaria con la que determinará 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  $-10^{\circ}\text{C}$ . 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 presiónización para la relajación mecánica de los esfuerzos, con la aprobación de la Administración y 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. Los espesores de plancha no excederán de los establecidos en una norma que la Administración juzgue aceptable.

3. Se realizará un análisis detallado de los esfuerzos para determinar si

mientras se produce la relajación mecánica de éstos el esfuerzo primario máximo de membrana es aproxima mucho al 90% del límite de fluencia del material, pero sin rebasarlo. La Administración podrá exigir que se efectúen mediciones de los esfuerzos mientras se esté aplicando la presionización para la relajación de los mismos, a fin de verificar los cálculos.

- 4 El procedimiento de relajación mecánica de esfuerzos que se vaya a seguir necesitará la aprobación previa de la Administración.

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  $10^{-4}$  en el Atlántico Norte y son aplicables a buques de más de 50 m de eslora.

Aceleración vertical, definida en 4.3.4.6

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + (5,3 - \frac{35}{L_0})^2 (\frac{x}{L_0} + 0,05)^2 (\frac{0,6}{C_B})^{1,8}}$$

Aceleración transversal, definida en 4.3.4.6

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0,6 + 2,5 (\frac{x}{L_0} + 0,05)^2 + K(1 + 0,6 K \frac{z}{B})^2}$$

Aceleración longitudinal, definida en 4.3.4.6

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0,06 + A^2 - 0,25 A}$$

donde

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

En estas fórmulas,

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

$C_B$  = coeficiente de bloque

$B$  = la mayor manga de trazado (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.

$$a_0 = 0,2 \frac{V}{\sqrt{L_0}} + \frac{34 - \frac{600}{L_0}}{L_0}$$

donde  $V$  = velocidad de servicio (nudos)

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

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

$a_x, a_y$  y  $a_z$  = 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.  $a_x$  no comprende el componente del peso estático,  $a_y$  comprende el componente del peso estático en la dirección transversal debida al balanceo, y  $a_z$  comprende el componente del peso estático en la dirección longitudinal debida al cabeceo.

4.13 Criterios de esfuerzos

Los criterios de evaluación de los esfuerzos a que se hace referencia en 4.5.1.4, y 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 está considerando.

4.13.3 Esfuerzo flexor es el esfuerzo variable ejercido a través del espesor de la sección que se está 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:

$$S_1 < 0,5 \sqrt{Rt} \text{ y } S_2 \geq 2,5 \sqrt{Rt}$$

donde

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

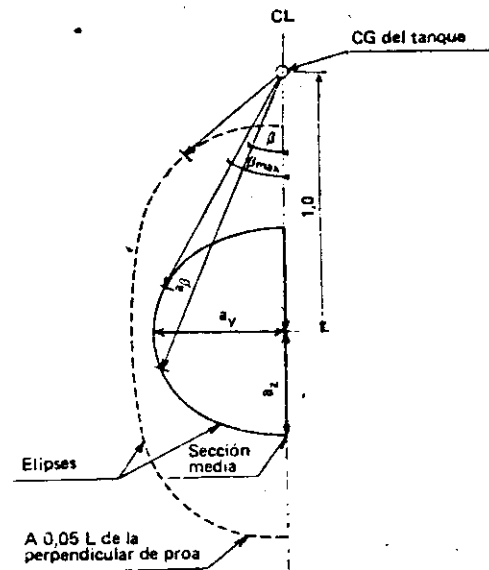
$S_2$  = distancia en la dirección meridiana a otra región en la que se rebasan los límites del esfuerzo primario general de membrana.

$R$  = radio medio del 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.



- $a_\beta$  = aceleración resultante (estática y dinámica) en una dirección cualquiera  $\beta$
- $a_x$  = componente transversal de la aceleración
- $a_z$  = componente vertical de la aceleración

Figura 4.1 — Elipse de la aceleración

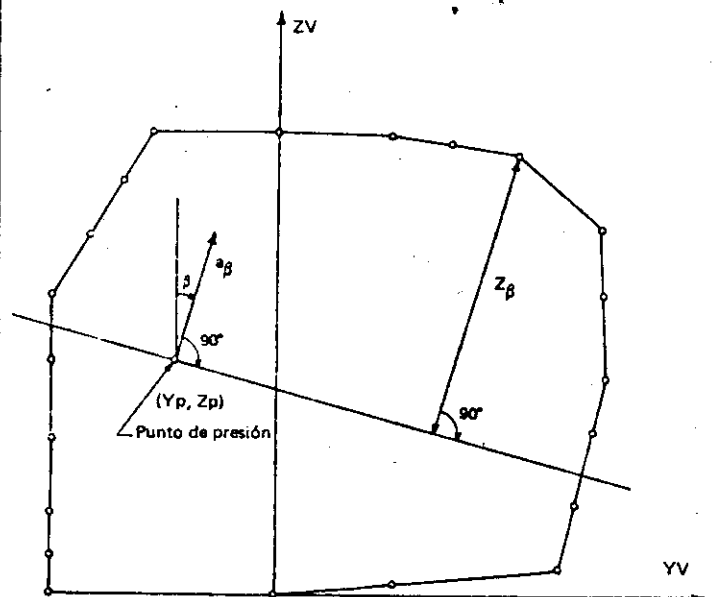
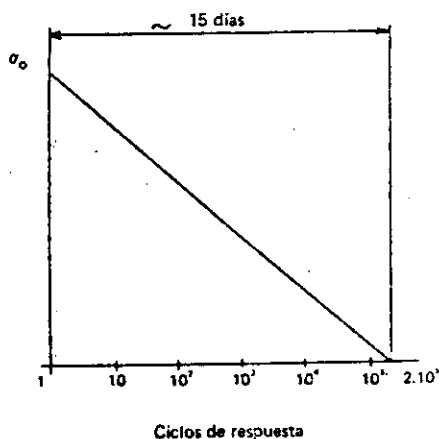


Figura 4.2 — Determinación de las alturas piezométricas



$\sigma_0$  = 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

## CAPITULO 5 - RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION Y SISTEMAS DE TUBERIAS PARA LIQUIDOS Y VAPOR, Y DE PRESION

### 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 la presente sección 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 r. ecánica, el número de éstas será el menor posible y si se las 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 Escantillonas basadas 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

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}} \quad (\text{mm})$$

donde

$t_0$  = espesor teórico

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

siendo

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

D = diámetro exterior (mm)

K = esfuerzo admisible ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) citado en 5.2.4

e = coeficiente de eficacia, igual a 1.0, para los tubos sin costura y para los 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 la Administración podrá determinar un valor del coeficiente de eficacia que dependerá 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 esta justificación, el valor de b será:

$$b = \frac{Dt_0}{2.5r} \quad (\text{mm})$$

donde

r = radio medio de la curva (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 del 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 5.2.2.1 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  $45^\circ\text{C}$ , 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  $45^\circ\text{C}$ , 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:

$$\frac{R_{m1}}{A} \quad \text{o} \quad \frac{R_p}{B}$$

\* Véanse las reglas publicadas por los miembros y miembros asociados de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación y en especial la prescripción unificada Nº G3 de dicha Asociación.

donde

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

$R_e$  = límite de fluencia mínimo especificado a la temperatura ambiente ( $N/mm^2$ ). 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 una norma que la Administración juzgue aceptable, teniendo en cuenta la presión de proyecto definida en 5.2.2. Para juntas de dilatación de fuelle utilizadas en relación con el vapor, la Administración 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  $-110^\circ C$ , 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  $-110^\circ C$  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 el valor de trabajo de la válvula adivadora de presión, igual o superior a  $-55^\circ C$  y que no pueda producirse una descarga de líquido en las tuberías de respiración. Cabrá permitir atenuaciones si éstos, 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 semi-membrana.

5.2.6.2 No se utilizarán materiales cuya temperatura de fusión sea inferior a  $925^\circ C$ , 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 pirorresistente.

#### 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  $-55^\circ C$  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 5 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 el 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 someterá una prueba de flexión de fatiga (deformación del buque) en una tubería de dilatación de fuelle, sin presión interior, sometiendo los tramos de dilatación de fuelle a un tramo de tubo de presión al menos igual a 2 veces el diámetro nominal de la tubería de dilatación de fuelle.

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. 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.

5.4.2 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  $-10^\circ C$ , 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  $-10^\circ C$  habrá que retirar los anillos cubrejuntas internos.
- 2 Las juntas deslizantes soldadas, con manguitos y la correspondiente soldadura, y de dimensiones satisfactorias a juicio de la Administración, se utilizarán sólo para tuberías de extremos abiertos con diámetro exterior igual o inferior a 50 mm y temperaturas de proyecto no inferiores a  $-55^\circ C$ .
- 3 Los acoplamientos roscados que la Administración juzgue aceptables 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 normas que la Administración juzgue aceptables 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  $-55^\circ C$  sólo se utilizarán bridas de collar soldado.
- 2 Para temperaturas de proyecto inferiores a  $-10^\circ C$  no se utilizarán bridas deslizantes en tamaños nominales superiores a 100 mm ni bridas de enchufe soldado en tamaños nominales superiores a 50 mm.

5.4.3.3 La Administración podrá aceptar en todos los casos conexiones de tubería de juntas 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 Soldeo, termotratamientos postsoldadura y pruebas no destructivas

1 El soldeo 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 exigirán termotratamientos postsoldadura. La Administración podrá dispensar del cumplimiento de la prescripción relativa a la relajación de tensiones 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 al soldeo y durante la realización de éste, 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 servicio inferiores a  $-10^\circ C$ , diámetros interiores de más de 75 mm o espesores de pared de más de 10 mm.
- 3.2 Para otras juntas soldadas a tope de tuberías, 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 de tuberías 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 otros fluidos, las tuberías no pueden ser sometidas antes de la puesta en servicio del sistema se someterán a la Administración propuestas de empleo de otros fluidos o medios de prueba.

5.5.3 Una vez montados a bordo los sistemas de tuberías de la carga y de elaboración, se someterá cada uno de éstos a una prueba de detección de fugas utilizando aire, nitrógeno 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

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 tanques 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 accionamiento lo más cerca posible del tanque. Cabrán 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 podrá sustituir con una válvula a dos válvulas distintas, 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 obtenerse 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 (a la tierra) 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 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 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 5 veces la presión máxima a que el conducto flexible estará sometido durante el trasvase de la carga.

5.7.3 Cada nuevo tipo de conducto flexible para la carga será sometido, con sus accesorios de extremo, a una prueba de prototipo a una presión igual por lo menos a 5 veces la presión de trabajo máxima especificada. La temperatura del conducto durante la realización de esta prueba será igual 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 ni superior a dos quintos de su presión de reventazón. En el conducto se indicará, con estarcido o por otro medio, cuál es su presión máxima de trabajo especificada y, si ha de ser utilizado en más de una temperatura distinta de la temperatura ambiente, sus temperaturas mínima o máxima de servicio o ambas. 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 presiónización de 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.

## CAPITULO 6 - MATERIALES DE CONSTRUCCION

### 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	Energía media mínima de tres probetas
10 x 10 mm	E
10 x 7,5 mm	5/6 E
10 x 5,0 mm	2/3 E

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

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

\* Véanse las reglas publicadas por los miembros y miembros de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación y en especial la prescripción unificada N° W1 de dicha Asociación.

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 post-soldadura, las prescripciones a que hayan de ajustarse las pruebas se podrán modificar a discreción de la Administración.

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 para cascos según lo prescrito en 4.9.1 y 4.9.4.

TABLA 6.1

CHAPAS, TUBOS (SIN COSTURA Y SOLDADOS) <sup>1/</sup> , PERFILES Y PIEZAS FORJADAS DESTINADOS A TANQUES DE CARGA Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO NO INFERIORES A 0°C	
COMPOSICION QUIMICA Y TERMOTRATAMIENTO	
ACERO AL CARBONOMANGANESO	Totalmente reposado
Acero de grano fino cuando el espesor excede de 20 mm	
Pequeñas adiciones de elementos siendores previo acuerdo con la Administración	
Los límites para la composición habrán de ser aprobados por la Administración	
Normalización o temple y revenido <sup>2/</sup>	
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCION Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE) <sup>3/</sup>	
CHAPAS	Una prueba por "pieza"
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS	Prueba por lotes
PROPIEDADES DE RESISTENCIA A LA TRACCION	El límite de fluencia mínimo especificado no excederá de 410 N/mm <sup>2</sup>
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	
TEMPERATURA DE PRUEBA	Espesor t (mm)	Temperatura de prueba (°C)
	t ≤ 20	0
	20 < t ≤ 40	-20

NOTAS

- <sup>1/</sup> 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.
- <sup>2/</sup> Se podrá utilizar un procedimiento de laminación controlada en lugar de la normalización o temple y revenido, previa aprobación especial de la Administración.
- <sup>3/</sup> La normalización y el temple y revenido se aplicarán especialmente a materiales cuyo límite de fluencia mínimo no exceda de 410 N/mm<sup>2</sup>. En el caso de estos materiales se prestará atención especial a la normalización y a la normalización térmicamente.

TABLA 6.2

CHAPAS, PERFILES Y PIEZAS FORJADAS <sup>1/</sup> DESTINADOS A TANQUES DE CARGA, BARRERAS SECUNDARIAS Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO INFERIORES A 0°C, HASTA -55°C					
Espesor máximo, 25 mm <sup>2/</sup>					
COMPOSICION QUIMICA Y TERMOTRATAMIENTO					
ACERO AL CARBONOMANGANESO	Totalmente reposado.				Acero de grano fino tratado con aluminio.
Composición química (análisis de coque en la cuchara)					
C	Mn	Si	S	P	
0,16% máx. <sup>3/</sup>	0,70-1,60%	0,10-0,50%	0,035% máx.	0,035% máx.	
Adiciones facultativas: Las adiciones y los elementos de afinado del grano podrán ajustarse en general a las proporciones siguientes:					
Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
0,80% máx.	0,25% máx.	0,08% máx.	0,35% máx.	0,05% máx.	0,10% máx.
Normalización o temple y revenido <sup>2/</sup>					
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCION Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE)					
CHAPAS	Una prueba por "pieza"				
PERFILES	Prueba por lotes				
PRUEBA CHARPY CON ENTALLA EN V	Temperaturas 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 <sup>1/</sup>	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 41 J				

NOTAS

<sup>1/</sup> 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.

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

Espesor del material (mm)	Temperaturas de prueba (°C)
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 termoequilibrados 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 termoequilibrados, la temperatura de prueba será la misma que la prescrita para el espesor del forro del tanque adyacente.

<sup>3/</sup> Previo 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.

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

Orientación

Para materiales cuyo espesor excede 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 FORJADAS<sup>1/</sup> DESTINADOS A TANQUES DE CARGA, BARRERAS SECUNDARIAS Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO INFERIORES A -55°C, HASTA -165°C<sup>2/</sup>  
Espesor máximo, 25 mm<sup>3/</sup>

Temperatura de proyecto mínima (°C)	Composición química <sup>4/</sup> 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 <sup>5/</sup>	-70
-90	Acero al níquel (3,5%) - normalizado o normalizado y revenido <sup>5/</sup>	-95
-105	Acero al níquel (5%) - normalizado o normalizado y revenido <sup>5/</sup>	-110
-165	Acero al níquel (9%) - doblemente normalizado y revenido o templado y revenido	-196
-165	Aceros austeníticos tales como los de los tipos 304, 304L, 316, 316L, 321 y 347. Termotratados por solubilización <sup>6/</sup>	-196
-165	Aleaciones de aluminio tales como la del tipo 5083 recocidas	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 TRACCION 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 críticas 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:

Espesor del material (mm)	Temperatura de prueba (°C)
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)<sup>1/</sup> PIEZAS FORJADAS<sup>2/</sup> Y PIEZAS FUNDIDAS<sup>3/</sup> DESTINADOS A LAS TUBERIAS DE LA CARGA Y DE ELABORACION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO INFERIORES A 0°C, HASTA -165°C<sup>4/</sup>  
Espesor máximo, 25 mm

Temperatura de proyecto mínima (°C)	Composición química <sup>5/</sup> y termotratamiento	Pruebas al choque	
		Temperatura de la prueba (°C)	Energía media mínima (E) (J)
-55	Acero al carbonomanganeso Totalmente reposado de grano fino. Normalizado o según se haya convenido <sup>6/</sup>	4/	27
-65	Acero al níquel (2,25%). Normalizado o normalizado y revenido <sup>6/</sup>	-70	34
-90	Acero al níquel (3,5%) Normalizado o normalizado y revenido <sup>6/</sup>	-95	34
-165	Acero al níquel (9%) <sup>7/</sup> . 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 solubilización <sup>6/</sup>	-196	41
	Aleaciones de aluminio tales como la del tipo 5083 recocidas		No se exige

PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCION 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 esta 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 ESTRUCTURAS DE CASCO SEGUN LO PRESCRITO EN 4.9.1 Y 4.9.4

Temperatura de proyecto mínima de las estructuras del casco (0°C)	Espesor mínimo (mm) para calidades de acero ajustadas a 6.1.9						
	A	B	D	E	AH	DH	EH
0 y superior <sup>1/</sup> -5 y superior <sup>2/</sup>	Práctica normal						
hasta -5	5	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 tabla 6.2 y en la nota 3/ 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 inoxidables, 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 expresamente 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 4 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 por 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 cada dos pesos. 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 6.3.6.1 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 cada dos pesos. 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 cuya cual fuera 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.

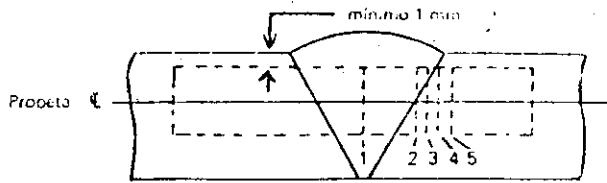
6.3.7.4 En la realización de la inspección y de las pruebas no destructivas de la parte interior del casco o de las estructuras de tanques independientes que den soporte a tanques de aislamiento interno se tendrán en cuenta los criterios de proyecto enunciados en 4.4.7. El calendario de las inspecciones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



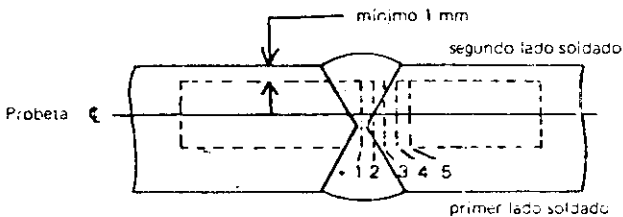
6.3.7.5 La inspección de las tuberías se efectuará de conformidad con lo prescrito en el capítulo 5.

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.

Soldadura a tope en V sencilla



Soldadura a tope en doble V



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.

Figura 6.1 — Orientación de la probeta de prueba de soldadura

## CAPÍTULO 7 — 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, o superiores que se haya 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 aisladas.

7.2.2.1 Cuando se transporten a la vez dos o más cargas refrigeradas que puedan mezclarse accidentalmente de modo peligroso, se prestará atención especial a los sistemas de refrigeración para evitar la posibilidad de que tales cargas se mezclen. Para tales situaciones 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 criadero le proporciona un sistema directo o combinado y las fugas accidentales en los termocambiadores no pueden provocar la mezcla de las cargas en la 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 sumieran 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 esta 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 bordo 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 el 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.

## CAPÍTULO 8 — SISTEMAS DE RESPIRACION 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> se podrá instalar una sola de estas válvulas.

8.2.2 Los espacios interbarreras irán provistos de dispositivos aliviadores de presión que la Administración juzgue satisfactorios.

8.2.3 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.

**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.

**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 0 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 prescriba la instalación de un tarado de válvula aliviadora de presión, habrá que tener en cuenta lo siguiente:

1. instalando dos o más válvulas adecuadamente taradas y precintadas, 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 se llevará 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 esta utilizando la capacidad conjunta de todas las válvulas, a condición de que haya a bordo una válvula de reserva 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 directamente hacia arriba y de tal manera dispuesto que la posibilidad de que penetren en el agua o nieve sea mínima. La altura de los respiraderos no será de menos de 0,30 m o de 6 m, si este segundo valor es mayor, por encima de la cubierta de intemperie, ni de 6 m por encima de la zona de trabajo y del pasillo longitudinal.

**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, o estos 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 apotar 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.

**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.

**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 consistirá 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:

$$Q^* = FG^*A^{0.82} \quad (m^3/s)$$

donde

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

$$G^* = \frac{12.4}{(L + \rho_r m)D} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

en que

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

$m = -di/dp_r$  = 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 se calculará tomando como base los datos termodinámicos del propio producto;

$i$  = entalpia del líquido (kJ/kg);

$T$  = temperatura en kelvins (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.

**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.

TABLA 8.1 - FACTOR m

Producto	$m = -di/dp_r$ (kJ/kg)
Amoniaco 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.

**8.4 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 deberán ser capaces de permitir la admisión de un gas inerte, vapor de agua o vapor de carga, a un nivel de instalación de modo que la posibilidad de que lleguen a un nivel 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:

$$Q = FGA^{0,52} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

donde:

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

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

$$G = \frac{12,4}{LD} \sqrt{\frac{Z \cdot T}{M}}$$

donde

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

L = calor latente de las sustancias que se evaporan en las condiciones correspondientes al alivio de la presión, en kJ/kg;

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

$$D = \sqrt{k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

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 m<sup>2</sup> 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 consisten en un conjunto de tanques del 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

k	D	k	D
1,00	0,606	1,52	0,714
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

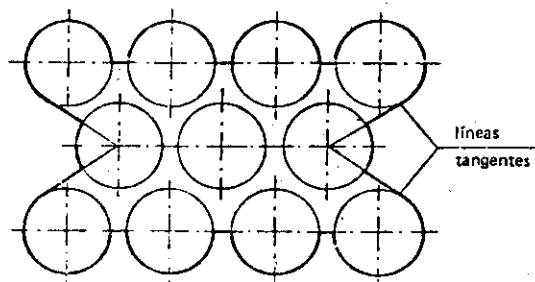


Figura 8.1

## CAPITULO 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.

9.2.1.1 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 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 9.2.1 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 de suficiente capacidad para inertizar el mayor de dichos espacios, y a condición de que la combinación de los espacios y los oportunos sistemas detectores de vapor, juntamente con la actividad de los medios inertizadores provistos, garanticen que toda fuga de los tanques de carga será detectada rápidamente y que, en caso de que se produzca un escape de vapor de gas inflamable, se instalará el equipo necesario de aire seco en cantidad suficiente y de calidad adecuada para sustituir la cantidad de aire seco prevista.

9.2.3 Para gases no inflamables, los espacios a que se hace referencia en 9.2.1 y 9.2.2 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 pueda esperarse 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 ellos en los espacios 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 provisto de modo que la temperatura de la estructura del buque no disminuya 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 este ingresen por contraflujo en el sistema de gas inerte.

9.4.5 Se dispondrá, en necesario, para que cada espacio que se esté inertizando pueda quedar aislado, y se instalarán los mandos, las válvulas alivianadoras 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 que funcione de modo que de la oportuna señal cuando la proporción de oxígeno presente 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 libera 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 los tanques 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.

9.5.4 El equipo quemador de flama 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.

## CAPITULO 10 - INSTALACIONES ELECTRICAS

## 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 17 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 los espacios en peligro a la presencia de productos inflamables. No será necesario a menos que se cumplan 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 conformidad 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 peligrosas a causa del gas, a menos que sean esenciales a fines operacionales, en cuyo caso se tendrán en cuenta las excepciones enumeradas en 10.2.

10.1.5 Cuando se instale equipo eléctrico en espacios o zonas peligrosas a causa del gas, no de conformidad con lo dispuesto en 10.1.4, la instalación habrá de ser satisfactoria y juzgada por la Administración y aprobada para funcionar en la atmósfera peligrosa a menos que se trate por las autoridades que la Administración reconozca como instalaciones seguras.

## 10.2 Tipos de equipo

En los espacios y zonas peligrosas a causa del gas podrá instalarse equipo que no sea intrínsecamente seguro como seguro de conformidad con las disposiciones que a continuación se indican.

## 10.2.1 Espacios y zonas peligrosas a causa del gas - generalidades

En todos los espacios y zonas peligrosas 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 punto de control de la carga se instalará un dispositivo de alarma que indique esa parada. Los motores de las bombas de la carga podrán quedar aislados del suministro de corriente durante las operaciones de desgasificación.

\* Véanse las recomendaciones publicadas por la Comisión Electrotécnica Internacional en el Tratado de Ginebra, especialmente la Publicación 92/502.

1.3.1. 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 1.3.1.7.5, 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 1.3.1.7.5.

- 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 atraviesen 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 o en zonas 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 escape de carga, orificio de salida de gas o vapor, brida de tubería de la carga, válvula de entrada para la carga y abertura de ventilación de las cámaras de bombas para la carga o de las cámaras de compresores para la carga; en zonas situadas en la cubierta expuesta y en el interior de la zona de la carga y 3 m a proa y a popa de la zona de la cubierta que 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 productos llevados como 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 peligrosa 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 los medios prescritos en 3.6.4.

CAPITULO 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 11-2 de las Enmiendas de 1983 al SOLAS se aplicará a los buques regidos por el Código, independientemente de su arqueo, incluso los de arqueo bruto inferior a 500 toneladas, con las siguientes salvedades:

- 1 la regla 66.4 no será aplicable;
- 2 la regla 4, en la medida en que sea aplicable a los buques de carga, y la regla 7, se aplicarán tal como se aplicarán a los buques tanque de arqueo bruto igual o superior a 2 000 toneladas;
- 3 las reglas del capítulo 11-2 de las Enmiendas de 1983 al 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
17	11.6
56.1 y 56.2	capítulo 3
60, 61, 62	11.3 y 11.4
63	11.5

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 popel del espacio de bodega que esté más a popa o en el extremo proel del espacio de bodega que esté más a proa quedarán incluidos en la zona de la carga.

11.2 Equipo del colector contra incendios

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 11-2/4 y 11-2/7 de las Enmiendas de 1983 al SOLAS, aunque lo prescrito en cuanto a cantidad de las bombas contra incendios y al diámetro del colector y de las tuberías contra incendios no estará limitado por lo dispuesto en las reglas 4.2.1 y 4.4.1 cuando la bomba y el colector contra incendios se empleen como parte del sistema aspersor de agua de conformidad con lo permitido en 11.3.3. Además, lo prescrito en la regla 4.4.2 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

situados por encima de la cubierta. Para que la disposición sea esa y a fin de cumplir con lo prescrito en las reglas 11-2/4.5.1 y 11-2/18 de las Enmiendas de 1983 al SOLAS, se instalará el número necesario de bocas contra incendios, con un diámetro cuyo longitud no excederá de 33 m.

11.2.3 Se instalarán válvulas de cierre en todos los cruzamientos provistos, tal como en los colectores situados en la parte delantera de la toldilla y a trechos de no más de 40 m entre las bocas contra incendios 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 la acción corrosiva del agua del mar, a cuyo fin podrá emplearse tal como galvanizado, por ejemplo, y a los efectos del fuego.

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 contra incendios al menos una bomba contra incendios, por telemando, desde el puente de mando, 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 bodegas de los tanques de carga expuestos y cualquier parte expuesta de dichos tanques;
- 2 las excavaciones de almacenamiento expuestas, situadas en cubierta y destinadas 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 patios en los que haya artículos que presenten gran riesgo de incendio y de las cámaras de control de la carga, cerradas con la zona de carga. Los mamparos límite

de estructuras del castillo de proa sin dotación en los que no haya artificio 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/m<sup>2</sup> por minuto para superficies de proyección horizontal y de 4 l/m<sup>2</sup> por minuto para las superficies verticales. Por lo que respecta a estructuras que tengan superficies horizontales o verticales claramente definidas, la capacidad del sistema aspersor de agua vendrá determinada por:

1. la superficie proyectada horizontalmente multiplicada por 10 l/m<sup>2</sup> por minuto, y
2. la superficie real multiplicada por 4 l/m<sup>2</sup> por minuto.

En las superficies verticales, para el espaciado 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 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 y 2. Como posibilidad distinta cabrá utilizar para este servicio las bombas contra incendios 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 contra incendios 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.

#### 11.4 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/manguera o 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 los siguientes elementos independientes y autónomos de producto químico en polvo con sus respectivos mandos, tuberías fijas del agente presurizado y cañones o mangueras. En buques cuya capacidad de carga sea inferior a 1 000 m<sup>3</sup>, la instalación podrá permitir que sólo se instale uno de dichos cañones o mangueras, que quedará dispuesto de modo que proteja las zonas del colector de carga y, además, que pueda ser accionado tanto en su emplazamiento como por telemando. Si es necesario que el cañón sea orientable por telemando si desde una sola boquilla 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 carrete de arrollamiento o desde el cañón. En el extremo popel 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 hacen coras 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 13 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 pare el sistema. Las mangueras y las lanzas serán resistentes a la intemperie o se guardarán en alojamientos 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 segundos 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 carretes 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 Espacios cerrados peligrosos a causa del gas

**11.5.1** Los espacios cerrados a los que normalmente haya acceso y en los que pueda haber fugas de líquido o de vapor inflamables, como las cámaras de bombas y de compresores para la carga, estarán provistos de una instalación fija que pueda extinguir un incendio declarado en dichos espacios. Además, este sistema u otro sistema fijo habrán de poder inertizar el espacio de que se trate después de un incendio para que éste no vuelva a producirse. Para los fines del proyecto se supondrá que los límites del espacio permanecen intactos. Se evitarán los sistemas extintores por anhídrido carbónico y vapor, a menos que se estudie como es debido el peligro originado por la electricidad estática.

**11.5.2** Se tomarán las medidas necesarias para que las aberturas de ventilación y de cualquier otra índole del espacio de que se trate queden cerradas y para que, en los casos necesarios, suene en dicho espacio una señal de alarma que permita al personal que se encuentre en su interior efectuar una evacuación de emergencia antes de que se dé entrada al agente inertizador/extintor.

#### 11.6 Equipos de bombero

**11.6.1** Todo buque que transporte productos inflamables llevará equipos de bombero en la proporción que a continuación se indica, ajustados a lo prescrito en la regla II-2/17 de las Enmiendas de 1983 al SOLAS.

Capacidad total de carga	Número de equipos
inferior a 2 000 m <sup>3</sup>	2
entre 2 000 m <sup>3</sup> y 5 000 m <sup>3</sup>	4
superior a 5 000 m <sup>3</sup>	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.

#### CAPITULO 12 - VENTILACION MECANICA EN LA ZONA DE LA CARGA

Las prescripciones del presente capítulo sustituyen a las de la regla II-2/5.2 de las Enmiendas de 1983 al 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 20 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 3 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 dan 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 peligro 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 sus partes 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 hueigo 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 hueigo 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 repuesto.

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.

## CAPITULO 13 - INSTRUMENTOS (DE MEDICION, DE SECCION 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 MANS 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 espe-

ciales 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 saque, 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 desizante. 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 fin cabrá utilizar la válvula de cierre de emergencia a que se hace referencia en 5.6.4. 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 Administración y la Administración portuaria podrán acordar otras medidas, tales como limitar la velocidad de carga, etc.

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 m<sup>3</sup>, o
- 2 ha sido proyectado de modo que resista la máxima presión posible durante la operación de carga y tal presión es inferior a aquella 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 estar desactivados durante 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 13.1.1. 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 la temperatura de la carga, uno situado al fondo del tanque y el otro cerca de la parte superior del mismo, 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.

13.6.2 Cuando se transporte la carga en un sistema de contención con barrera secundaria a una temperatura inferior a  $-55^{\circ}\text{C}$ , se instalarán indicadores de temperatura en el punto 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 proceda, darán una señal acústica cuando las temperaturas se acerquen al límite inferior para el cual es apropiado el acero del casco.

13.6.3 Cuando se vaya a transportar carga a temperaturas inferiores a  $-55^{\circ}\text{C}$ , 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 produzca un gradiente de temperatura anormal;
2. en uno de los tanques, varios dispositivos, además de los indicados en 13.6.11, 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 siguen a éste no necesitarán cumplir con lo presente en el presente subapartado;
3. 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. conductos de ventilación y conductos de gas, en los casos en que se prescriba el capítulo 16, V;
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 "h" 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, habrá de poder detectar y tomar muestras de gas del emplazamiento correspondiente a 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 — PROTECCION 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 bombardeo 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 completamente cargadas para cada aparato respiratorio prescrito en 14.2.1, un compresor de aire especial adecuado para suministrar aire a alta presión o 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 seguridad prescrito en 14.2.1 se guardará en taquillas adecuadas, marcadas claramente y situadas en lugares de fácil acceso.

### 14.3 Equipo de primeros auxilios

14.3.1 En un lugar fácilmente accesible se guardará una parihuela adecuada para tratar a una persona lesionada desde los espacios situados debajo de la cubierta.

14.3.2 Habrá a bordo equipo de primeros auxilios sanitarios, incluido un aparato de respiración artificial por oxígeno y, dado que los haya, antidotos contra los productos transportados.



## 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 "h" 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 se aceptarán únicamente cuando un solo filtro sirva para todas las cargas designadas que el buque pueda transportar en virtud de su certificado
- 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 lavajo. Las duchas y el lavajo 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 m<sup>3</sup> 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 respecto, 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.

418

## CAPÍTULO 15 — LÍMITES 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:

$$V_L = 0,98 V \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

donde

$V_L$  = volumen máximo al cual se podrá llenar el tanque

$V$  = volumen del tanque

$\rho_R$  = densidad relativa de la carga a la temperatura de referencia

$\rho_L$  = densidad relativa de la carga a la temperatura y a la presión correspondientes a la operación de cargar.

15.1.3 La Administración podrá autorizar un límite de llenado superior al límite del 98% indicado en 15.1.1 y 15.1.2 a la temperatura de referencia, teniendo en cuenta la forma del tanque, la disposición de las válvulas aliviadoras de presión, la precisión obtenida 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 8.2.1.7.

15.1.4 Solamente a los efectos del presente capítulo, "temperatura de referencia" significa:

- 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 una válvula aliviadora de presión complementaria que cumpla con lo dispuesto en 8.3.

## 15.2 Información que se deberá facilitar al capitán

Se incluirán en una lista, que necesitará la aprobación de la Administración, los límites máximos admisibles de llenado correspondientes a cada tanque de carga, respecto de cada producto que pueda ser transportado, de cada temperatura que cubra 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 indicadas en 8.3. El capitán tendrá siempre a bordo un ejemplar de esa lista.

## CAPÍTULO 16 — 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 máquinas propulsoras principales y en las cámaras de calderas, y en dichos espacios o cámaras sólo podrá utilizarse en calderas, generadores de gas inerte y motores de combustión.

16.1.2 Las disposiciones del presente capítulo no excluyen la posibilidad de utilizar vapor o gas de evaporación en otros emplazamientos para otros servicios, tales como los de reliquiación de la carga y generación de gas inerte, a condición de que tales servicios y emplazamientos sean especialmente examinados por la Administración.

## 16.2 Suministro de combustible gaseoso

16.2.1 Los conductos 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 se dé uno de los supuestos siguientes:

- 1 el conducto de combustible gaseoso será un sistema de doble tubería, con la tubería interior destinada a contener dicho combustible. El espacio que medie entre las tuberías concéntricas estará presionizado con gas inerte a una presión superior a la del combustible. Se instalarán dispositivos de alarma adecuados que indiquen toda pérdida de presión que se produzca entre las tuberías; o
- 2 los conductos de combustible gaseoso irán instalados en una tubería o un conducto ventilado mecánicamente por aspiración. Para el espacio de aire comprendido entre las paredes exterior e interior de las tuberías o los conductos habrá ventilación mecánica que pueda dar al menos 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 de la tubería o del conducto ventilados. La salida de ventilación estará situada en una posición en la que no pueda encenderse ninguna mezcla inflamable de gas y aire. La entrada de ventilación estará dispuesta de modo que en el sistema no penetren por aspiración gas ni mezclas de gas y aire. No cesará la ventilación mientras haya gas en la tubería de alimentación. Se proveerán medios de detección continua de gas que indiquen fugas y que interrumpan el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas, de conformidad con 16.2.9. El ventilador aspirante de este conducto estará instalado de modo que se corte el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas si no se establece y se mantiene la corriente de aire necesaria.

16.2.2 Si se produce una fuga de gas, el suministro de combustible gaseoso cesará 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.

16.2.3 El sistema de doble tubería o el conducto ventilado provistos para los conductos de combustible gaseoso terminarán en el tambucho o envuelta de ventilación prescritos en 16.2.4.

16.2.4 Se proveerá un tambucho o envuelta de ventilación para las tuberías o conductos por bridas, válvulas, etc., y para las tuberías de combustible gaseoso en las envueltas en el sistema de doble tubería o en el conducto ventilado, en las condiciones consumidoras de gas, tales como calderas, motores diesel o turbinas, etc. Si a dichos tambucho o envuelta no les da servicio el ventilador aspirante que da servicio a un conducto tal como se especifica en 16.2.1.2, habrá que dotarlo de un sistema de ventilación aspirante y habrá que proveer medios de detección continua de gas que indiquen fugas y que interrumpan el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas, de conformidad con 16.2.9. El ventilador aspirante estará dispuesto de modo que se corte el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas si el sistema de ventilación aspirante no está funcionando de manera que produzca la corriente de aire necesaria. El tambucho o la envuelta irán instalados o montados de forma que el aire de ventilación pueda recorrer la instalación consumidora de gas y ser evacuado por la parte superior del tambucho o de la envuelta.

16.2.5 Tanto el emplazamiento de donde se tome el aire de relleno destinado al sistema de ventilación prescrito como el de descarga del aire procedente de dicho sistema habrán de carecer de riesgos.

16.2.6 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 descargar, en un emplazamiento exento de riesgos situado 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 necesario tiro forzado, 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 ventilación. Como posibilidad distinta cabrá que la función de una,

de las válvulas instaladas en serie y la de la instalada en la tubería de ventilación 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 aísle la salida de ventilación.

16.2.7. Fuera del espacio de máquinas se instalará para el combustible gaseoso una válvula manrota que se pueda cerrar desde el interior de dicho espacio, dispuesta de modo que se cierre automáticamente si se detecta una fuga de gas o se produce la falta de ventilación del conducto o de la envuelta, o pérdida de presiónización en la línea tubería del combustible gaseoso.

16.2.8. Se proveerán los medios necesarios para inertizar y desgasificar la parte del sistema de tuberías de combustible gaseoso situada en el espacio de máquinas.

16.2.9. Los sistemas de detección de gas provistos de conformidad con lo prescrito en los 2.1 y 16.2.4 darán la alarma cuando se alcance el 30% del límite inferior de inflamabilidad e interrumpirán el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas en caso de que la concentración de gas llegue al 60% del límite inferior de inflamabilidad.

16.2.10. Todos los componentes del sistema de combustible gaseoso serán compatibles con el medio ambiente y no emitirán ruidos.

## CAPÍTULO 17 - PRESCRIPCIONES ESPECIALES

### 17.1 Generalidades

17.1.1. Las disposiciones del presente capítulo son aplicables cuando en la columna "h" 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 "h" 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 forman 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 inevitable, se instalará líquido inhibido más arriba del emplazamiento de que se trate.

17.4.3. Cuando se 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 reaccional 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 carga y que durante la de descargar se introducirá aire seco o vapor de la carga en ventilación de depresiones. A los efectos del presente párrafo, aire seco será aquel cuyo punto de condensación se dé a una temperatura de  $-45^{\circ}\text{C}$  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 tanques un certificado en el que se consignen los siguientes datos:

- 1 nombre y fórmula 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 ventilación 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  $3\,000\text{ m}^3$ .

### 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

Como las grandes concentraciones de amoníaco en espacios reducidos pueden ser inflamables, se aplicarán las disposiciones del capítulo 10 relativas a productos inflamables, salvo en las zonas situadas en la cubierta expuesta. Nunca se recibirá amoníaco líquido en un tanque que contenga aire, toda vez que se correría el riesgo de una carga electrostática que podría ser causa de inflamación. Para reducir al mínimo el riesgo de fisuración por tenso corrosión, que aparece cuando se transporta amoníaco a una temperatura superior a  $-20^{\circ}\text{C}$  (presión de vapor de 1,9 bar), se reducirá en todo lo posible el contenido de oxígeno del espacio ocupado por vapor en los recipientes a presión y en las tuberías fabricadas con acero al carbono-manganeso (y con otros aceros que exijan una consideración especial) antes de introducir amoníaco líquido. El sistema de condensación instalado para los tanques que se utilicen a  $-33^{\circ}\text{C}$  puede verse afectado a menos que éstos hayan sido termostabilizados.

### 17.14 Cloro

#### 17.14.1 Sistema de contención de la carga

17.14.1.1. La capacidad de cada tanque no excederá de  $600\text{ m}^3$  y la capacidad total de todos los tanques de carga no excederá de  $1\,200\text{ m}^3$ .

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 queoquen totalmente envueltos 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 escape de escape de las válvulas de seguridad se dispondrá en el extremo proel del buque de modo que la descarga se efectúe al exterior a nivel de la cubierta con una válvula 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 condensado 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 se conectarán 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 cloro. 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 de carga,
- 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 proel, la sección central y el extremo popel 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 Límites 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 Eter 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 inoxidables 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 constituido 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 cumplir con lo dispuesto en 17.20.6.3.

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 el párrafo 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, 2%;
- 2.4 concentración molar máxima de propileno, 40%;
- 2.5 concentración molar máxima combinada de butadieno y buteno a 2%;
- 2.6 concentración molar mínima de hidrocarburos saturados  $C_4$ , 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 un tercer sistema de refrigeración a base de comoreción 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 17,3 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 punto 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 1.3.3.2) o estar separado (en el sentido dado a este término en 1.3.3.2) de los sistemas de tuberías y de refrigeración de los demás tanques. La amplitud a presurizada exige 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, tal como:

17 19 Nitrógeno

Los materiales de construcción y elementos auxiliares, como el de aislamiento, deberán de ser resistentes a los efectos de las grandes concentraciones de nitrógeno 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 deberán 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 amoniacales,
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 2 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 u otros materiales que la Administración juzgue aceptables. Se dará preferencia a los materiales cuya composición química es tal que no reaccionen con los productos a transportar a fin de aprobación previa a la fabricación. Los sellos, juntas, juntas de los cascos, los asientos y demás partes de las válvulas que se hayan fabricado con acero inoxidable que contenga como mínimo un 11% de cromo.

17 20.3.2 Las juntas fríasadas 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 prorresistentes 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. aislamiento 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 de 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 al vacante que exista. 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 llaven estos productos se ventilarán independientemente de los que llaven otros productos. Se habilitarán medios para muestrear el contenido de los tanques sin tener que abrir estos 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 ÓXIDO DE ETILENO/ÓXIDO DE PROPILENO".

4.2.2.2.2 Los tanques de almacenamiento que los vapores de los productos transportados en ellos se acumulen en los espacios de los tanques que rodean los tanques de almacenamiento tipo A y B se inertizarán y mantendrán para determinar su contenido de oxígeno. El contenido de oxígeno de estos espacios se mantendrá por debajo del 2% para 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 colectador 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 cargar el producto 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 sello metálico y un precinto en cada conexión que haya estado sometida a prueba y una brida de tuberías, de modo que sea imposible retirar la brida sin la intervención de la Administración.

17.20.14 Se indicarán en una lista, que necesitará la aprobación de la Administración, los límites máximos admisibles de llenado de cada tanque de carga con productos 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 bares 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 10 l/m<sup>2</sup> por min. 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. Además, cuando las temperaturas atmosféricas 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 acción 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, lastreado, 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 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 este o de las reglamentaciones nacionales que recajan las disposiciones del presente Código.

### 18.2 Compatibilidad

18.2.1 El capitán se cerciorará de que la cantidad y la naturaleza 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, si se prescribe esto en virtud de 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 de los tanques de carga deberá estar instruido 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 corresponden 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, 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 desorción 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 inadecuados 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 del capítulo V del Anexo del citado Convenio), y la resolución 11 de la Conferencia Internacional sobre formación y titulación de la gente de mar, 1978.

3 cuando se refrigeran 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

$$\frac{3600 U}{LR} \text{ (s)}$$

donde U = volumen del espacio vacío del tanque al nivel en que se acciona la señal (m<sup>3</sup>)

LR = régimen máximo de carga acordado entre el buque y la instalación de tierra (m<sup>3</sup>/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

- 3.9.4, 3.8.5, 7.1.1.5, 9.2.5, 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, 17.6, 17.7, 17.12, 17.13, 17.14, 17.15, 17.16, 17.17, 17.18, 17.20

**CAPITULO 19 – RESUMEN DE PRESCRIPCIONES MINIMAS**

**Notas aclaratorias del resumen de prescripciones mínimas**

<b>Números ONU</b>		Los números ONU que figuran en la tabla de este capítulo 19 se indican únicamente a título de información.
<b>Detección de vapor exigida (columna f)</b>	F	– Detección de vapor inflamable
	T	– Detección de vapor tóxico
	O	– Analizador de oxígeno
	F+T	– Detección de vapores inflamables y tóxicos
<b>Medición: tipos de dispositivos autorizados (columna g)</b>	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
<b>Gases refrigerantes</b>		Gases atóxicos e inflamables 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 acetileno en total podrán transportarse sin sujeción a otras prescripciones que las establecidas para los componentes principales.

a	b	c	d	e	f	g	h
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	Prescripciones especiales
Acetaldehído	1089	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	14.4.3, 14.4.4, 17.4.1, 17.6.1
Anoniaco anhidro	1005	2G/ 2PG	-	-	T	C	14.4.2, 14.4.3, 14.4.4, 17.2.1, 17.13
Azúfre, dióxido de	1079	1G	Si	Seco	T	C	14.4, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.7, 17.9
Butadieno	1010	2G/ 2PG	-	-	F	R	17.2.2, 17.4.2, 17.6, 17.8
Butano	1011	2G/ 2PG	-	-	F	R	
Butano/propano, mezclas de	1011/ 1978	2G/ 2PG	-	-	F	R	
Butilenos	1012	2G/ 2PG	-	-	F	R	
Cloro	1017	1G	Si	Seco	T	I	14.4, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.7, 17.9, 17.14
Dimetilamina	1032	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	14.4.2, 14.4.3, 14.4.4, 17.2.1
Etano	1961	2G	-	-	F	R	
Eter alifático*	1155	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	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	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	
Etileno, óxido de	1040	1G	Si	Inerte	F + T	C	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	
Isopreno*	1218	2G/ 2PG	-	-	F	R	14.4.3, 17.3, 17.10, 17.12
Isopropilamina*	1221	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	14.4.2, 14.4.3, 17.2.4, 17.10, 17.11, 17.12, 17.17
Metano (GNL)	2043	2G	-	-	F	C	
Metilacetileno/propadieno, mezclas de	1060	2G/ 2PG	-	-	F	R	17.8
Mercurio, bromuro de	1062	1G	Si	-	F + T	C	14.4, 17.2.3, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.9
Metilo, cloruro de	1063	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	17.2.3
Monoetilamina*	1036	2G/ 2PG	-	-	F + T	C	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	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	14.4.3, 17.3.1, 17.4.1, 17.6.1, 17.10, 17.11, 17.20
Propano	1978	2G/ 2PG	-	-	F	R	

\* Este carga este regida también por el Código CIO.

**SUPLEMENTO AL CAPITULO 19  
RESUMEN DE PRESCRIPCIONES MINIMAS  
QUE FIGURAN EN EL CODIGO CIG**

En la segunda columna de la siguiente tabulación se indican los números de cuadros de la Guía de primeros auxilios que son de aplicación a productos incluidos en el Resumen de prescripciones mínimas del Código CIG. Se ofrecen con objeto de proporcionar información acerca del tratamiento de urgencia recomendado si se produce un suceso en que se hallen involucrados productos regidos por el Código CIG. Cuando alguno de los productos enumerados se transporte a temperaturas inferiores a las que pueden provocar congelación en el ser humano, también será aplicable a ese producto el cuadro N° 620 de la GPA.

a	b	c
Nombre del producto	N° ONU	N° Cuadro GPA
Acetaldehído	1089	300
Amoniaco anhidro	1005	725
Bromuro de metilo	1062	345
Butadieno	1010	310
Butano	1011	310
Butano y propano, en mezcla	1011/ 1978	310
Butileno	1012	310
Cloro	1077	740
Cloruro de etilo	1037	340

a	b	c
Nombre del producto	N° ONU	N° Cuadro GPA
Cloruro de metilo	1063	340
Cloruro de vinilideno I/	1303	340
Cloruro de vinilo	1086	310
Dimetilamina	1072	320
Dióxido de azufre	1079	635
Etano	1981	310
Eter dietílico I/	1155	330
Eter etilvinílico I/	1302	330
Etileno	1038	310

a	b	c
Nombre del producto	N° ONU	N° Cuadro GPA
Gases refrigerantes (véanse notas)		350
Isocetano I/	1218	310
Isopropilamina I/	1221	320
Metano (GNL)	1972	620
Metilacetileno y propadieno, en mezcla	1060	310
Monocloramina I/	1036	320
Nitrógeno	2040	620
Oxido de etileno	1040	365

a	b	c
Nombre del producto	N° ONU	N° Cuadro GPA
Oxido de etileno y óxido de propileno, en mezcla, (con no más de un 30% en peso de óxido de etileno)	2983	365
Oxido de propileno I/	1280	365
Propano	1978	310
Propileno	1077	310

I/ Producto también regido por el Código CIG.

A fin de tener en cuenta esta tabulación se incluirá la siguiente nota al pie de la página 118 del Código CIG, con el correspondiente asterisco de referencia en el párrafo 14.3.2.

\* Véase la Guía de primeros auxilios para uso en caso de accidentes relacionados con mercancías peligrosas (GPA), que incluya los números de cuadro GPA de productos regidos por el Código y el tratamiento de urgencia recomendado si se produce un suceso en que se hallen involucrados dichos productos. Los números de cuadro GPA correspondientes a productos regidos por el presente Código figuran en un suplemento a éste.

a	b	c	d	e	f	g	h
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	Prescripciones especiales
Propileno	1077	2G/ 2PG	-	-	F	R	
Propileno, óxido de*	1280	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	C	14.4.3, 17.3.1, 17.4.1, 17.6.1, 17.10, 17.11, 17.20
Refrigerantes, gases (véanse notas)	-	3G	-	-	-	R	
Vinilideno, cloruro de*	1303	2G/ 2PG	-	Inerte	F + T	R	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	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.



APENDICE

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 GRANDEL

(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 GRANDEL (resolución MSC.5(48))

con autoridad conferida por el Gobierno de

(nombre oficial completo del país)

por (título oficial completo de la persona u organización competente autorizada por la Administración)

Table with 5 columns: Nombre del buque, Número o letras distintivos, Puerto de matrícula, Capacidad de carga (m³), Tipo de buque (sección 2.1 del Código)¹

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) en que comenzó la transformación en buque gasero.

El certificado se extenderá en el idioma oficial del Estado que lo expida. Si se utiliza un idioma que no sea el francés o el inglés, el texto irá acompañado de una traducción a uno de estos idiomas.

El buque cumple también plenamente con las siguientes enmiendas al Código:

El buque está exento de cumplir con las siguientes disposiciones del Código:

SE CERTIFICA

- 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

Table with 6 columns: Tipo y número de tanque, Coeficientes de seguridad³ (A, B, C, D), Material³, MARVS. Includes a row for '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 figura 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 y cuando se observen todas las disposiciones de carácter operacional del Código que sean pertinentes:⁵

Table with 2 columns: 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 las secciones 1.4/2.8.2\*, las disposiciones del Código han sido modificadas con respecto al buque del modo siguiente:
5. Que el buque debe cargarse:

- \* 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;
\* 2 de conformidad con las limitaciones de carga adjuntas al presente certificado.

Cuando sea preciso cargar el buque de un 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 tales condiciones de carga propuestas.\*\*

- \* Táchese según proceda.
\*\* En vez de incluir este texto en el certificado, copia adjuntarlo al mismo, siempre que esté debidamente firmado y sellado.

El presente certificado es válido hasta

Expedido en (lugar de expedición del certificado)

(fecha de expedición) 19 (firma del funcionario autorizado que expide el certificado)

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad expedidora)

Instrucciones para rellenar el certificado:

- 1 "Tipo de buque": Toda anotación consignada en esta columna guardará relación con todas las recomendaciones que le sean aplicables, por ejemplo, la anotación "tipo ZG" se entenderá referida a este 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 de seguridad y los materiales aceptados o exigidos por la Administración a los efectos de 4.5.1.4 y 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 a los que hayan sido evaluados por la Administración de conformidad con 1.4 del Código. Respecto de estos últimos productos "nuevos" se tendrán presentes cualesquiera prescripciones especiales provisionalmente estipuladas.

Refrendo de reconocimientos anuales obligatorios

SE CERTIFICA que en el reconocimiento anual obligatorio efectuado de conformidad con lo prescrito en 1.5.2.1.4 del Código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel se ha comprobado que el buque cumple con las disposiciones pertinentes del mismo.

Firmado: .....  
(firma del funcionario autorizado)

Lugar: .....

Fecha: .....

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

Firmado: .....  
(firma del funcionario autorizado)

Lugar: .....

Fecha: .....

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

Firmado: .....  
(firma del funcionario autorizado)

Lugar: .....

Fecha: .....

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

Firmado: .....  
(firma del funcionario autorizado)

Lugar: .....

Fecha: .....

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

NOTA: El reconocimiento anual obligatorio podrá sustituirse por un reconocimiento intermedio cuando se cumplan las prescripciones pertinentes de 1.5.2.1.3 y 1.5.2.1.4

Refrendo de reconocimientos intermedios

SE CERTIFICA que en el reconocimiento intermedio efectuado de conformidad con lo prescrito en 1.5.2.1.3 del Código internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel se ha comprobado que el buque cumple con las disposiciones pertinentes del mismo.

Firmado: .....  
(firma del funcionario autorizado)

Lugar: .....

Fecha: .....

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

Firmado: .....  
(firma del funcionario autorizado)

Lugar: .....

Fecha: .....

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad)

HOJA ADJUNTA 1 DEL CERTIFICADO INTERNACIONAL DE APTITUD PARA EL TRANSPORTE DE GASES LICUADOS A GRANEL

Páginas de continuación de la lista de productos indicados en la sección 3, con las correspondientes condiciones de transporte.

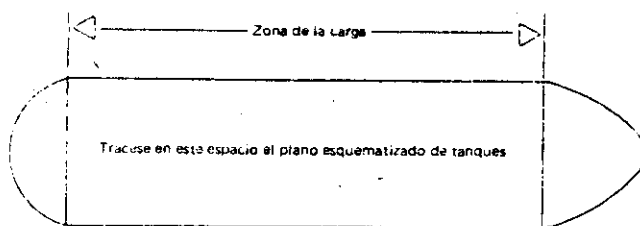
Table with 2 columns: Productos, Condiciones de transporte (números de los tanques, etc.)

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 de letras distintivos: .....



Fecha ..... (la del certificado) ..... (firma del funcionario que expide el certificado y/o sello de la autoridad expedidora)

Las presentes enmiendas entrarán en vigor el 1 de julio de 1986, de conformidad con lo establecido en el artículo VIII (b) (vii) (2) del Convenio.

Lo que se hace público para conocimiento general Madrid, 31 de marzo de 1986.-El Secretario general Técnico, José Manuel Paz y Agüeras.