

# Manual de intervención de bomberos en buques



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

Puertos del Estado



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTES Y PROXIMIDAD  
DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA



Salvamento Marítimo  
Centro Arrolante



**Autores:**

Susana García Somalo  
Jaime Bleye Vicario  
Rodrigo López Caballero

**Edita:**

Organismo Público Puertos del Estado

**Imprime:** V.A. Impresores, S.A.

Depósito Legal: M-20222-2020

ISBN: 978-84-88740-14-4

Edición: Julio 2020

# Manual de intervención de bomberos en buques

**Susana García Somalo**

Autora y coordinadora de la obra

**Jaime Bleye Vicario**

Autor

**Rodrigo López Caballero**

Autor

**Bienvenido Aguado Sánchez**

Colaborador



**Puertos del Estado**



**Susana García Somalo**

*Inspectora de Seguridad Marítima de la Capitanía Marítima de Santa Cruz de Tenerife  
(Dirección General de la Marina Mercante)*

*Profesora Asociada en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería  
de la Universidad de La Laguna*

**Jaime Bleye Vicario**

*Jefe del área de lucha contra incendios del Centro Jovellanos (Salvamento Marítimo)*

**Rodrigo López Caballero**

*Jefe Técnico de Bomberos del Ayuntamiento de Gijón*

**Bienvenido Aguado Sánchez**

*Subinspector del Cuerpo de Bomberos de la Generalitat de Catalunya.  
Coordinador de Salvamento Marítimo - Medios Especiales*

# Índice

	<i>Pág.</i>
<b>Introducción</b> .....	9
<b>1. Conceptos básicos del buque y familiarización con el entorno</b> .....	11
1.1. Tipos de buques .....	11
1.2. Principales dimensiones y partes de un buque .....	25
1.3. Estabilidad .....	39
1.4. Espacios de los buques .....	50
1.5. Accesos y aperturas de un buque .....	67
1.6. Sistemas de ventilación .....	77
1.7. Señales en el buque .....	79
1.8. Conceptos relacionados con meteorología .....	82
1.9. Tripulación .....	83
1.10. Mercancías peligrosas a bordo de los buques .....	85
1.11. Terminales portuarias .....	90
<b>2. Dispositivos y medios de salvamento. Supervivencia en la mar</b> .....	93
2.1. Dispositivos de salvamento de uso individual .....	93
2.2. Medios de salvamento de uso colectivo .....	94
2.3. Supervivencia en la mar .....	95
<b>3. Sistemas contra incendios del buque</b> .....	103
3.1. Sistemas de detección de incendios .....	103
3.2. Sistemas fijos de extinción a bordo .....	105
3.3. Recursos móviles de lucha contra incendios a bordo .....	118
3.4. Sistema fijo de gas inerte .....	125
<b>4. Intervenciones a bordo</b> .....	127
4.1. Planificación de la intervención .....	127
4.2. Acceso al buque .....	129
4.3. Comunicaciones .....	130
4.4. Riesgos específicos de intervenciones en buques .....	133
4.5. Estrategias de intervención en buques .....	136
4.5.1. Riesgos que supone la introducción de agua para sofocar incendios en el buque .....	136
4.5.2. Estrategias según la localización del incendio .....	138
4.5.3. Activación del sistema fijo de extinción por CO <sub>2</sub> .....	151
4.5.4. Estrategias según tipos de fuego .....	155
4.5.5. Otras consideraciones relevantes .....	156
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	163



Agradecimientos a Víctor González Guerra y Luis Ángel Bello Armas de *Canary Shipyard* por la confección del buque MIBB en apariencia 3D. <https://canaryshipyard.wixsite.com/canaryshipyard> y a Cristina G. Somalo por la corrección de estilo.





## Introducción

La destrucción que ya de por sí implica un incendio, en la mar supone siempre un peligro abismal, pues resulta prácticamente imposible escapar. Las tripulaciones de los buques tienen la responsabilidad y el derecho de contar con la mejor formación posible para los casos de emergencia en los que pudieran encontrarse implicados. La gente de mar es consciente de que trabajan, y viven, en un medio hostil y que sólo la prevención y la formación continua les garantizará ciertas posibilidades de éxito en situaciones de elevada dificultad como son los abordajes, vías de agua, hombre al agua y, por supuesto, fuego a bordo.

En este último caso, el incendio, las tripulaciones cuentan con el equipamiento y formación adecuadas para hacer frente al fuego. La normativa internacional que se mencionará a lo largo del presente manual dispone la obligación de los buques de contar con los medios adecuados, así como de realizar periódicamente ejercicios para conseguir una respuesta adecuada de los tripulantes. La Administración de la bandera del buque se encarga de certificar el mismo si cumple con las disposiciones legales. Por otro lado, la Administración de otro Estado en donde haga escala un buque está facultada para acceder a bordo y hacer determinadas inspecciones.

En caso de que se declare un incendio a bordo de un buque que se encuentra en una zona portuaria española, previsiblemente se requerirá la asistencia del Servicio de lucha contra incendios de la ciudad más cercana. El escenario que los bomberos pueden encontrarse en un buque, difiere de las intervenciones que acostumbran a realizar, con un alto grado de complejidad, debido a las peculiares condiciones como la accesibilidad, compartimentación interior, comunicación y estabilidad del buque.

En otros países europeos se organizan de maneras diferentes. Por ejemplo, el Maritime Incidence Response Group (MIRG-EU) es un consorcio de bomberos (Francia/UK/Bélgica/Países Bajos) que operan en el estrecho de Dover. Se trata de una brigada específica de incendios en buques en dicha área que habitualmente se traslada en helicóptero a cada una de las intervenciones y que tiene un plan de formación específico para estar en constante práctica. Su organización requiere muchísimo personal y de la lectura de sus procedimientos operacionales (SOPs) se evidencia que cada intervención toma mucho tiempo desde la preparación de la brigada hasta que la misma llega al lugar del siniestro.

Como iniciación en la formación de los bomberos locales, el presente manual expone una serie de capítulos fundamentales donde se explican conceptos básicos del sector marítimo. Asimismo, debido a la importancia de que cada Cuerpo de Bomberos desarrolle sus propios procedimientos de actuación, se añade un capítulo en el que se explica una serie de nociones básicas en diferentes escenarios de intervención.



# 1. CONCEPTOS BÁSICOS DEL BUQUE Y FAMILIARIZACIÓN CON EL ENTORNO

## 1.1. TIPOS DE BUQUES

Se entiende por buque todo vehículo con estructura y capacidad para navegar por el mar y para transportar personas o cosas, que cuente con cubierta corrida y de eslora igual o superior a veinticuatro metros (Art. 56, L 14/2014, de 24 de julio).

Se debe tener en cuenta que, independientemente del tipo de buque, cuando se solicite el servicio local de bomberos, se le suministrará la información necesaria para acceder y orientarse en el buque. (Planos de disposición general, plano de lucha contraincendios, fichas de seguridad de sustancias implicadas y de sustancias a bordo ...).

### *Buques petroleros*

Se trata de buques cisterna para el transporte de crudo y sus derivados líquidos a granel. En función de la carga que transportan, se clasifican en:

1. Petroleros de crudo: Cargamentos pesados (crudos, asfaltos y fuel-oil).
2. Petroleros de productos: Cargamentos ligeros (gasolinas, gasoil, keroseno, etc.).

Los petroleros se identifican fácilmente por su forma exterior, se trata de buques con la cubierta despejada a excepción de las tuberías que comunican los *manifolds*<sup>1</sup> con la cámara de bombas y los tanques de carga. Para separar los espacios de máquinas de los tanques de carga se utilizan espacios secos y la propia cámara de bombas. Asimismo, estos buques disponen de pasarelas para el desplazamiento de la tripulación por la cubierta. A mitad de la eslora<sup>2</sup>, podemos encontrar uno o dos puntales por cada banda para facilitar el izado y manejo de las mangueras de carga y poder realizar la conexión con los manifolds.

Estos buques tienen un doble casco para evitar o minimizar el riesgo de derrame accidental. Los tanques de carga llevan sistemas de calefacción, lavado y suministro de gas inerte. Los hidrocarburos viajan en los tanques con atmósferas inertizadas de valores inferiores al

---

<sup>1</sup> Manifold: Estructura de acople entre las líneas de carga/descarga de un buque tanque y las de tierra, dotado de válvulas para el control de la carga o descarga del buque.

<sup>2</sup> Ver apartado Principales dimensiones y partes de un buque.



5% de oxígeno, para evitar incendios y explosiones. El gas inerte debería estar presente en los tanques vacíos y también en el espacio libre de un tanque cargado, y siempre con presión positiva para evitar la entrada de aire.

### *Buques gaseros*

Los buques gaseros están diseñados para el transporte de gases de tipo químico, como el gas de amoníaco, o gases licuados como:

- ~ LNG, Gas Natural Licuado (Liquefied Natural Gas).
- ~ LPG, Gas Licuado del Petróleo (Liquefied Petroleum Gas). Sus principales componentes son el butano y el propano.
- ~ LEG, Gas Licuado de Etileno (Liquefied Ethylene Gas).

En cualquier caso, el tipo de sustancia que vayamos a encontrar cargada en un buque está identificada y las Autoridades dispondrán de la ficha de emergencia del producto antes de cualquier intervención.

Los buques gaseros poseen la superestructura a popa<sup>3</sup> y a partir de ésta hacia proa se encuentran los tanques de carga. El espacio de carga está construido con doble casco a lo largo de toda su eslora, el cual provee adecuado espacio para el lastre y se subdivide en tanques de carga, espacios secos y doble-fondo. La cubierta principal cuenta con un complejo sistema de líneas, sofisticados *manifolds*, mástiles de venteo, pasarelas, puntales, etcétera. Es característico de los buques gaseros la existencia sobre la cubierta principal de un casetón que alberga la maquinaria de carga, principalmente con los compresores y de manera aislada los motores eléctricos. Los buques semirrefrigerados o completamente refrigerados disponen de pequeños tanques sobre la cubierta.



Los buques gaseros según las condiciones de la carga se clasifican en:

~ **Buques gaseros totalmente presurizados:** La presión de trabajo se encuentra entre 17,5 y 20 bar a temperatura ambiente. La alta presión requiere un considerable espesor de pared del tanque, aumentando el peso de estos buques, que tienden a ser pequeños, con capacidades máximas de 6.000 m<sup>3</sup> aproximadamente. Suelen emplearse tanques independientes de tipo C (lobulares). Se construyen con grados ordinarios de acero ya que la carga se transporta a temperatura ambiente y no se requiere aislamiento térmico. Son principalmente utilizados para el transporte de LPG y gases químicos como el amoníaco.

<sup>3</sup> Ver partes de un buque en apartado 1.2.

- ~ **Buques gaseros semirrefrigerados:** Esta clase de buque cubre el mayor número de gaseros actualmente en servicio, con capacidades de hasta 12.000 m<sup>3</sup>. La presión de trabajo varía entre 3 y 7 bar, con temperaturas de hasta -48 °C. Llevan aislamiento en los tanques de carga y planta de refrigeración. Incorporan normalmente de cuatro a seis tanques de carga, dispuestos en parejas, siendo de diseño lobular tipo C. Las cargas transportadas incluyen gases LPG y productos químicos como el butadieno, propileno, dimetilamina, cloruro de vinilo, etcétera.
- ~ **Buques gaseros totalmente refrigerados:** La presión máxima de trabajo es de 0,7 bar, con una temperatura de transporte de hasta -163 °C, con capacidades de carga de entre 10.000 m<sup>3</sup> y 100.000 m<sup>3</sup>. Utilizan tanques independientes tipo A (prisma) o tipo B (esféricos), diseñados para el transporte de grandes cantidades de LPG, amoníaco, butano, butadieno, propano, propileno y cloruro de vinilo.

### *Buques quimiqueros*

Es un buque tanque utilizado para el transporte a granel de productos químicos y derivados del petróleo. Son de menor tamaño comparados con el petrolero de crudo. Disponen de un complejo sistema de líneas de carga/descarga/trasvase repartidas por la cubierta. Con el objeto de aumentar el espacio de carga de los tanques, los refuerzos estructurales van por el exterior de la cubierta.

Una característica o diferencia con los buques petroleros es que los quimiqueros están contruidos para transportar diferentes productos, con el consiguiente riesgo de que reaccionen entre sí. Para evitarlo, las cargas incompatibles deben ser separadas por espacios secos, tanques vacíos o cargas compatibles.

Estos buques pueden transportar todo tipo de productos químicos, por lo que será necesaria la información del consignatario para su identificación. Algunos de dichos productos químicos son inofensivos, pero otros son altamente peligrosos (fácilmente inflamables, tóxicos, corrosivos), por lo que los buques quimiqueros son contruidos con una alta calidad de materiales y de un elevado coste por las exigencias de construcción; doble casco, tanques de acero inoxidable, o aceros navales revestidos de pinturas epóxicas, silicato de zinc, epoxy basados en resinas fenólicas, etcétera. La segregación de las cargas se consigue empleando un complejo sistema que corresponde a una línea de carga independiente para cada tanque. De esta forma, en un buque tanque quimiquero habrá tantas líneas en cubierta como tanques de carga existan. Cada tanque cuenta con su propia bomba de descarga, sistema de ventilación, lavado y suministro de gas inerte.

Los buques quimiqueros deben cumplir con el *Código Internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (código CIQ)*. Dicho código contiene un capítulo exclusivamente dedicado a sistemas de lucha contraincendios.

El Código CIQ, define tres tipos de buques en función de la peligrosidad del producto químico transportado:

- ~ **Buque tipo 1:** Destinado a transportar productos que encierran riesgos muy graves para el medio ambiente y la seguridad.
- ~ **Buque tipo 2:** Destinado a transportar productos que encierren riesgos considerablemente graves para el medio ambiente y la seguridad.
- ~ **Buque tipo 3:** Destinado a transportar productos que encierren riesgos lo suficientemente graves para el medio ambiente y la seguridad.

En cuanto a la contención de la carga, en el Código CIQ se definen distintos tipos de tanques de carga:

- ~ **Tanque independiente:** Tanque para la contención de la carga que no está adosada a la estructura del casco ni es parte de esta. Estos tanques van situados en cubierta, suelen ser de presión y de acero inoxidable, en los que se estiban **los productos más delicados y peligrosos**.
- ~ **Tanque estructural:** Son los tanques que forman parte de la estructura del buque.
- ~ **Tanque de gravedad:** Tanque cuya presión manométrica de proyecto no es superior a 0,7 bar en la tapa del mismo. Puede ser independiente o estructural.
- ~ **Tanque de presión:** Tanque cuya presión manométrica de proyecto es superior a 0,7 bar. Será un tanque independiente siempre.

## Buques graneleros

Los graneleros, también conocidos por su nombre anglosajón de *Bulk-carrier*, transportan cargas sólidas a granel. Se entiende por carga sólida a granel aquella que viene sin envasar o embalar y es un conjunto de partículas sólidas sueltas (carbón, minerales de hierro, coque, chatarra, fertilizantes, cereales, etcétera).

La superestructura y la sala de máquinas están a popa, con el fin de evitar que las bodegas de popa sean atravesadas por el túnel del eje de la hélice. Por lo tanto, las bodegas de carga



se encuentran a proa de la sala de máquinas. En la cubierta principal se observan grandes escotillas que permiten el acceso de la maquinaria de descarga a las bodegas. Las bodegas de cargas están exentas de plataformas intermedias (entrepuentes).

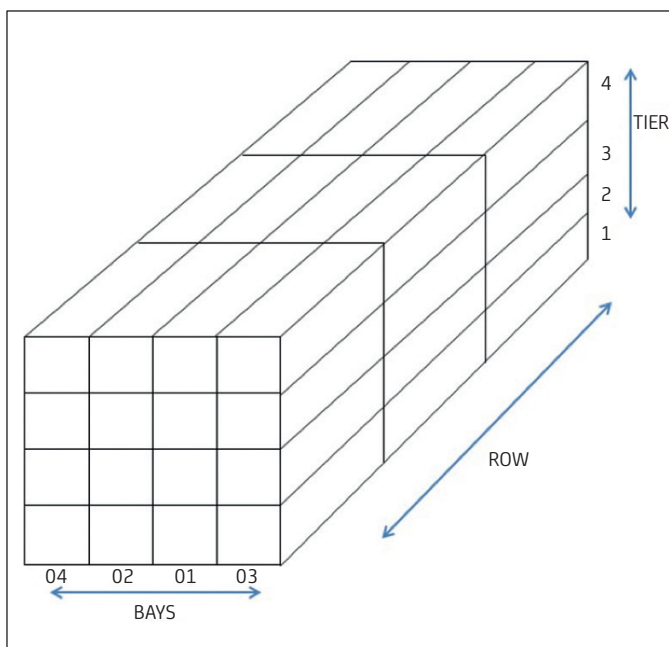
En el doble fondo, las vagras y varengas están reforzadas para dar al casco mayor resistencia estructural. La forma de la sección de la bodega de un granelero es en forma de tolva con el objetivo de que la carga no se acumule en las esquinas y sea más fácil de descargar.

Los grandes graneleros no suelen llevar medios propios de carga, salvo excepciones de grúas a bordo con cucharas o buques muy especializados como los cementeros, que disponen de su propio sistema de carga y descarga para el cemento.

Los buques cementeros tienen las bodegas divididas longitudinalmente por la línea de crujía, quedando un túnel entre ambas y por el cual pasa un tornillo sin fin horizontal, que, junto a otros tornillos sin fin verticales, el sistema de fluidificación mediante compresores y un tipo especial de bomba, se realiza la autodescarga. Sin embargo, la carga se realiza a través de la cinta transportadora, por la que el cemento pasa a un sistema de distribución y mediante fluidificación se reparte a cada bodega.

### *Buques portacontenedores*

Están especializados en el transporte de contenedores, claramente identificables por los contenedores que llevan sobre cubierta. Los contenedores se cargan en las bodegas, provistas con unas guías verticales en las cuales se encajan y apilan los mismos. Por otro lado, los contenedores superiores descansan sobre la cubierta superior. Para ello, llevan reforzado el conjunto de escotilla y tapa de escotilla. Dependiendo del tamaño del buque, la cubierta puede



estar despejada (buques de pequeño y mediano tamaño) o llevar unas estructuras de banda a banda, formando celdas para el correcto estibado de los contenedores (grandes buques). La localización de contenedores a bordo se lleva a cabo mediante las coordenadas fila (*row*), bahía (*bay*) y nivel (*tier*), en cada bodega o tapa de bodega.

Este tipo de buque puede tener la superestructura en la popa, pero si el buque portacontenedor es de gran tamaño, lo normal es que tenga la superestructura en un punto situado entre un tercio y un cuarto de la eslora, partiendo de la popa. Actualmente, otra tendencia en los grandes buques portacontenedores es situar la superestructura en la mitad de la eslora y la sala de máquinas en la popa.



Los buques portacontenedores se clasifican en función del número de contenedores que pueden transportar.

**TEU:** Unidad equivalente a un contenedor ISO de 20 pies (6,10 m) que constituye una medida estándar para contenedores de diversas capacidades y para describir la capacidad de los portacontenedores y de las terminales.

Los buques de pequeño y mediano tamaño transportarán entre 100 y 1.500 TEU (*Twenty foot Equivalent Unit*), y los grandes buques hasta 20.000 TEU<sup>4</sup>.

Los contenedores suelen estar fabricados principalmente de acero o aluminio, reforzados muchos de ellos con madera contrachapada o fibra de vidrio. Pudiendo ser de pared simple o pared doble.

<sup>4</sup> En la fecha de edición del presente manual el buque portacontenedores de mayor capacidad es el MSC GÜLSÜN, con más de 23.000 TEUS.

## Buques de pasaje

Buques construidos para el transporte de pasajeros. Disponen de varias cubiertas por encima de la cubierta principal, que ocupan aproximadamente las tres cuartas partes de la eslora del buque. Las cubiertas se numeran desde la quilla hacia arriba y los camarotes, de proa a popa. Por debajo de la cubierta principal, el casco se divide en cubiertas y mamparos estancos resistentes al fuego. Los diferentes compartimentos se pueden aislar cerrando las puertas estancas, accionándolas manualmente in situ, o mediante control remoto desde el puente de gobierno. Por encima de la cubierta principal, la superestructura está dividida en cubiertas y mamparos resistentes al fuego.



*Fotografía de Agustín Ávila Weller.*

Los buques de pasaje tienen como mayor dificultad la carga que transportan, es decir, los pasajeros. Por lo general, estos buques tienen largos pasillos idénticos entre sí, algunos ciegos sin salida y otros que llevan continuamente al mismo lugar. Los pasajeros son informados de la señalización de puntos de reunión y de seguridad con el objetivo de que se familiaricen con ella, sin embargo, es difícil para personas ajenas al sector memorizar y comprender su significado. Cuando nos encontramos pasillos inundados de humo es prácticamente imposible para cualquier pasajero encontrar una salida antes de verse perjudicado por la falta de oxígeno. Debemos tener en cuenta que las puertas de los camarotes abren hacia dentro para no obstaculizar los pasillos. Los materiales de los camarotes irán desde textiles (ropa, sábanas, toallas) hasta madera (muebles).

## Buques de carga rodada

Son un tipo de buques especializados en transportar carga rodada, como automóviles, camiones, trenes o maquinaria pesada que es cargada y descargada por medio de vehículos tractores o por su propia tracción, utilizando rampas del propio buque o de la terminal marítima correspondiente. Son fácilmente identificables por su forma de caja, y su gran franco-bordo. Se les conoce con el nombre de buques *Ro-Ro* (Roll-on/Roll-off) o buques *Rolones*. Los grandes buques *Ro-Ro*, pueden llegar a transportar más de 8.000 CEU (unidades equivalentes de automóviles).



La carga es acondicionada en diferentes cubiertas corridas, comunicadas entre sí mediante rampas o montacargas. Las cubiertas están completamente despejadas, y con la suficiente altura para permitir el cómodo acceso de los diferentes tipos de vehículos que ha de transportar, siendo similares a enormes garajes diáfanos. Estas rampas interiores no suelen tener ninguna señalización y el riesgo de caer desde una altura considerable es evidente. Disponen de grandes portas a popa o a proa y, en algunos casos, también disponen de portas de carga en los costados del buque.



Los buques que solo transportan automóviles, se denominan *Car-Carriers* o *buques cocheros*. Si además transportan pasajeros se describe con el nombre técnico o acrónimo de *Ro-Pax*, aunque coloquialmente se les conoce como ferris, que normalmente hacen trayectos relativamente cortos y en línea regular. Se caracterizan por tener una gran puerta abatible en la popa o en proa, que hacen las veces de rampa, así como una superestructura muy alta destinándose las cubiertas superiores al pasaje.



Lógicamente, todos los vehículos que se encuentran en su interior tendrán combustible y habrá que tenerlo en cuenta en caso de incendio. Además, al tratarse la zona de carga de espacios sin compartimentación, la aplicación de grandes cantidades de agua para la extinción de incendios puede comprometer la estabilidad del buque.

### *Buques multipropósito*

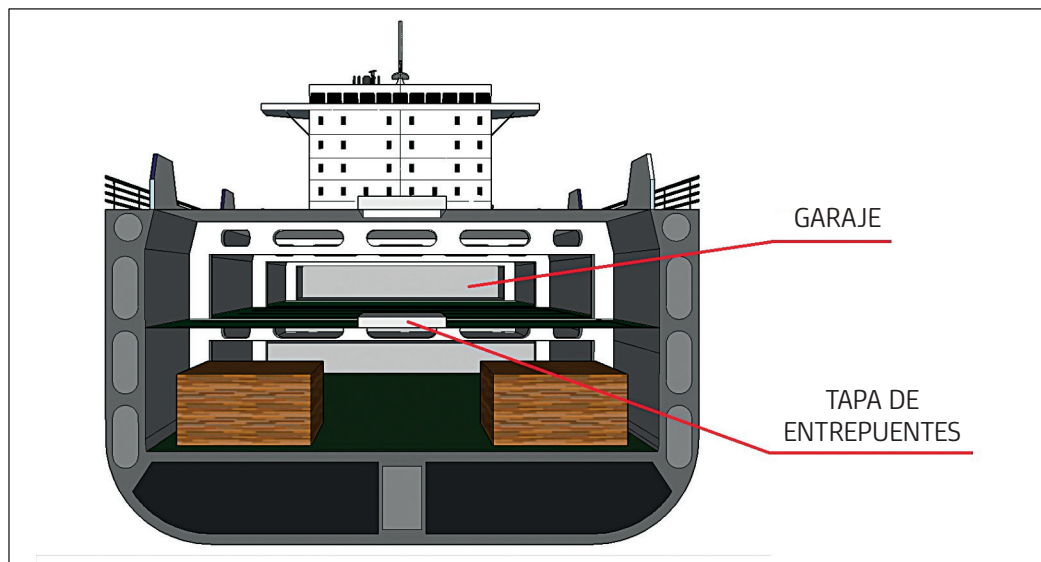
También conocidos como buques de carga general, están destinados al transporte de todo tipo de cargas que, por su naturaleza y acondicionamiento, no pueden ser transportadas en otros buques. La distribución de la zona de carga suele ser en bodegas prácticamente continuas, y pueden disponer de entrepuentes. Tienen amplias escotillas corridas para facilitar las operaciones de estiba, y algunos suelen llevar medios propios de carga como grúas, pórticos, puntales, etcétera. Por lo general la superestructura y la sala de máquinas, la llevan a popa.

### *Buques frigoríficos*

Especializados en el transporte de cargas refrigeradas o congeladas, disponen de plantas frigoríficas. Dependiendo del tipo de carga, la temperatura a mantener oscila entre los 12 °C necesarios para el transporte del plátano, hasta la fruta y pescado congelado (entre -15 °C y -30 °C).

Se pueden identificar por el color claro del casco para reflejar lo máximo posible los rayos de sol y evitar que se eleve su temperatura. Suelen tener puntales o grúas propias en cubierta para autogestionar su carga y recoger el pescado de pequeños pesqueros en alta mar para congelarlo en sus bodegas. Las bodegas van revestidas de materiales aislantes con el fin de disminuir el intercambio térmico con el exterior. Dichas bodegas están formadas por un plan<sup>5</sup> y varios entrepuentes. Los espacios que quedan bajo la parte fija de los entrepuentes, a ambos costados, a proa y a popa, se llaman garajes y juegan un papel importante para garantizar la continuidad de la temperatura requerida para cada carga. En general, todo el buque está construido para esa finalidad, por ejemplo, los mamparos de las bodegas no son planos para que el aire frío pueda circular. Los entrepuentes tienen como finalidad separar tipos de carga para no aplastar la carga más baja o para operar en diferentes puertos sin afectar la temperatura de las diferentes partes de la bodega. Pueden disponer de portas de costado, al nivel del entrepuente alto, para facilitar las labores de carga. Lógicamente, el buque dispone de material aislante en su construcción, pero podemos encontrar sobre el plan de las bodegas un enjaretado para facilitar el paso de aire. Las tapas de entrepuente se abren según el modelo (con la grúa del buque o por sistemas hidráulicos).

<sup>5</sup> Plan: superficie más baja de un compartimento.



## Remolcadores

Están especialmente contruidos para realizar trabajos de remolques de otros buques o de objetos flotantes.

De acuerdo con la *Clasificación Nacional de Buques*<sup>6</sup>, los remolcadores se integran en el Grupo III, en el que encontramos dos clases, la *Clase S* para los de puerto (aguas tranquilas o abrigadas) y la *Clase T* para los que salen a la mar.

En función de esta clasificación, y basándose en la lucha contraincendios, es preciso describir las características más importantes de aquellos remolcadores que forman parte del equipo de intervención junto con los bomberos, como son los remolcadores de puerto y los remolcadores de salvamento.

Por un lado, encontramos los remolcadores de puerto, que son las embarcaciones que prestan el servicio portuario de remolque a los buques que entran o salen de puerto, y ayudan en la maniobra de atraque y desatraque de los buques, *aguantando* o *empujando* según vaya ordenando el práctico en función de la fase del atraque. Esto puede ser de gran ayuda también en el momento de una intervención para aguantar el buque siniestrado contra el muelle o remolcarlo al lugar que consideren las autoridades.

<sup>6</sup> Orden de 10 de junio de 1983 sobre normas complementarias de aplicación al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, y su Protocolo de 1978, a los buques y embarcaciones mercantes nacionales.

Por otro lado, se encuentran los remolcadores de salvamento, que por sus prestaciones aseguran la posibilidad de dar remolque a grandes buques y tienen capacidad operativa y dispositivos adecuados para intervenir en tareas de lucha contraincendios y salvamentos.

Disponen de servicio contraincendios exterior con un sistema de proyección de espuma o agua, para hacer frente a incendios declarados en buques desde la banda de la mar, lo que contribuye a su extinción. Este sistema está formado por:

- ~ Equipo Fi-Fi (*Fire Fighting Ship Water*) con monitores controlados mediante control remoto eléctrico desde el puente de gobierno.
- ~ Hidrantes para conexiones de mangueras a cada banda.
- ~ Sistema de nebulización de agua en la superestructura y en la cubierta.

Las Sociedades de Clasificación exigen unas características mínimas al buque para alcanzar la denominada clase o cota *Fi Fi*:

CLASE		I	II	III
Nº de monitores		2	3-4	4
Régimen de descarga por monitor	m <sup>3</sup> /hora	1.200	2.400	2.400
	USGPM	5.280	10.560	10.560
Capacidad total	m <sup>3</sup> /hora	2.400	7.200	9.600
	USGPM	10.560	31.680	42.240
Distancia del chorro de ataque	Metros	120	150	150
	Pies	394	492	492
Altura de la descarga del monitor	Metros	45	70	70
	Pies	148	230	230

### Embarcaciones de recreo

Podemos encontrar diferentes materiales, aunque generalmente son fabricados en fibra. Cuando el fuego alcanza el casco, es de muy difícil extinción y el resultado final suele ser el calcinamiento completo seguido del lógico hundimiento de restos de la estructura. En estos casos, especialmente si encontramos otras embarcaciones atracadas junto a la incendiada, debemos asegurar las que se encuentren próximas mediante refrigeración.



## Naves de Gran Velocidad

Una Nave de Gran Velocidad está definida en el Código NGV<sup>7</sup> como Nave capaz de desarrollar una velocidad máxima en metros por segundo (m/s) igual o superior a:  $3,7 D^{0,1667}$  donde:

$D$  = desplazamiento correspondiente a la flotación de proyecto ( $m^3$ ).



No cuentan con la cantidad de maquinaria a bordo como los buques convencionales porque su sistema de propulsión no lo necesita y porque así se minimiza el peso.

## Plataformas

Las plataformas son superestructuras relacionadas, por lo general, con la prospección de petróleo, que pueden ser destinadas para diferentes fines. Su forma exterior dependerá de su función. Uno de los principales datos que necesitamos sobre una plataforma es su medio de acceso, el cual puede variar desde una escalera convencional hasta un ascensor alimentado por energía del buque o por grupos electrógenos dispuestos en el muelle.

<sup>7</sup> Código NGV 2000..



## *Gabarras y otras embarcaciones de puerto*

En los puertos podemos encontrar embarcaciones dedicadas a trabajos determinados que, aunque no salen a la mar, realizan tareas con riesgos específicos. Las gabarras de suministro de combustible a buques tienen tanques de Fuel-Oil para el consumo por otros buques. Otro tipo de embarcaciones solo disponen en su cubierta minicubas con el producto a suministrar, por lo que no transportan la carga sensible en tanques estructurales. Este último es el caso de suministro de aceite lubricante.

## **1.2. PRINCIPALES DIMENSIONES Y PARTES DE UN BUQUE**

Resulta esencial que los bomberos locales encargados de intervenir en labores de extinción de incendios y salvamentos en los buques conozcan la terminología marítima básica.

Se entiende por buque *todo vehículo con estructura y capacidad para navegar por el mar y para transportar personas o cosas, que cuente con cubierta corrida y de eslora igual o superior a veinticuatro metros*<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Art. 56, L 14/2014, de 24 de julio...

Un buque ha de reunir las siguientes condiciones para ser útil y servir a su propósito:

- ~ **Flotabilidad:** Capacidad de mantenerse a flote y sumergido hasta la línea de máxima carga<sup>9</sup>, quedando volumen suficiente fuera del agua para navegar.
- ~ **Estabilidad:** Propiedad de volver a la posición de equilibrio cuando una acción externa lo ha inclinado separándolo de ella.
- ~ **Estanqueidad:** Propiedad mediante la cual el buque es impermeable al agua.
- ~ **Maniobrabilidad:** Capacidad de obedecer al timón para maniobrar en el mínimo espacio y tiempo posible.
- ~ **Estiba:** Acción de cargar un buque y acomodar la mercancía de una manera adecuada según la distribución de pesos y el espacio disponible. El buque requiere de una buena estiba para garantizar la buena navegación, así como su seguridad.

A continuación, se definen una serie de conceptos y dimensiones considerados básicos para garantizar un conocimiento mínimo del buque.

### Proa

Es la parte delantera del buque que va cortando las aguas del mar. Se denomina también proa al tercio anterior del buque.

### Popa

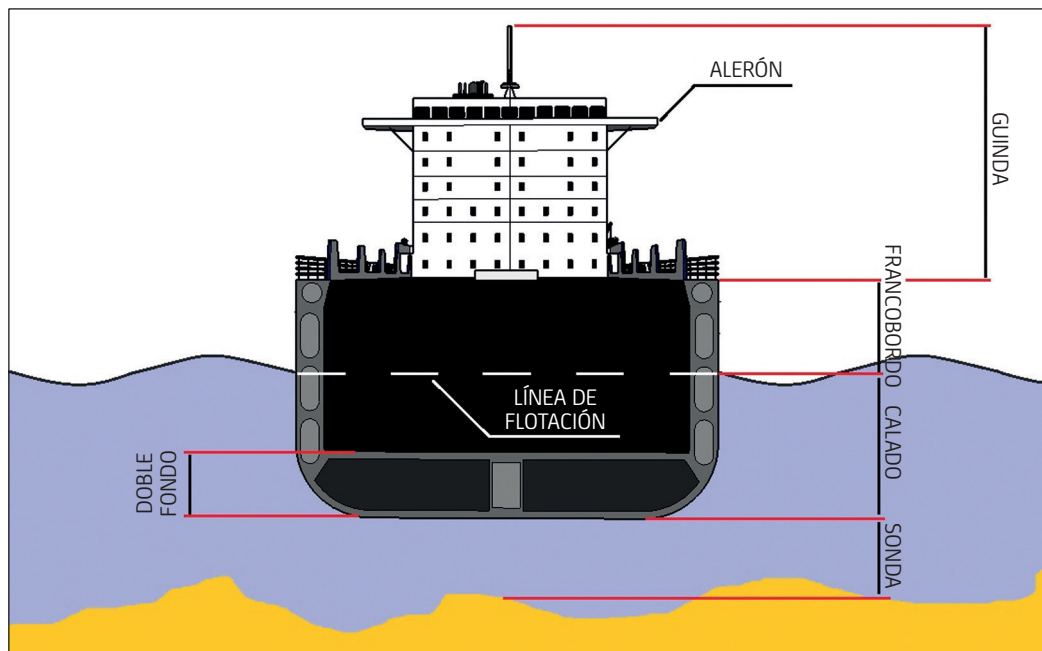
Es la parte posterior del buque teniendo en cuenta el sentido habitual de avance del mismo. Se denomina popa también al tercio posterior del buque.

### Bandas

Son cada una de las partes en que queda dividido el buque por una línea imaginaria de proa a popa llamada línea de fe o línea de crujía.

- ~ **Banda de Babor:** Se denomina así a la banda del buque situado a la izquierda de la crujía y mirando hacia proa.
- ~ **Banda de Estribor:** Es la banda situado a la derecha de la crujía y mirando hacia proa.

<sup>9</sup> Ver definición de "línea de máxima carga" en subapartado "Disco Plimsoll" en el apartado 1.2 *Principales dimensiones y partes de un buque*.



## Costados

Cada una de las partes laterales y exteriores del casco.

## Estribor

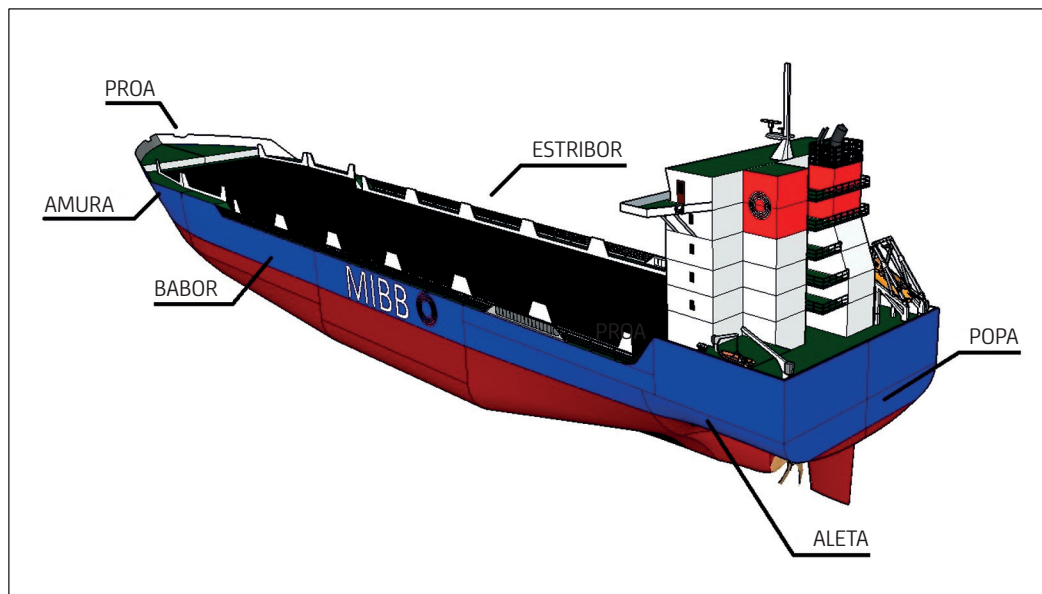
La banda o costado derecho del buque, mirando de popa hacia proa.

## Babor

La banda o costado izquierdo del buque mirando desde popa a proa.

## Amura

Los afinamientos del costado de un buque a proa. Puede ser amura de babor o amura de estribor.



### *Aleta*

Los afinamientos del costado de un buque a popa. Puede ser aleta de babor o aleta de estribor.

### *Obra viva*

Es la parte sumergida del buque por debajo de la línea de flotación. A la obra viva se le denomina también carena.

### *Obra muerta*

Es la parte del buque que se encuentra situada por encima de la línea de flotación.

### *Línea de flotación*

Es la intersección de la superficie exterior del casco con la superficie del agua.

## Eslora total o máxima

Es la distancia longitudinal comprendida entre los planos transversales trazados por los extremos más salientes de proa y popa.

## Manga máxima

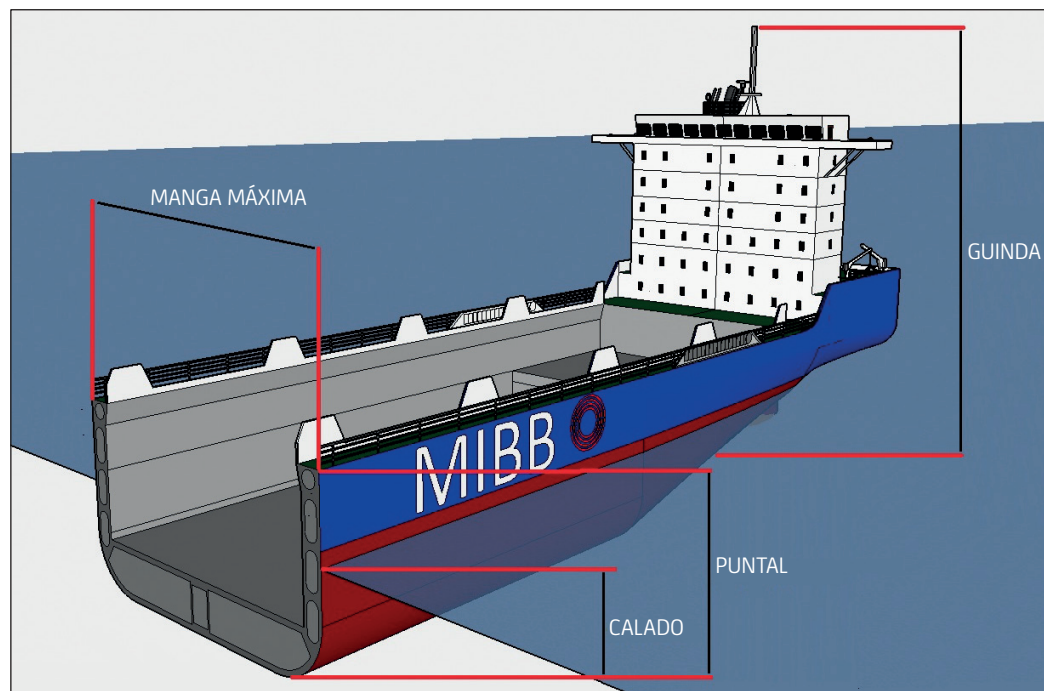
Es la mayor dimensión transversal del buque medida por fuera del forro.

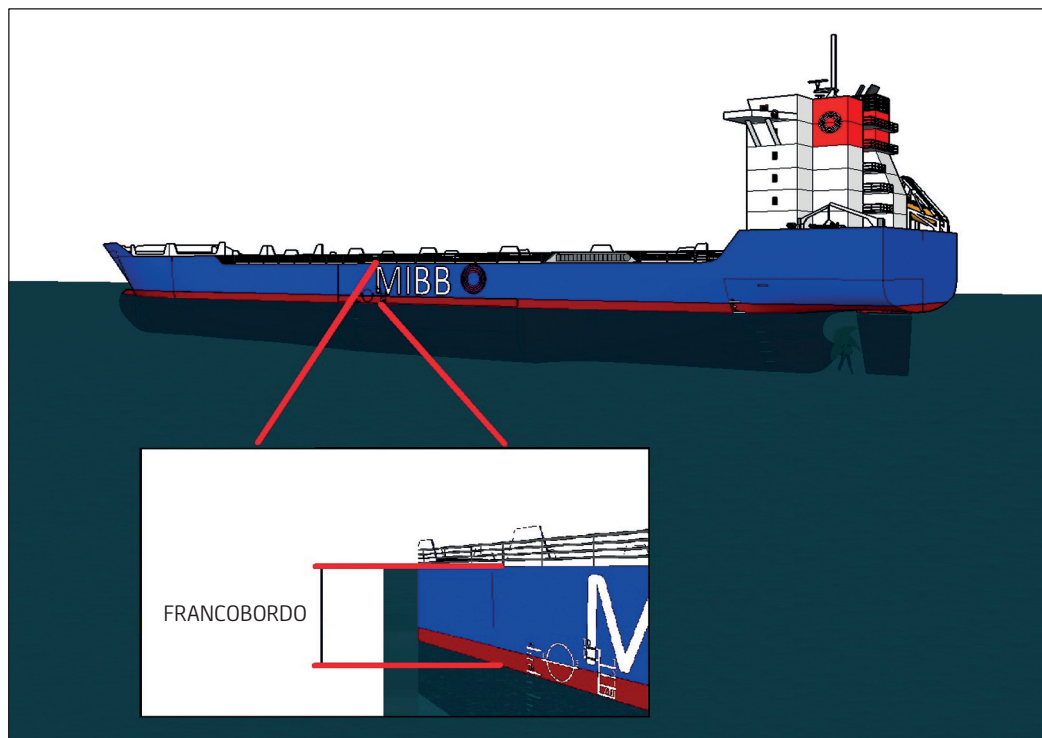
## Puntal

Es la máxima dimensión vertical medida en la mitad de la eslora desde la línea de cubierta hasta el punto más bajo de la quilla.

## Guinda

Distancia vertical entre la línea de agua y el punto más alto de la arboladura.





### *Peso muerto*

Es el peso máximo que el buque puede cargar, cuyo valor se expresa en toneladas (t).

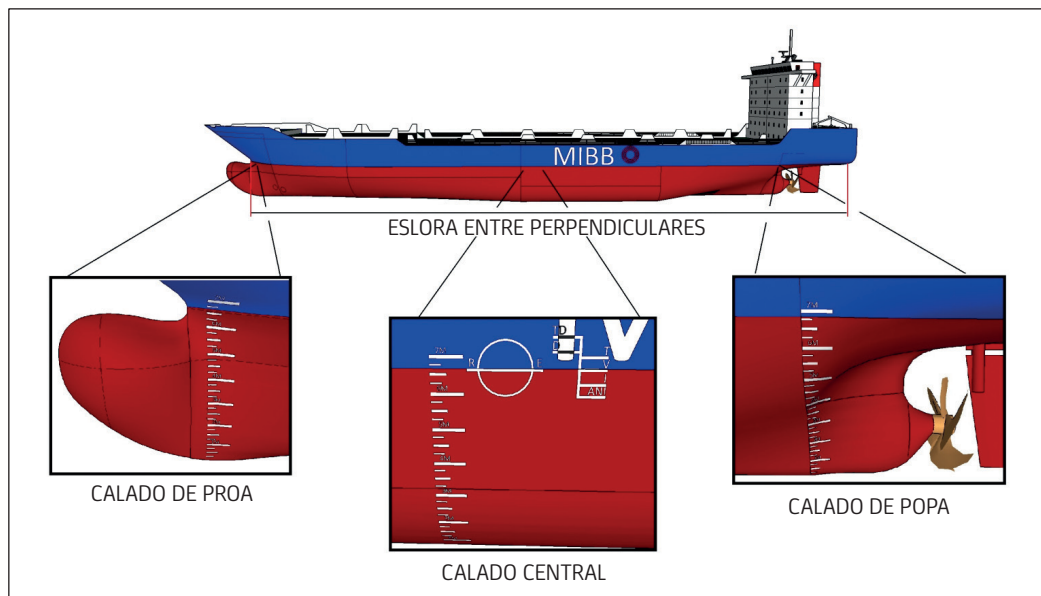
Se denomina TPM, “toneladas de peso muerto” o DWT, acrónimo del término en inglés “*Deadweight tonnage*”.

### *Francobordo*

Es la distancia vertical, medida sobre el costado del buque y en la medianía de su eslora, entre la línea de flotación de máxima carga y la línea que corresponde a la cubierta principal o cubierta superior, siendo las aberturas por debajo de ella estancas o dotadas con medios permanentes de cierre.

### *Calado*

Es la amplitud vertical de la parte sumergida del buque. El calado máximo debe medirse hasta el punto más bajo de la obra viva.



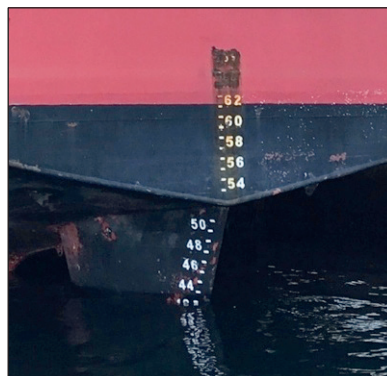
- ~ **Calado de proa:** Es el calado medido en la perpendicular de proa, entre la parte inferior de la quilla y la línea de flotación a proa del buque.
- ~ **Calado de popa:** Es el calado medido en la perpendicular de popa, entre la parte inferior de la quilla y la línea de flotación a popa del buque.
- ~ **Calado en el medio:** Es la distancia entre la parte inferior de la quilla y la línea de flotación en el medio de la eslora del buque.
- ~ **Calado medio:** Es la semisuma de los calados a popa y a proa.

El calado de los buques se mide sobre las escalas de calados, a proa, en el centro y a popa, en cada uno de los costados. Estas pueden estar indicadas en el sistema métrico, o en el sistema inglés.

### Escala de calado en Sistema métrico

Esta escala de calados viene representada en decímetros y se indican solo los números pares. La altura de cada dígito es de un decímetro y la distancia entre uno y otro es también un decímetro.

Otra forma de representación es mediante indicación de los metros de calado, y entre metro y metro los decímetros mediante una sola cifra.





### ESCALA SISTEMA MÉTRICO

10 M		
8		
6		
4		
2	—————	9,20 METROS
	—————	9,10 METROS
9 M	—————	9,00 METROS



### Escala de calado en Sistema inglés

Se representa por medio de números romanos correlativos, la altura de cada número es de 6 pulgadas, siendo la separación entre ellos también de 6 pulgadas, por lo que la separación entre cada número es 12 pulgadas, es decir 1 pie.

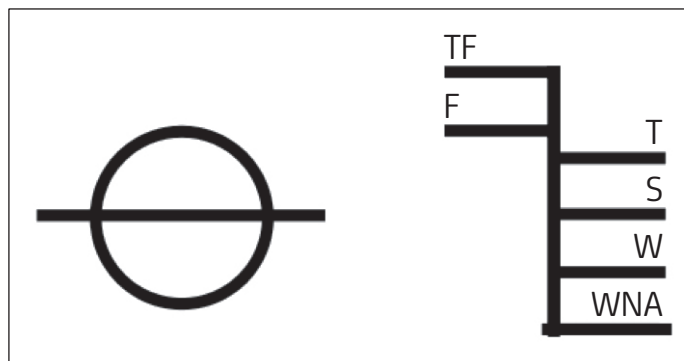
### ESCALA SISTEMA INGLÉS

XV	—————	15 pies
	—————	14 pies y 9 pulgadas
	—————	14 pies y 6 pulgadas
XIV	—————	14 pies
XIII	—————	13 pies

1 pie = 12 pulgadas  
 1 pulgada = 25,4 mm  
 1 pie = 304,8 mm

### Disco Plimsoll

El disco Plimsoll o a marca de francobordo es una marca esquemática que llevan los buques en su casco. Va grabada y pintada a media eslora y en ambos costados de un buque, debajo de la línea de cubierta, coincidiendo su centro con la línea de máxima carga en verano. Sirve para fijar el máximo calado con el que puede navegar el buque en condiciones de seguridad.



Se llama línea de máxima carga a aquella hasta la que puede sumergirse el buque sin que suponga un riesgo para la estabilidad. Estas líneas van marcadas junto a un disco de 300 milímetros de diámetro.

Las respectivas líneas de máxima carga indican las flotaciones máximas que le corresponden al buque según la época del año y las zonas por donde vaya a navegar, a fin de que tenga francobordo suficiente para defenderse del mal tiempo.

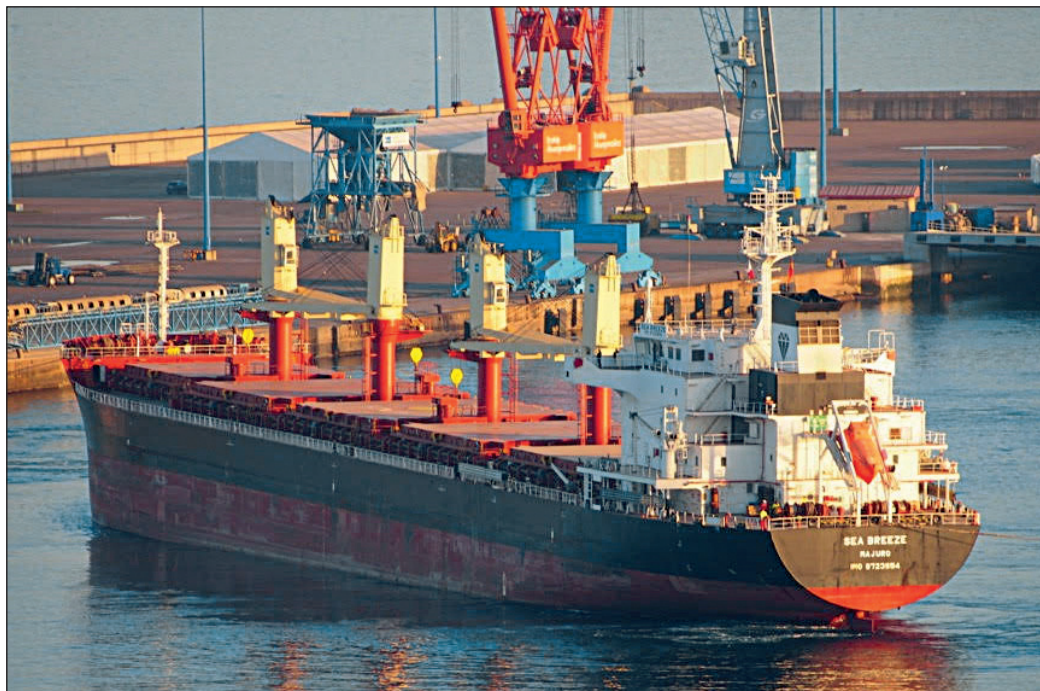
- ~ TF (Tropical Fresh) agua dulce zona tropical.
- ~ F (Fresh) agua dulce otras zonas.
- ~ T (Tropical Salt) agua de mar zona tropical.
- ~ S (Summer) agua de mar en verano.
- ~ W (Winter) agua de mar en invierno
- ~ WNA (Winter North Atlantic) invierno en el Atlántico Norte.

## Asiento

Un buque tiene asiento cuando el calado de proa y el calado de popa del buque no son iguales. Al asiento también se le suele conocer por el nombre de trimado.

Se pueden dar las siguientes situaciones:

- ~ Si el calado de popa es mayor que el de proa, el asiento es positivo y se dice que el asiento es apopante o que el buque está apopado (condición normal de navegación).
- ~ Si el calado de proa es mayor que el de popa, el asiento es negativo y se dice que el asiento es aproante o que el buque está aproado.
- ~ Cuando el calado de proa y el calado de popa del buque son iguales se dice que el buque está en aguas iguales.



*Buque aporado*

## *ELEMENTOS ESTRUCTURALES*

A continuación, se hará una breve descripción de algunos elementos estructurales de un buque.

### *Casco*

Conjunto de formas y elementos que determinan el cuerpo estanco del buque, está formado por el forro exterior y todos los elementos estructurales que aseguran su rigidez y consistencia. No se tiene en cuenta la arboladura ni las superestructuras que sobrepasen la cubierta principal.

### *Quilla*

Es la pieza longitudinal dispuesta en la parte inferior del buque y que corre de proa a popa, sobre la cual se asienta y afirma toda la estructura del buque. La quilla es la “columna vertebral” del buque.

## *Roda*

Es la pieza de igual sección a la quilla, que unida a esta, de forma recta o curva, remata el casco en la parte de proa.

## *Codaste*

Es la pieza unida a la quilla y que, de forma recta o curva, remata la popa.

## *Bulbo de proa*

Es una protuberancia que suelen tener los buques en la proa más allá de la curva de la roda.

## *Pantoque*

Es la parte curvada del casco del buque.

## *Varengas*

Son las piezas colocadas en el fondo del buque, verticalmente y que se extienden desde el pantoque de una banda hasta el de la contraria.

## *Vagras*

Son las planchas que, colocadas verticalmente entre las varengas, se extienden de proa a popa paralelas a la quilla. Tienen por objeto aumentar la resistencia del casco a los esfuerzos de flexión.

## *Cuadernas*

Son los elementos estructurales transversales del buque y que, junto con las vagras y las varengas, forman el esqueleto del buque.

## *Plan*

Son las planchas que descansan sobre las varengas y las vagras que forman el doble fondo.

## *Amurada*

Es la parte del costado del buque que se prolonga por encima de la cubierta superior con el objeto de evitar en lo posible el embarque de agua de mar.

## *Vanos*

Son las aberturas hechas en las varengas para comunicar las distintas zonas en que queda dividido el doble fondo. También se conocen como aligeramientos.

## *Baos*

Son las piezas transversales que se fijan a las cuadernas y que descansa sobre los puntales y sostiene las planchas que forman las cubiertas.

## *Puntales*

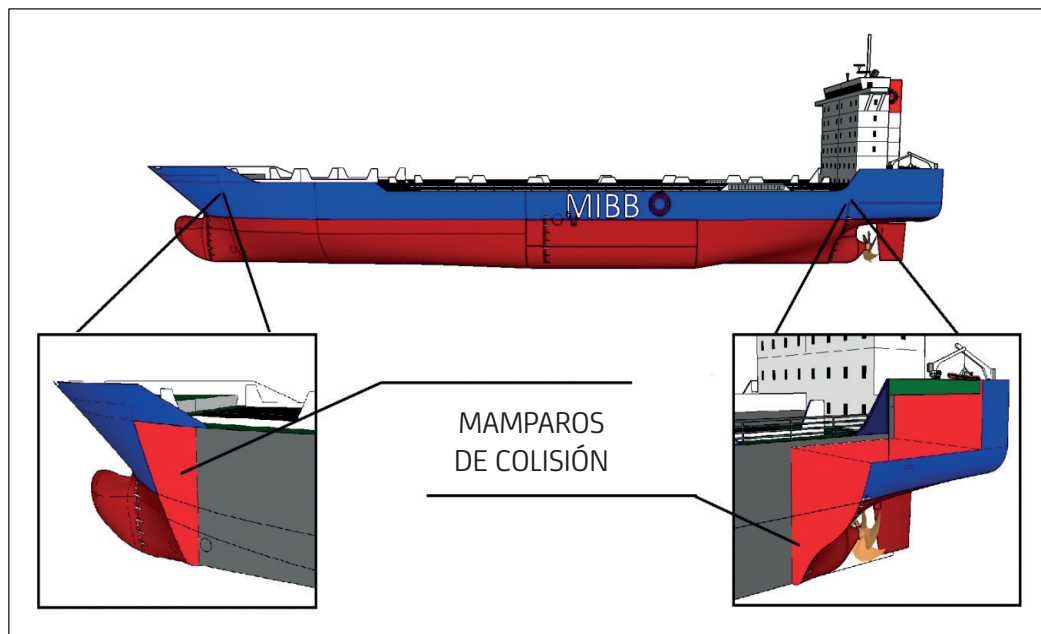
Son las piezas verticales sobre la que descansan los baos y sostienen las cubiertas intermedias, contrarrestando al mismo tiempo los esfuerzos permanentes de flexión.

## *Forro exterior*

Es el conjunto de planchas también llamadas tracas, que unidas entre sí, a las cuadernas y colocadas a partir de la quilla forman el casco del buque.

## *Mamparos estancos*

Constituyen una consolidación del casco teniendo por objeto conseguir una total incomunicación de unos espacios con otros en caso de vías de agua. Los compartimentos formados



por mamparos estancos se denominan espacios estancos y todas las aberturas que poseen (puertas, registros, portillos, etc.) tienen que estar dotadas de cierres estancos.

Independientemente de todos los mamparos que lo compartimentan, todo buque lleva un mamparo de colisión a proa, y un mamparo de colisión a popa, ambos son estancos hasta la cubierta superior.

### *Mamparos y cubiertas resistentes al fuego*

Son los elementos estructurales que tienen como función principal evitar la rápida propagación del fuego en caso de incendio en los espacios que protegen, como los de máquinas, habitación y aquellos en donde el riesgo de incendio es alto. Deben estar claramente indicados en el plano de lucha contra incendios.

	<b>DIVISIÓN DE CLASE A</b>
	<b>DIVISIÓN DE CLASE B</b>

El Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar<sup>10</sup> (en adelante *Convenio SOLAS*), en su Capítulo II-2: Construcción - Prevención, detección y extinción de incendios, Regla 3, divide los mamparos y cubiertas en tres tipos:

*Divisiones de clase "A": Las formadas por mamparos y cubiertas que cumplen los siguientes criterios:*

- ~ *Son de acero o material equivalente.*
- ~ *Están convenientemente reforzadas.*
- ~ *Impiden el paso del humo y llamas hasta el final de un ensayo normalizado de exposición al fuego de una hora de duración.*
- ~ *Están aisladas con materiales incombustibles tales que la temperatura media de la cara no expuesta no sube más de 140 °C por encima de la temperatura inicial, y la temperatura no sube, en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 180 °C por encima de la temperatura inicial en los intervalos siguientes:*
  - Clase "A-60": 60 minutos.*
  - Clase "A-30": 30 minutos.*
  - Clase "A-15": 15 minutos.*
  - Clase "A-0": 0 minutos.*
- ~ *Están construidas de manera que impidan el paso del humo y de las llamas hasta el final de un ensayo normalizado de exposición al fuego de una hora de duración.*

*Divisiones de la clase "B": formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos o forros interiores que satisfacen los criterios siguientes:*

- ~ *Construidas con materiales incombustibles.*
- ~ *Impiden el paso de las llamas.*
- ~ *Están aisladas con materiales incombustibles tales que la temperatura media de la cara no expuesta no sube más de 140 °C por encima de la temperatura inicial, y la temperatura no sube en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 225 °C por encima de la temperatura inicial en los intervalos siguientes:*
  - Clase "B-15": 15 minutos.*
  - Clase "B-0": 0 minutos.*
- ~ *Están construidas de manera que impidan el paso del humo y de las llamas hasta el final de la primera media hora del ensayo normalizado de exposición al fuego.*

*Divisiones de clase "C": Construidas con materiales incombustibles. No es necesario que satisfagan las prescripciones relativas al paso del humo y de las llamas ni limitaciones relativas al aumento de temperatura.*

<sup>10</sup> *Convenio SOLAS.*

El Convenio SOLAS define material incombustible como aquel que no arde ni desprende vapores inflamables en cantidad suficiente para experimentar la autoignición cuando se le calienta a 750 °C.

### 1.3. ESTABILIDAD

Un buque estable contrarresta las fuerzas externas generadas por la mar, el viento y las operaciones para volver a su posición adrizada. Sin embargo, un buque inestable no tiene la suficiente estabilidad para contrarrestar dichas fuerzas externas y zozobra. Durante una travesía, un buque que haya zarpado con la estabilidad adecuada, puede transformarse en inestable por cambios en su centro de gravedad debido a consumos, operaciones de trasiego entre diferentes tanques, cambios atmosféricos, etcétera.



Los buques en los que se interviene, a excepción de los que se encuentran en dique seco, están flotando en el agua. Al poseer libertad de movimiento, podrían generarse situaciones que afectan negativamente en el desarrollo de la intervención, causando escenarios muy peligrosos para los equipos humanos destinados a la lucha contra incendios.

Es esencial vigilar las variaciones de estabilidad que podrían producirse durante las tareas de extinción de incendios. El jefe de intervención de los bomberos solicitará colaboración para controlar las variaciones de escora y asiento que el buque pueda sufrir durante la intervención, evitando poner en peligro a su equipo ante una pérdida de estabilidad. Esta información puede requerirse a la tripulación (capitán y oficiales del buque), personal de la Autoridad Portuaria, personal del Centro de Coordinación de Salvamento Marítimo, inspectores de la compañía naviera, etcétera.

Antes de acceder al buque para efectuar la extinción, se debe estudiar y localizar las distintas salidas de evacuación (plano de lucha contra incendios) y preparar un plan de



abandono del buque por posibles problemas de estabilidad. Podría darse el caso en que el acceso utilizado para la entrada, quede inutilizado por este motivo a la hora de abandonar el buque.

### *Factores de la lucha contraincendios que afectan a la estabilidad*

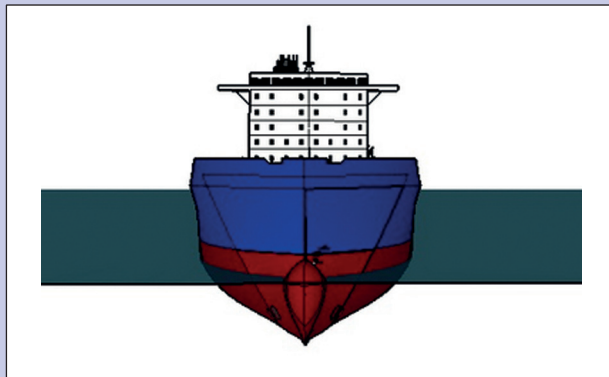
Durante los trabajos de lucha contraincendios se puede llegar a introducir grandes cantidades de agua a bordo del buque como parte de la estrategia de extinción. No solo los bomberos en las tareas de refrigeración y extinción aportan agua, también hay que sumar la aportada por los diferentes sistemas fijos de extinción del buque, y los monitores utilizados por los remolcadores con caudales que podrían llegar a aplicar hasta 2.500 m<sup>3</sup>/h.

Además, puede ser necesario tener que inundar intencionadamente algún espacio del buque para extinguir el incendio, trasladar la carga del buque de una parte a otra, o descargar esta en la terminal. Otro factor que podría afectar negativamente a la estabilidad podría ser la apertura de puertas estancas durante la intervención sin cerrarlas posteriormente.

Las situaciones definidas anteriormente afectan directamente en la estabilidad del buque, llegando a producir:

- ~ Una escora del buque, que obligaría a trabajar a los equipos de intervención sobre planos inclinados, aumentando el grado de dificultad para trasladarse por el buque.
- ~ Las puertas y escotillones de acceso a los diferentes espacios podrían bloquearse, imposibilitando la evacuación por la misma vía de acceso. Además, se podría ver comprometido el funcionamiento de las puertas resistentes al fuego.
- ~ Derrames de sustancias líquidas, que generarían condiciones de deslizamiento, resbalones y caídas. Si se trata de combustibles se podrían generar incendios secundarios o aportar más combustible al incendio inicial. Así como situaciones de contaminación en los alrededores del buque.
- ~ El movimiento de la carga, combustible, lastre y demás pertrechos, podrían causar lesiones por caída de objetos, golpes, atrapamientos y aplastamientos a los bomberos. Situación que podría agravarse, si la escora se incrementa, situando al buque en peligro de volcar.
- ~ Deformación y fallos en los cabos de amarre, pudiendo romperse con gran fuerza produciéndose un retroceso rápido del mismo.

- En el caso de tener que aplicar espuma, se producirían serios problemas para formar capas uniformes de espuma y que permanezcan en su lugar.



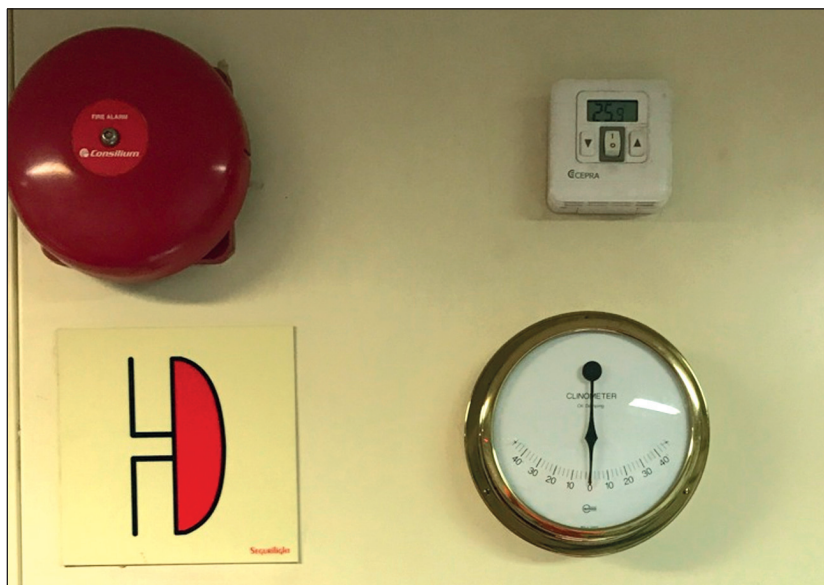
MIBB

La aplicación de agua como agente extintor durante la intervención en un buque puede comprometer su estabilidad. También es necesario analizar la cantidad y pesos de la carga antes de comenzar trabajos de remoción de carga en plena crisis. Con el traslado de pesos, aunque no hay cambios en el desplazamiento<sup>11</sup>, sí los hay en la posición del centro de gravedad.

Cuando el buque está atracado en puerto podemos determinar su escora comparando los calados en ambos costados. Es importante observar la tensión de los cabos, en un primer momento el buque podría empezar a escorarse, pero los cabos de amarre estarían impidiendo su movimiento. Por el contrario, si se observa que los cabos no tienen tensión, el buque podría estar apoyado sobre el muelle, señal de que el buque esta escorado hacia el muelle.

Los buques cuentan con inclinómetros situados sobre la línea de crujía del buque, que suelen estar en el puente de gobierno, en el control de la sala de máquinas y/o en el control de carga. Es un aparato muy sencillo que sirve para medir la escora (inclinación) del buque con respecto a la mar, será de gran utilidad para observar las variaciones de la estabilidad transversal del buque.

<sup>11</sup> Volumen del agua que desaloja una embarcación igual al espacio que ocupa en el agua su casco hasta la línea de flotación.



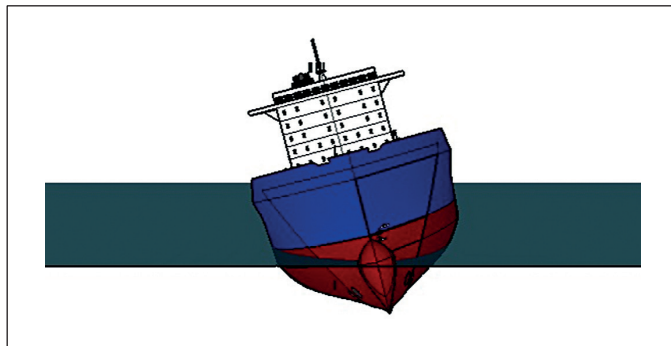
### *Conocimientos básicos de estabilidad*

La estabilidad es un asunto complejo, se necesitan cálculos complicados para poder evaluarla con precisión y obtener así los efectos que puede tener sobre el buque. Es de suma importancia vigilar las variaciones de estabilidad que podrían producirse durante las tareas de extinción de incendios. Cuando el buque está atracado en puerto podemos determinar su escora comparando los calados en ambos costados. Los buques muestran dos escalas de calados en cada costado, una a proa y otra a popa<sup>12</sup>. Con escoras superiores a 20° ya no es recomendable trabajar a bordo, puesto que mantenerse y trabajar en un plano inclinado teniendo previsiblemente superficies deslizantes genera una incomodidad y dificultad considerables.

Los oficiales del buque se consideran personal experto en cuanto a estabilidad, y el jefe de intervención de bomberos debe en todo momento mantener contacto con ellos. Sin embargo, puede haber ocasiones en las que los oficiales del buque no estén presentes o la comunicación con ellos se vea obstaculizada por dificultades técnicas o lingüísticas y ninguna otra persona cualificada esté disponible. Por este motivo es aconsejable que los bomberos dispongan de los conocimientos básicos sobre la estabilidad del buque que les puedan advertir de situaciones anómalas.

<sup>12</sup> Ver apartado 1.2 Principales dimensiones y partes de un buque.

## Escora



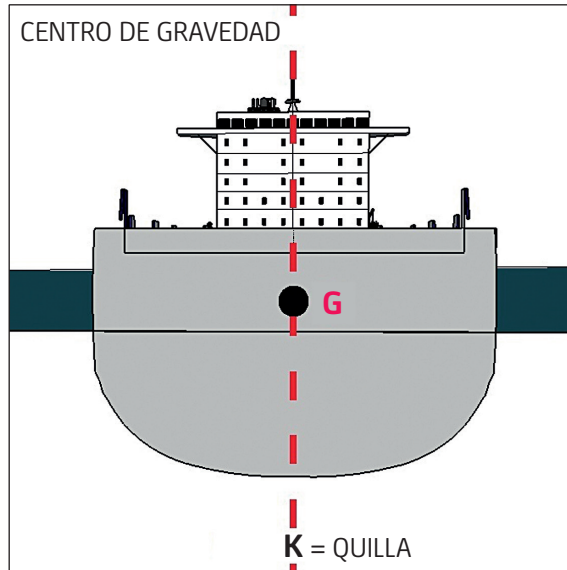
Se dice que un buque está escorado cuando se inclina debido a una fuerza externa, como las olas o el viento.

## Centro de gravedad

El centro de gravedad del buque es el punto del mismo donde puede considerarse concentrado el peso del buque, y por tanto es el punto de aplicación del vector representativo de su peso, que se representa con la letra G. La determinación de la posición del centro de gravedad del buque es clave, ya que de su posición va a depender la estabilidad. Se calcula combinando los centros de gravedad individuales de los principales pesos del buque:

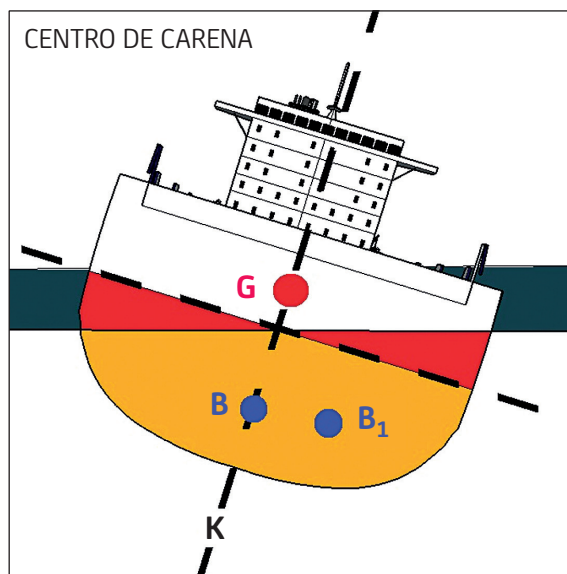
- ~ El desplazamiento en rosca son todos los pesos fijos del buque. Estos son los pesos que no cambian durante la travesía del buque (casco, superestructuras, máquinas, grúas y aparejos fijos).
- ~ Gracias a la sonda de los tanques obtenemos la suma de los fluidos consumibles, tanques de lastre y tanques de carga en el caso de cargas líquidas. Los fluidos consumibles son el fuel, el gasoil, el agua y las aguas residuales que varían una travesía.
- ~ Carga es todo aquello que transporta el buque con un fin comercial.
- ~ Pertrechos del buque son todos los pesos como comida y artículos que se consumen durante la travesía del buque.

Las coordenadas de los centros de gravedad de los compartimentos del buque vienen en la documentación que acompaña a este, bien en el plano de disposición de compartimentos o bien en el cuadernillo de estabilidad.



### Centro de carena

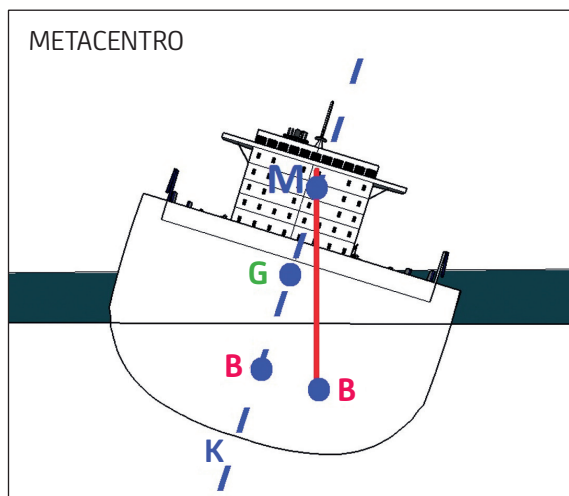
El centro de carena es el centro de gravedad del volumen sumergido del buque, para una condición dada. Se conoce con el nombre de *centro de empuje*, ya que es con fines de estabilidad donde se considera aplicada dicha fuerza. Se representa con la letra *C* y en algunas publicaciones con la letra *B* para equipararlo al *Center of Bouyancy*.



Dado el movimiento del buque en las olas, la posición del centro de carena es variable y depende de la forma y volumen de casco sumergido en ese instante. Si el buque escora a estribor, el centro de carena se despejará a estribor y viceversa.

## Metacentro

Es el punto donde convergen el plano de crujía del buque y la vertical trazada desde el centro de carena ( $B$ ), cuando este último ha sido desplazado ( $B_1$ ) a causa de una escora, siendo  $M$  el punto máximo hasta donde puede llegar el centro de gravedad ( $G$ ), para que se mantenga la estabilidad del buque. Su altura se mide desde el punto de referencia ( $K$ ) y, por consiguiente, se denomina  $KM$ .

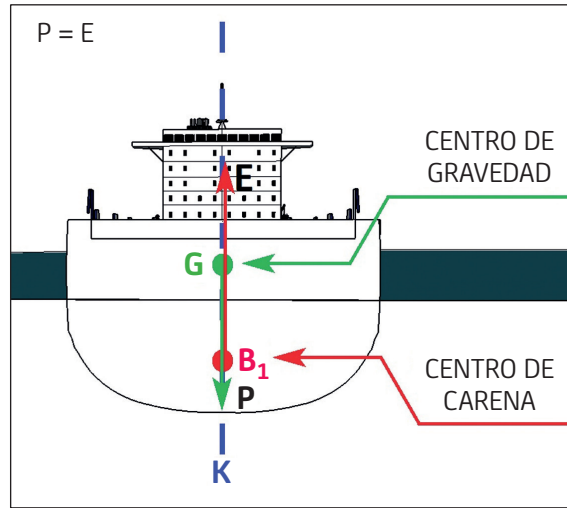


## Condiciones básicas de estabilidad

Todo cuerpo parcialmente sumergido en un líquido está sometido a la acción de dos fuerzas verticales y opuestas:

- ~ Empuje ( $E$ ): ascendente y aplicada en el centro de carena.
- ~ Peso o desplazamiento ( $P$ ): Descendente y aplicada en el centro de gravedad.

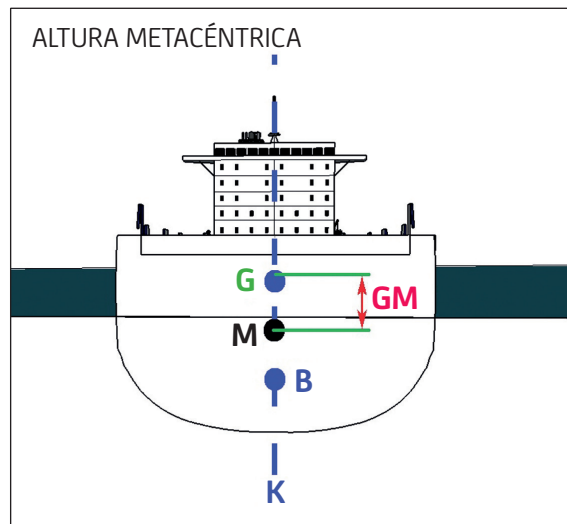
La primera condición necesaria de equilibrio exige que ambas fuerzas sean de igual magnitud  $P = E$ , y que estén sobre la misma vertical por encima de la quilla ( $K$ ). La segunda con-



dición básica de equilibrio, es que el centro de gravedad ( $G$ ) y el centro de carena ( $B$ ) estén sobre la misma vertical.

### Altura metacéntrica

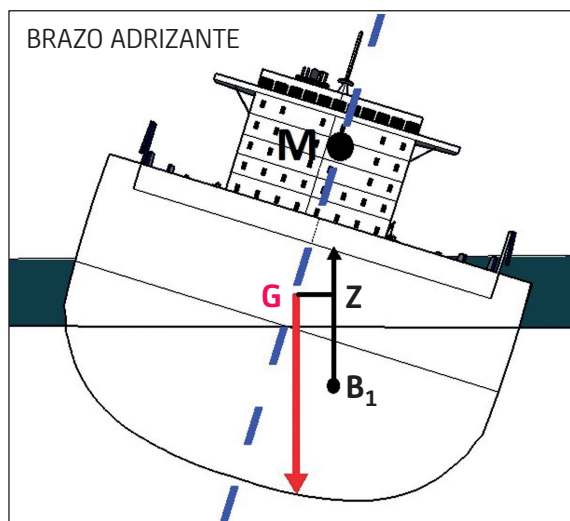
La distancia entre el centro de gravedad ( $G$ ) y el metacentro ( $M$ ) se conoce como la altura metacéntrica ( $GM$ ). Un buque estable en posición de adrizado tiene una altura metacéntrica ( $GM$ ) positiva, es decir, el metacentro ( $M$ ), se encuentra por encima del centro de gravedad ( $G$ ).



## Brazo adrizante

El brazo adrizante representa el valor de la separación del par de fuerzas que va a adrizar al buque en el instante en el que desaparezca el momento escorante. Es la distancia horizontal desde el centro de gravedad ( $G$ ) a la línea vertical que parte desde  $B_1$ . Dicha distancia se puede medir y normalmente se denomina  $GZ$ .

La fuerza necesaria para que el buque vuelva a la posición de adrizado es el peso de este actuando hacia abajo a través del centro de gravedad ( $G$ ), multiplicado por el valor del brazo adrizante ( $GZ$ ).



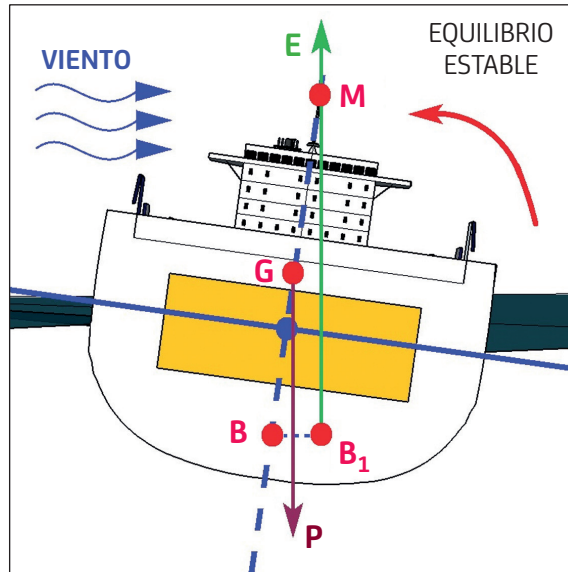
## Estabilidad

Se define *estabilidad* como la propiedad que tiene un buque de regresar a su posición de equilibrio inicial cuando cesa la actuación de las fuerzas exteriores (viento y mar), e interiores (carga, pertrechos, combustible, etcétera) que lo sacaron de ella.

**Equilibrio Estable:** Si  $KM > KG$

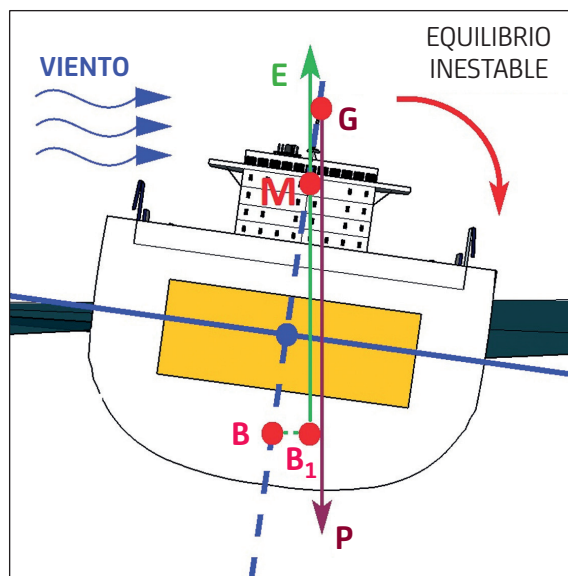
Al escorar un buque, a causa de una fuerza exterior, el metacentro ( $M$ ) se encuentra situado por encima del centro de gravedad ( $G$ ). El brazo del par generado es adrizante y tiende a llevar al buque a su posición de equilibrio.





**Equilibrio Inestable:** Si  $KM < KG$

Al escorar un buque, a causa de una fuerza exterior, el centro de gravedad ( $G$ ) se halla más alto que el metacentro ( $M$ ). El par de fuerzas generado es escorante y tiende a aumentar la escora, situando al buque en una situación de peligro de volcar.



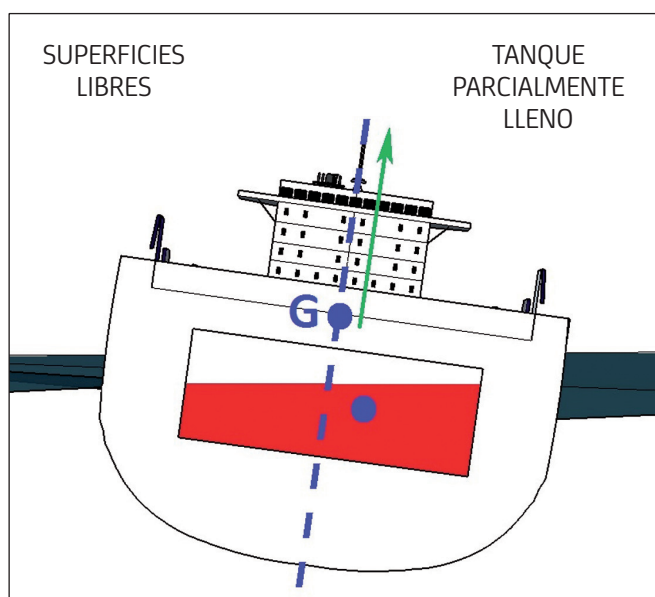
## Equilibrio Indiferente: Si $KM = KG$

Al escorar un buque a causa de una fuerza exterior, el centro de gravedad ( $G$ ) y el metacentro ( $M$ ) coinciden. Por lo tanto, el centro de gravedad ( $G$ ) y el centro de carena ( $B_1$ ) están en la misma vertical. La escora nunca generaría un par de fuerzas, por lo que el buque quedará en la posición escorada.

### *Efectos de superficies libres*

Cuando un buque con un tanque lleno está escorado, el líquido que lleva en el tanque actúa como una masa sólida. El centro de gravedad de dicho líquido, que se encuentra en el centro de su volumen, permanece constante, no causando ningún cambio en el centro de gravedad ( $G$ ) del buque.

El problema aparece cuando los tanques o compartimentos están parcialmente llenos, apareciendo el *efecto de superficies libres*, el cual reducirá la estabilidad del buque independientemente de la localización del tanque o compartimento parcialmente lleno. Este efecto es similar al provocado cuando se añade peso en la cubierta, lo cual hace que el centro de gravedad ( $G$ ) se eleve, reduciéndose la altura metacéntrica ( $GM$ ). Este efecto justifica que, si durante las tareas de extinción de incendios se aporta grandes cantidades de agua en el interior del buque, la estabilidad se verá seriamente comprometida.



## Efectos de introducir agua durante las tareas de extinción

El efecto de superficies libres no solamente viene provocado por tanques parcialmente llenos, también influyen otras circunstancias como la acumulación de agua de extinción.

En la mayoría de los buques, el centro de gravedad está situado a la altura de la cubierta principal. Durante las intervenciones hay que tener cuidado con introducir grandes cantidades de agua en aquellos espacios situados por encima de la cubierta principal, como por ejemplo en la superestructura. Cuando se añade peso a un buque, su centro de gravedad se mueve siempre en la dirección del peso añadido. Si el peso se añade por encima del centro de gravedad ( $G$ ) del buque, como resultado el centro de gravedad se mueva hacia arriba, lo que provoca una disminución de la altura metacéntrica ( $GM$ ) disminuyendo la estabilidad.

Asimismo, al trasladar un peso, el centro de gravedad ( $G$ ) del buque se mueve paralelamente en la dirección del traslado y en el mismo sentido. Por tanto, aunque parte del agua empleada para la extinción y refrigeración acabará evaporándose, un gran volumen terminará recorriendo la manga del buque hasta encontrar una salida, comprometiendo la estabilidad del buque.

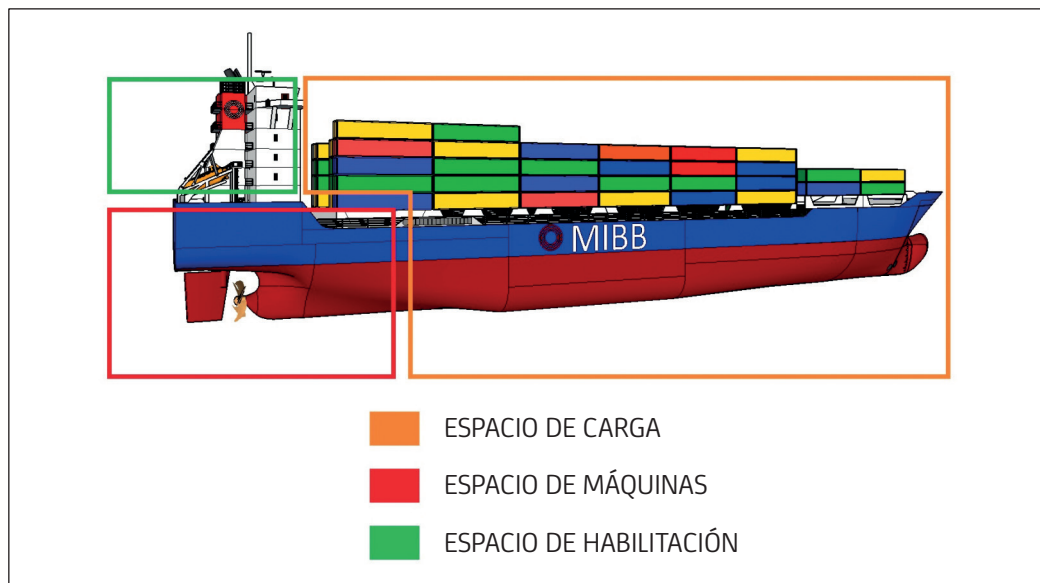
En el apartado “Estrategias de intervención en buques” se incluyen directrices para mantener la estabilidad por acumulación de agua durante extinción de incendios.

### 1.4. ESPACIOS DE LOS BUQUES

La situación que los bomberos pueden encontrarse en un buque plantea un escenario de emergencia distinto a las intervenciones que acostumbran a realizar en tierra, con un alto grado de complejidad. Con la finalidad de definir y establecer unos protocolos de intervención adecuados, los bomberos han de estar familiarizados con los diferentes espacios en los que se divide un buque.

- ~ Espacio de habilitación.
- ~ Espacio de carga.
- ~ Espacio (cubierta) de maniobra (*Mooring station*).
- ~ Espacio de máquinas.

Estos espacios están separados entre sí por mamparos y cubiertas estancas resistentes al fuego. La Organización Marítima Internacional (OMI) a través de los diferentes Convenios Internacionales, regula todo lo referente al diseño, distribución, construcción y materiales utilizados.



*Grosso modo*, un buque es una estructura flotante a modo de cajón cuyos elementos principales son la cubierta principal y el casco. La quilla se puede comparar con la espina dorsal en la parte más baja del buque. A modo de costillar encontramos las cuadernas, que se unen a la quilla por su extremo inferior y a la cubierta principal por el superior. La chapa del casco es esencial para mantener la estanqueidad del buque y también contribuye a dar rigidez al mismo. Es frecuente además encontrar dobles fondos para mayor protección en caso de vía de agua. Sin embargo, la verdadera rigidez interior de una nave es aportada por cubiertas inferiores y mamparos principales. Los mamparos principales que dividen en compartimentos el espacio interior del buque son estancos y limitan la propagación de un posible incendio<sup>13</sup>. En ellos podemos encontrar puertas herméticas que deben mantenerse siempre libres de obstáculos y cuyo accionamiento puede ser manual o remoto desde el puente.

El primer mamparo que encontramos desde la proa se llama mamparo de colisión, cuyo objetivo es guardar la estanqueidad del buque en caso de colisión frontal.

### *Espacio de la habilitación*

Es el espacio donde se aloja la tripulación en los buques, está ubicado dentro de una construcción conocida con el nombre de superestructura, situada encima de la cubierta principal.

<sup>13</sup> Ver subapartado “Elementos estructurales” de 1.2 *Principales dimensiones y partes de un buque*.



Dependiendo del tipo de buque y su tamaño, la superestructura, varía su posición respecto a su eslora.

El acceso al espacio de la habitación se realiza a través de puertas localizadas en cada una de las cubiertas de la superestructura, estando a su vez comunicadas todas ellas por escaleras interiores y escalas de entrecubiertas. Dentro de la superestructura existe un acceso directo desde el espacio de la habitación hasta el espacio de máquinas a través de escaleras. En buques de gran tamaño, también se dispone de ascensores que comunican cada una de las cubiertas de la habitación con el espacio de máquinas.

En la habitación se encuentran diferentes zonas o espacios, todos ellos disponen de sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire para conseguir unas óptimas condiciones de confort para la tripulación. A continuación, se describen los principales espacios:

### **Cámaras y camarotes**

Las cámaras son departamentos cerrados especialmente utilizados como salones, comedores, oficinas, cocina, gambuza, cámaras frigoríficas, biblioteca, lavandería, gimnasio, etcétera.

Los camarotes son los compartimentos destinados a servir de dormitorio a los tripulantes y pasajeros.

## Puente de gobierno

Es el espacio ubicado en el lugar más elevado de la superestructura del buque, donde realiza su guardia el Oficial de cubierta en navegación, desde el cual se gobierna el buque y donde se encuentran los equipos, instrumentos y demás elementos necesarios para ello.

Además de los aparatos para el gobierno y maniobra del buque, se encuentran los paneles de control:

- ~ Panel de detectores C.I.
- ~ Panel de puertas estancas.
- ~ Panel de puertas cortafuego.
- ~ Panel de bombas C.I.
- ~ Panel de ventiladores y extractores.
- ~ Circuito de TV (según tipo de buque).

En las extensiones laterales del Puente de gobierno, se encuentran los alerones, con el fin de facilitar la visibilidad durante las maniobras. En algunos buques en el mismo alerón se ubican sistemas de cierre de emergencia de la operación de carga/descarga (ESD)<sup>14</sup>.



<sup>14</sup> Ver "Incendio en cubierta" en 4.5.2 *Estrategias según la localización del incendio* y "Riesgos inherentes a los buques tanque" en 4.5.5 *Otras consideraciones relevantes*.

## Cuarto de Derrota

Es el espacio donde se guardan y consultan todas las cartas náuticas, libros de faros, derroteros, publicaciones de uso obligatorio para la seguridad de la navegación, etcétera; así como alguno de los instrumentos de ayuda a la navegación. Suele estar integrado en el puente de gobierno.



## Control de carga

Es un espacio cerrado situado en la zona de habilitación del buque o en un casetón en la cubierta principal, en el que se encuentran los equipos de control del sistema de carga- descarga del buque.

## La estación contraincendios

Es el espacio donde están centralizados todos los elementos de control de lucha contra incendios: sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contraincendios, paneles indicadores de las puertas estancas, disparo remoto de las puertas estancas de corredera, paro de los sistemas de ventiladores, cierre remoto de las válvulas de los tanques de combustible y aceite, equipos de protección respiratoria, etcétera.

No todos los buques disponen de este espacio, integrándose sus equipos y sistemas en el control de carga o en el puente de gobierno. Se usa también para guardar elementos y equipos de lucha contraincendios tales como: la conexión internacional, planos de lucha contraincendios, equipos de respiración autónomos (ERA), botellas de aire, equipos de bombero, o el compresor de recarga de las botellas de los equipos de respiración autónomos en el caso de disponer de él.



## Pañoles

En un buque hay diferentes pañoles localizados en diferentes espacios, su finalidad es almacenar los respetos y pertrechos. Entre los diferentes pañoles se encuentran el pañol del electricista, pañol mecánico, pañol del contraamaestre, pañol de pinturas, pañol del CO<sub>2</sub>, pañol de oxígeno y acetileno, etcétera.

Algunos presentan diferentes riesgos durante las intervenciones de los bomberos.

- ~ Pañol del contraamaestre: es el lugar de almacenamiento de los cabos y las estachas de respeto, situado normalmente debajo de la cubierta de castillo, en la proa del buque. De producirse un incendio, al estar fabricados los cabos con fibras sintéticas (poliamidas, poliéster, polietileno, polipropileno, etc.), se generan grandes cantidades de humo y gases tóxicos.
- ~ Pañol mecánico: suele estar situado en las plataformas altas de la sala de máquinas. Puede haber en él botellas de gas inflamable como el acetileno y gas comburente como el oxígeno (para el equipo de oxicorte), botellas de gas refrigerante, y diversidad de productos líquidos inflamables.
- ~ Pañol de armamento o seguridad: destinado a albergar el material de seguridad como cohetes, bengalas, botes de humo, etc.
- ~ Pañol de pinturas: su ubicación va a depender del tipo de buque, pero siempre situado fuera de los espacios de máquinas, al contener productos como pinturas y disolventes altamente inflamables.
- ~ Pañol de aceites: Especialmente peligroso al contener diversidad de grasas y aceites necesarios para el funcionamiento de los diferentes sistemas y equipos del buque.



## Espacio de carga

Son los espacios destinados a guardar las mercancías a transportar. Existen diferentes tipos de bodegas con el objeto de facilitar las operaciones de carga y descarga de las mercancías.

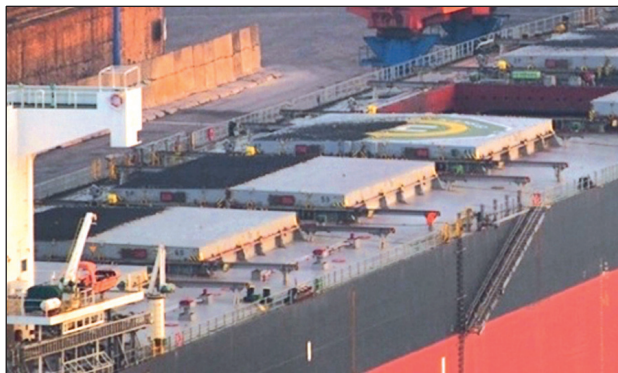


Los buques destinados al transporte de mercancías a *granel* (mineral, carbón, grano) tendrán las bodegas espaciosas. La numeración de las bodegas comienza desde la situada más a proa. La bodega de un buque de carga general es prácticamente continua y puede disponer de entrepuentes.

Con el objeto de introducir o extraer a través de ellas la carga de las bodegas, los buques disponen de escotillas, con aberturas grandes, generalmente de forma rectangular y practicadas en varios puntos de la cubierta. Para impedir o limitar la entrada de agua y la caída de objetos a las cubiertas inferiores (o a las bodegas) van guarnecidas por unos marcos verticales llamados brazolas, de construcción muy sólida. En ocasiones también podemos encontrar pasillos a ambas bandas del buque que recorren todas las bodegas bajo la cubierta principal.

Existen diferentes sistemas de *tapas de escotilla*, que cubren la escotilla haciéndola totalmente estanca al agua:

- a) Paneles fijos o pontonas.
- b) Tapas con paneles corredizos laterales.
- c) Paneles auto-apilables.
- d) Paneles de izado hidráulico.



Obviamente, dependiendo del tipo de carga estibada en la bodega, se tendrán que adoptar las medidas adecuadas para la seguridad de los trabajadores. En caso de emergencia, las administraciones responsables analizarán los pormenores del buque, carga y riesgos en general antes de cualquier intervención.

Podemos encontrar diferentes accesos a las bodegas según el tipo de buque, pero es habitual la existencia de tambuchos en cubierta un poco elevados para evitar que acceda el agua con mal tiempo, lo que también nos resguardará de caer por ellas. Una vez abierto el tambucho nos encontraremos una escala vertical o una escala con los tramos muy inclinados.

En el caso de *buques portacontenedores* las bodegas disponen de un conjunto de raíles (o guías) metálicos que forman celdas del tamaño del contenedor, lo que permite apilar varias alturas de contenedores. De esta forma se evita el movimiento de los mismos durante la navegación y se elimina la necesidad de su trincaje. El acceso se realiza a través de uno o varios escotillones situados en proa o popa de la bodega en cuestión.

En los *buques de carga rodada*, las bodegas están divididas por cubiertas despejadas que disponen de rampas para cargar y descargar los vehículos por sus propios medios o a través de cabezas tractoras. Las cubiertas se dividen por zonas protegidas por sistemas fijos de extinción de incendios. Por lo general se emplea CO<sub>2</sub> o sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua (cabezales rociadores) que hay que activar manualmente abriendo la válvula de cada zona y poner en funcionamiento la bomba correspondiente.

## Tanques de carga

En los buques tanque (gaseros, petroleros y quimiqueros), los espacios destinados a transportar líquidos a granel se denominan tanques de carga. Están situados a proa de los espacios de máquinas y deben estar separados de estos mediante espacios secos, cámaras de bombas o tanques de lastre.

Este tipo de buques tienen unos riesgos derivados de la carga que transportan, en los espacios de carga y en la cámara de bombas (ver apartado de cámara de bombas), donde podrá haber presencia de vapores o gases inflamables.

## Espacios secos

Son cada uno de los espacios limitados por dos mamparos transversales o longitudinales estancos separados alrededor de un metro. En los buques tanque, se utilizan como medida de protección destinada a separar el espacio de carga del espacio de máquinas y el espacio de la habitación. Son conocidos, por su nombre en inglés, como *Cofferdams*.

## Tanques de lastre

Son cada uno de los taques utilizados para instalar peso a bordo con el objeto de mejorar los calados, el asiento del buque y las condiciones de estabilidad y navegabilidad en caso necesario. Se utiliza como lastre agua de mar.

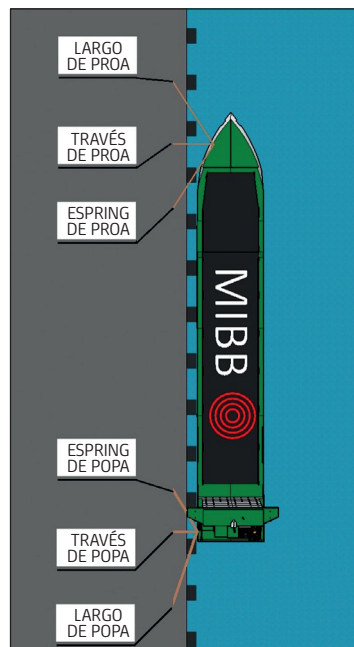
## Espacio (cubierta) de maniobra

### Equipos de amarre

Cuando los buques se encuentran en puerto es necesario disponer de equipos situados en cubierta del buque para realizar esfuerzos sobre los cabos y ayudar a *entrar* (tirar) de las amarras permitiendo el atraque del buque. Es necesaria destreza y práctica para manejar la maquinaria de atraque, por lo que, en principio, sólo la manipulará la tripulación.

### Amarras

La jarcia de amarre es el conjunto de cabos y cables utilizados en el amarre del buque. Está formada por cables y, principalmente, por cabos de fibras sintéticas de gran mena. Los cabos utilizados suelen ser guindalezas o trenzados de ocho cordones. En el pasado, cuando un buque tenía que estar amarrado por mucho tiempo, se hacía uso de calabrotes de fibra de coco. Las amarras de fibra vegetal están ahora prohibidas como elementos de maniobra. Hoy en día, el material de los cabos es la fibra sintética (polipropileno), lo que producirá gases tóxicos en caso de incendio de las mismas.



Las amarras reciben un nombre característico dependiendo de la forma en que trabajan con relación al buque<sup>15</sup>.

## Molinete

Es una máquina de eje horizontal utilizada para levar anclas y permitir el manejo de los cabos y estachas de amarre. Puede ser accionado por vapor o por medio de un sistema electrohidráulico. El tambor en donde se enrollan los cabos o estachas, si está situado en posición vertical, recibe el nombre de cabrestante.

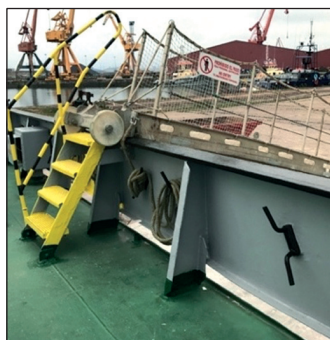
Existen molinetes o chigres automáticos, que mantienen la tensión del cable constante, virando o lascando según se requiera.

## Gateras

Son los orificios reforzados practicados en la amurada, para permitir el paso de los cabos de amarre (estachas). La gatera situada en la proa, se conoce con el nombre de *Gatera Panamá*. Si los orificios disponen de rodillos que facilitan el trabajo de los cabos, se denominan guía-cabos.

## Bitas

Son elementos situados en la cubierta y diseñados para hacer firme los cabos utilizados para el amarre del buque. Generalmente tienen una configuración semejante a dos cilindros paralelos, aunque también se emplean bitas en cruz.



## Cornamusas

Piezas con un diseño especial en forma de “T” situadas en la cubierta, amurada o regala y donde se dan vueltas los cabos o drizas para hacerlos firmes.

<sup>15</sup> Ver “Espacio (cubierta) de maniobra” (Equipos de amarre) en 1.4 *Espacios de los buques*

Los cabos, y sus winches y maquinillas, solamente han de ser manipulados por gente experimentada; es decir por la tripulación del buque<sup>16</sup>.

## Espacio de máquinas

Son todos los espacios de categoría “A”<sup>17</sup>, que contienen las máquinas propulsoras, y los servicios auxiliares: motores auxiliares, calderas, estaciones de toma y tratamiento de combustible, sistema de aire comprimido, sistema de baldeo y contraincendios, sistema de lastre, etcétera. Están aislados acústicamente, y tendrá su propio sistema de ventilación y climatización.

Es el espacio donde se integran aquellos equipos y sistemas utilizados para transformar la energía química estibada a bordo (Fuel Oil, Diesel-oil, GLN, etcétera.) en energía cinética (movimiento de la hélice), energía térmica (calor producido en las calderas) y energía eléctrica (generador de corriente).

Los incendios en los espacios de máquinas se pueden clasificar como incendios de clase B “líquidos inflamables”. En este tipo de espacios, la propagación del incendio se suele realizar de manera muy rápida, ya que normalmente estos fuegos son generados por derrames de combustible. Una de las principales causas es la rotura o desajuste de alguna tubería a presión de combustible o aceite, permitiendo la pulverización del mismo sobre superficies calientes. En consecuencia, la acumulación de calor es rápida y se debe de actuar rápidamente introduciendo las cantidades requeridas del agente extintor adecuado, CO<sub>2</sub>, espuma, agua nebulizada, etcétera., con el fin de minimizar la propagación del incendio y evitar el colapso estructural del espacio de máquinas.

## Sala de máquinas

En la mayoría de los buques la sala de máquinas se sitúa en la popa, normalmente en la vertical de la chimenea. Está limitada a proa y a popa por mamparos estancos y resistentes al fuego, a babor y a estribor por el casco del buque, en su parte inferior por el doble fondo y en la parte superior por varias cubiertas, siendo la superior estanca y resistente al fuego al limitar con el espacio de la habitación.

En cuanto a la propulsión existen diferentes tipos, en los buques crucero cada vez es más común encontrarse de tipo eléctrico, utilizando motores diésel de combustión interna o tur-

<sup>16</sup> Las pautas de seguridad básicas para su manejo se pueden consultar en “Estachas y cabos” en el apartado 4.4 *Riesgos específicos de intervenciones en buques*.

<sup>17</sup> Ver subapartado “Elementos estructurales” de 1.2 *Principales dimensiones y partes de un buque*.

binas de vapor, acoplados a un alternador, para generar corriente eléctrica y alimentar la unidad de propulsión. Otros buques se propulsan mediante turbinas, alimentadas por el vapor producido en las calderas. Actualmente, los fabricantes de motores marinos, con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes de los buques, principalmente los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas y dióxido de carbono, comercializan nuevos motores duales que permiten la operación del motor en modo gas principalmente con GLN (gas natural licuado) o en modo fuel oil o diesel-oil.

Cada buque tendrá su propia distribución de la sala de máquinas, pero por lo general, el motor principal se encuentra en el centro de la sala y alrededor de este, se sitúan los demás equipos distribuidos en diferentes techos o plataformas. Los motores auxiliares, calderas y los diferentes talleres o pañoles, suelen ubicarse en las plataformas más elevadas, próximos al control de máquinas, que es un compartimento generalmente acristalado, aislado térmica y acústicamente. En él se sitúan varias consolas con todo el accionamiento de los equipos propulsores y auxiliares del buque, así como el cuadro eléctrico de distribución principal.

La numeración o el nombre que reciben cada una de las cubiertas en la sala de máquinas, dependerá del buque. Normalmente se suelen enumerar desde la plataforma más profunda, conocida como *plan de la sala de máquinas*, hasta la más alta, que es la que está justo por



debajo de la cubierta principal del buque limitando con la superestructura. El nombre de las cubiertas de un buque en particular, así como los diferentes sistemas de extinción de incendios y rutas de evacuación de los diferentes espacios de máquinas, estarán indicados en el plano de lucha contraincendios del buque.

Los diferentes combustibles utilizados a bordo se almacenan en una serie de tanques almacén, generalmente situados en el doble fondo o en los costados de la sala de máquinas. La cantidad de combustible a bordo va a depender de las características del buque. El combustible es aspirado y trasegado a los tanques de sedimentación o decantación, para finalmente hacerlo pasar por las depuradoras, que se encuentran en un compartimento estanco dentro de la sala de máquinas, protegido con un sistema fijo de extinción de incendios, principalmente de CO<sub>2</sub> o de espuma.

Una vez eliminadas las posibles impurezas del combustible, se descarga en los tanques de servicio diario para ser consumido en los motores y calderas. En la cubierta suelen estar localizados los suspiros de los tanques de combustible con sus respectivas bandejas de recogida de rebose.

Los diferentes combustibles y aceites utilizados en la sala de máquinas se encuentran bajo presión, en caso de producirse una fuga a través de una pequeña sección de paso en cualquier parte del circuito, el combustible saldrá pulverizado, y al encontrarse con una superficie caliente podría inflamarse generando un incendio. Por tanto, el orden y la limpieza continúa en estos lugares es imprescindible y objeto de inspección por parte de las autoridades.

Los requerimientos del Convenio SOLAS sobre este tema son claros: *Siempre que sea posible, las tuberías de combustible se encontrarán muy alejadas de superficies calientes, instalaciones eléctricas u otras fuentes de ignición, y estarán apantalladas o debidamente protegidas por algún otro medio para evitar que se proyecten chorros o fugas de combustible sobre las fuentes de ignición.*

*Toda superficie que esté a una temperatura superior a 220 °C y con la que pueda entrar en contacto el combustible, debido a un fallo del sistema de combustible, se hallará debidamente aislada. (Convenio SOLAS).*

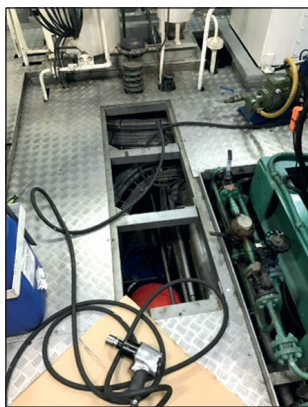
En los motores, con la finalidad de prevenir incendios, las tuberías por donde pasa el combustible a presión y aquellas partes calientes, como el colector de escape, están debidamente aislados. Algunos fabricantes de motores instalan tuberías flexibles de combustible de doble pared para evitar las pulverizaciones.

En la sala máquinas, las líneas van diferenciadas por colores en función del tipo de fluido que transportan, pueden ir pintadas enteras, aunque normalmente se pinta una franja perime-

tral del color correspondiente cada cierta longitud de línea. Además, está indicada la dirección del flujo mediante flechas.

Diesel-oil
Fuel-oil
Agua salada
Agua dulce
Vapor
Aceite
Aire
Sentinas
Contraincendios

Dentro del espacio de máquinas, una de las zonas más peligrosas con la que se van a encontrar los bomberos es la sala de máquinas. Existen diferentes aspectos que favorecen la rápida propagación del fuego en todas las direcciones: el acceso, diferentes tipos de pañoles con productos inflamables, troncos de escaleras diáfanos...



### Tecles

Durante la intervención de los bomberos, las planchas del plan o de las plataformas (tecles), pueden encontrarse, en ocasiones, retiradas debido a tareas de mantenimiento o reparación en la sala de máquinas. La ausencia de las planchas puede constituir un riesgo importante de caída a diferente nivel o atrapamiento para los bomberos. Para evitar estas situaciones, se debe

consultar a la cación si se han estado realizando trabajos en los que fuera necesario retirar alguna plancha.

Por debajo del plan o cubierta más profunda de la sala de máquinas se encuentra la sentina, adonde van a parar





todos aquellos líquidos, procedentes de fugas y derrames de agua, aceites, combustibles, etcétera. De originarse un incendio, por ser una zona de difícil acceso, sería conveniente realizar un ataque ofensivo retirando las planchas para así poder aplicar espuma AFFF a través de ellas.

## Sistema eléctrico

La energía eléctrica que alimenta los diferentes equipos y servicios de a bordo es producida por la planta generadora situada en la sala de máquinas. Los grupos generadores, pueden estar constituidos por un alternador acoplado a motores diésel, turbinas de gas o turbinas de vapor. También se dispone de alternador de cola, acoplado al eje de la hélice del buque, que aprovecha parte de la potencia mecánica producida por el motor principal para generar energía eléctrica.

Por medio de la red de distribución se conecta la planta generadora con el cuadro principal, encargado de suministrar energía a través de las líneas de distribución a los diferentes cuadros que alimentan los servicios y equipos eléctricos de a bordo.



El sistema eléctrico ha de contar con una planta de emergencia, compuesta por el generador de emergencia, situado en un espacio diferente al de la planta generadora. Normalmente este se localiza en una cubierta elevada por encima de la línea de flotación, lo que se encuentra indicado en el plano de lucha contra incendios. El generador de emergencia suministra la energía eléctrica necesaria a los servicios esenciales de seguridad (alimentación de la bomba contra incendios de emergencias, el alumbrado de emergencia, luces de navegación y sistemas de comunicación, etcétera.) en caso de la caída de la planta eléctrica, lo que se conoce como *black-out*.

Las instalaciones eléctricas de los buques pueden utilizar diferentes valores de tensión de distribución dependiendo del tipo de buque. Habitualmente en buques convencionales,

los generadores auxiliares producen unos 400 V. Sin embargo, los buques que requieren una gran carga eléctrica podrían llegar a generar tensiones de hasta 6.600 V, como es el caso de los buques gaseros.

El cableado eléctrico se agrupa sobre bandejas reticuladas que salen desde la máquina y se distribuyen hacia los diferentes espacios por conductos que atraviesan falsos techos. Los cables son de tipo piroresistentes y suelen estar compuestos por una funda exterior de un material termoplástico libre de halógenos que causa una emisión de humo mínima en caso de incendio. Si se produjera un incendio en la máquina, se podría propagar el mismo por el calor generado en los conductos del cableado y afectar a diferentes zonas.

En algunos puertos, debido a la normativa ambiental sobre emisiones contaminantes, los buques atracados han de conectarse a la red eléctrica durante las operaciones de carga, descarga, atraque y demás necesidades. De esta manera, se interrumpe la producción de energía eléctrica a bordo, al dejar de emplear los generadores auxiliares, reduciendo las emisiones contaminantes, la eliminación de los ruidos y vibraciones procedentes de las plantas generadoras de a bordo.

Como norma general, en caso de producirse un incendio lo suficientemente grave, el capitán dará la orden de detener todas las máquinas, evacuar al personal de la sala de máquinas y activar el procedimiento de aplicación del sistema fijo de extinción de incendios. En este momento caerá la planta eléctrica del buque, entrando en funcionamiento el generador de emergencia, que generará la suficiente corriente eléctrica para alimentar los servicios esenciales del buque, entre los que se encuentra la bomba contraincendios de emergencia, y lograr así abastecer de agua los colectores e hidrantes de la red contraincendios.

## Cámaras de bombas

La cámara de bombas es un espacio con un alto riesgo de generar un incendio o explosión, que se habrá de tener en cuenta en el caso de intervenir en un buque tanque, en particular, en los petroleros. En los buques quimiqueros, las bombas de descarga se encuentran dentro de los propios tanques de carga.

La cámara de bombas se encuentra entre la sala de máquinas y los tanques de carga, donde están situadas las bombas de tipo centrífugo que, unidas al sistema de tuberías de los tanques y a los *manifolds* de cubierta, permiten realizar la descarga y el trasvase de la carga del producto transportado.

Los *manifolds* son una serie de válvulas situadas en una plataforma sobre la cubierta principal a ambas bandas y aproximadamente a mitad de la eslora en los buques tanques. A



ellos se conectan las líneas de tierra para efectuar las operaciones de carga y descarga en los buques tanque.

La cámara de bombas dispone de su propio acceso situado a proa de la superestructura en la cubierta principal, su propio sistema de ventilación y también cuenta con su propia lumbrera. Está protegida con un sistema fijo de extinción de incendios, que podrá ser accionado desde un lugar externo a la propia cámara.

Al ser un espacio donde se pueden concentrar gases de hidrocarburos, contará con un sistema de control de la atmósfera, activándose una alarma audible y visible en la propia cámara, alertando al personal que se encuentra en su interior en cualquiera de las siguientes situaciones:

- ~ La concentración de vapores de hidrocarburo es igual o mayor del 10% del límite inferior de inflamabilidad (LII/LEL).
- ~ El contenido de oxígeno en el interior de las cámaras de bombas se encuentra por debajo del 20.8%.

La energía de las bombas procede de motores eléctricos (alta tensión) o turbinas de vapor instaladas en la sala de máquinas, separadas por un mamparo estanco, que es atravesado por los ejes transmisores. De esta manera, se trata de eliminar cualquier energía de activación, evitando cualquier riesgo de incendio o explosión.

En los buques gaseros, el homólogo a la cámara de bombas es el cuarto de compresores, situado en un casetón sobre la cubierta principal. Dentro de este se produce la vaporización forzada de la carga para su posterior combustión en la máquina.

## **1.5. ACCESOS Y APERTURAS DE UN BUQUE**

Además de familiarizarse con los diferentes espacios del buque, los bomberos deben conocer los diferentes tipos de puertas, escalas y escotillones que dan acceso a los diferentes espacios del buque.

Las puertas, básicamente puertas resistentes al fuego y puertas estancas, así como los escotillones están situadas en los mamparos por las diferentes cubiertas del buque. Pueden ser accionadas manual o remotamente, son pesadas y utilizan varios sistemas de apertura que los bomberos deben conocer, ya que, durante una intervención con estrés, humo y ruido, algo tan sencillo como abrir una puerta puede resultar, cuanto menos, confuso.

Por otro lado, los accesos al buque se efectúan a través de diferentes tipos de escalas con unas características que difieren de las escaleras a las que los bomberos están acostumbrados en tierra y, por lo tanto, han de conocerlas antes de intervenir en los diferentes espacios.

### *Portillos*

Son las aberturas que se practican en la superestructura o casco del buque para dar luz y ventilación a los espacios interiores del buque. En los portillos se instalan tapas ciegas de bisagra y dispuestas de tal forma que se puedan cerrar, atornillar y hacer estancas de forma eficiente. En los buques tanque los portillos que den a la zona de la carga serán de tipo fijo y estarán contruidos de modo que se ajusten a las condiciones “A-60”<sup>18</sup>.

### *Ventanillos*

Son las aberturas rectangulares que sirven para dar luz y ventilación a los espacios interiores de la superestructura. También se les conoce como ventanas. Al contrario que los portillos, nunca llevan tapas ciegas. En los buques tanque las ventanas que den a la zona de la carga serán de tipo fijo, no permitiendo su apertura y estarán contruidos de modo que se ajusten a las condiciones “A-60”.

---

<sup>18</sup> Ver subapartado “Elementos estructurales” en el apartado 1.2. *Principales dimensiones y partes de un buque.*

## Puertas

En los buques se puede encontrar diferentes tipos de puertas dependiendo de su emplazamiento o finalidad: puertas estancas, puertas resistentes al fuego, puertas correderas de accionamiento a motor o una combinación de las anteriores.

Las puertas se abrirán, en general, en la dirección de la evacuación, es decir, hacia el exterior, con la excepción de las puertas de los camarotes y las que comunican el espacio de máquinas con la habitación, que podrán abrirse hacia dentro para evitar la obstaculización en los pasillos o causar daño a personas que se encuentren tras ellas.

### Puertas estancas

Son las puertas que cierran las aberturas de mamparos estancos dentro del casco y de la superestructura, estas a su vez también pueden ser puertas resistentes al fuego.

Están diseñadas para abrirse hacia el exterior y son de acero u otro material equivalente. Al ser puertas pesadas, es muy importante que los bomberos estén familiarizados con los diferentes sistemas de apertura haciendo visitas a algunos de los buques atracados en el puerto. La parte inferior de las puertas estancas cuenta con un altillo para evitar el paso de agua de un espacio al otro. Habrá de tenerse en cuenta a la hora de avanzar con las mangueras que suelen engancharse los racores de las mismas. Además, durante los trabajos de extinción de incendios, ventilación, evacuación y rescate, los bomberos van a necesitar mantener abierta una o varias puertas, no pudiendo utilizar sus cuñas. Para salvar esta situación, las puertas estancas y los escotillones por su parte posterior llevan un sistema de retención para asegurarse de que permanecen abiertas ante cualquier movimiento del buque.

Principales sistemas de apertura de puertas estancas:

1. Puertas de tipo bisagra.
2. Puertas de tipo volante.
3. Puertas de corredera de accionamiento a motor.

#### 1. Puertas de tipo bisagra

En el caso de la apertura mediante bisagra, las puertas podrían tener entre dos y ocho trincas, que deben manipularse una a una. Es importante actuar primero sobre las trincas de la zona de la bisagra, manipulando las superiores, luego las inferiores y finalmente las situadas en la parte media.



La operación de apertura debe ser realizada con sumo cuidado, puesto que el aumento de la ventilación producido al abrir la puerta puede cambiar el desarrollo del incendio y producir condiciones de *Flashover* o *Backdraught*. Por otro lado, una apertura sin control podría hacer que la puerta golpee a los bomberos, debido a la fuerza que ejerce la sobrepresión de los gases dentro del espacio al que se pretende acceder.

Existen diferentes tipos de configuraciones en la posición de apertura y cierre. Generalmente, en la zona de cada trinca, en la propia puerta, se pinta una “O” de abierto (*open*) y una “C” de cerrado (*closed*), aunque en algunos buques también se utiliza la “S” para la posición de cerrado (*shut*).

En aquellos casos en que las marcas no ayuden a los bomberos por la mala visibilidad o simplemente por un inadecuado mantenimiento de las mismas, para abrir

la puerta se ha de posicionar el asidero de cada una de las trincas paralelo al marco. Esta regla no se cumple en todos los buques y suele ser excepción en aquellas puertas que tienen trincas situadas tanto en el dintel como en el umbral de la puerta.



Existen algunas puertas de tipo bisagra, que al igual que algunos escotillones pueden llevar una única trinca, es frecuente que para cerrar la trinca se manipule hacia el lado más favorable, es decir hacia abajo, aunque también va a depender del buque.



## 2. Puertas de tipo volante

El sistema de apertura de las puertas que montan varias trincas son lentos en cuanto a su velocidad de apertura o cierre, por lo que se diseñaron puertas con sistema tipo volante, con un único giro de volante se accionan todas las trincas a la vez, reduciendo el tiempo al abrir y al cerrar las puertas. Al igual que las puertas de tipo bisagra, no existe una regla sobre el sentido de giro de apertura o cierre de la puerta, es frecuente que la apertura se realice girando el volante en sentido anti horario en el sentido de la evacuación. Estas puertas deberán llevar pintado las correspondientes marcas de apertura y cierre. La desventaja de este sistema es el incremento del peso de la puerta. Es importante remarcar que el volante de la puerta debe ser girado de forma enérgica, tanto para abrir como para cerrar la puerta.



### 3. Puertas de corredera de accionamiento a motor

Las puertas de corredera de accionamiento a motor pueden ser de movimiento vertical u horizontal. Al igual que las anteriores se utilizan en los buques para evitar inundaciones en caso de existir una vía de agua o para evitar la propagación de incendios. Pueden operarse de forma manual, por medio de una unidad hidráulica manual, o de forma automática. Son características de los buques de pasaje, ubicadas en los mamparos estancos por debajo de la cubierta principal, y de los buques de tipo ferri, instaladas en aquellos mamparos que separan el espacio de carga y el espacio de la habilitación. En algunos buques también se instalan separando las distintas cámaras (cámara de motores auxiliares, cámara de depuradoras, etcétera).



El control de las puertas se realiza desde un panel situado en el puente de gobierno, desde donde se controla y visualiza por medio de luces qué puertas están abiertas o cerradas. Desde dicho panel se permite cerrar las diferentes puertas de corredera con un tiempo de cierre de sesenta segundos como máximo. En algunos buques también es posible efectuar el disparo remoto o cierre hidráulico a distancia desde la estación contraincendios. Además, en el puente de gobierno deberá existir un panel de control desde donde se visualiza si las puertas están abiertas o cerradas. Durante el cierre deberá sonar una alarma entre los cinco y diez segundos antes de que la puerta empiece a cerrarse, y seguirá sonando hasta que se haya cerrado por completo. En zonas destinadas a pasajeros o donde el ruido ambiental sea considerable podrán disponer de una señal visual intermitente en la puerta.



El accionamiento rápido de las mismas puede evitar el avance de incendios hacia otros espacios. Sin embargo, al poder ser accionadas remotamente, pueden poner en riesgo a los bomberos que se encuentra dentro del espacio que protegen estas puertas. Es esencial que, durante las emergencias, se realice el control de este tipo de puertas, permaneciendo efectivos en los puntos donde podrían ser accionadas remotamente, para evitar que los bomberos queden atrapados en el área incendiada.

El accionamiento manual permite abrir y cerrar la puerta desde ambos lados, accionando la palanca de dirección hacia un lado o hacia el otro, moviéndose la puerta en el sentido deseado. La presión hidráulica acumulada servirá para realizar al menos tres carreras completas de la puerta (cerrar-abrir-cerrar). En algunas puertas se instala un acumulador de nitrógeno a presión con volumen suficiente para cumplir con el cometido anterior. El tiempo de cierre no excederá de noventa segundos con el buque adrizado<sup>19</sup>.

En el caso de quedar sin corriente eléctrica, la bomba no producirá presión hidráulica, será necesario bombear manualmente una segunda palanca, y accionar al mismo tiempo la palanca de dirección para que la puerta se desplace en el sentido deseado. Cuando la puerta no se encuentra abierta o cerrada del todo, no se activan los finales de carrera, por lo que sonará una alarma, y se iluminará una señal luminosa.



*Placa de accionamiento manual*

## **Puertas contra incendios**

Las puertas contra incendios ofrecen una resistencia al fuego y al paso del humo equivalente a la de los mamparos donde se sitúan. Por ejemplo, aquellas puertas estancas situadas en los mamparos tipo A-60 (máxima protección) del espacio de máquinas, también deberán ser resistentes al fuego con idéntico nivel de protección. Están construidas de acero u otro material equivalente.

<sup>19</sup> Ver 1.3 Estabilidad.

En los buques de pasaje, en caso de producirse un incendio estas puertas deberían cerrarse automáticamente o permitir su cierre por telemando desde el puesto de control de incendios, donde existirá un indicador que permite saber si la puerta está cerrada o abierta. El puesto de control de las puertas resistentes al fuego normalmente se ubica en la estación contra-incendios o en el mismo puente de gobierno. Cuando se accione la puerta desde el puesto de control, sonará una alarma entre cinco y diez segundos antes de que la puerta empiece a moverse y continuará sonando hasta que la puerta se haya cerrado completamente. La puerta que se haya cerrado por telemando, se podrá volver a abrir desde cualquier lado manualmente, cerrándose automáticamente tras su apertura.

### *Portas de carga*

Son aperturas que se practican en los costados, proa y popa del casco del buque y se utilizan para facilitar el acceso de la carga y descarga de mercancías en las cubiertas o entrepuentes. Son características de los buques de carga rodada.

En los buques con mucho francobordo, se instalan portas más pequeñas en los costados del buque, que permiten el acceso del práctico y demás personal cuando el buque esta en navegación o fondeado.

### *Rampas de acceso*

Son las plataformas de acceso de las portas de carga en aquellos buques que se dedican al transporte de carga rodada.

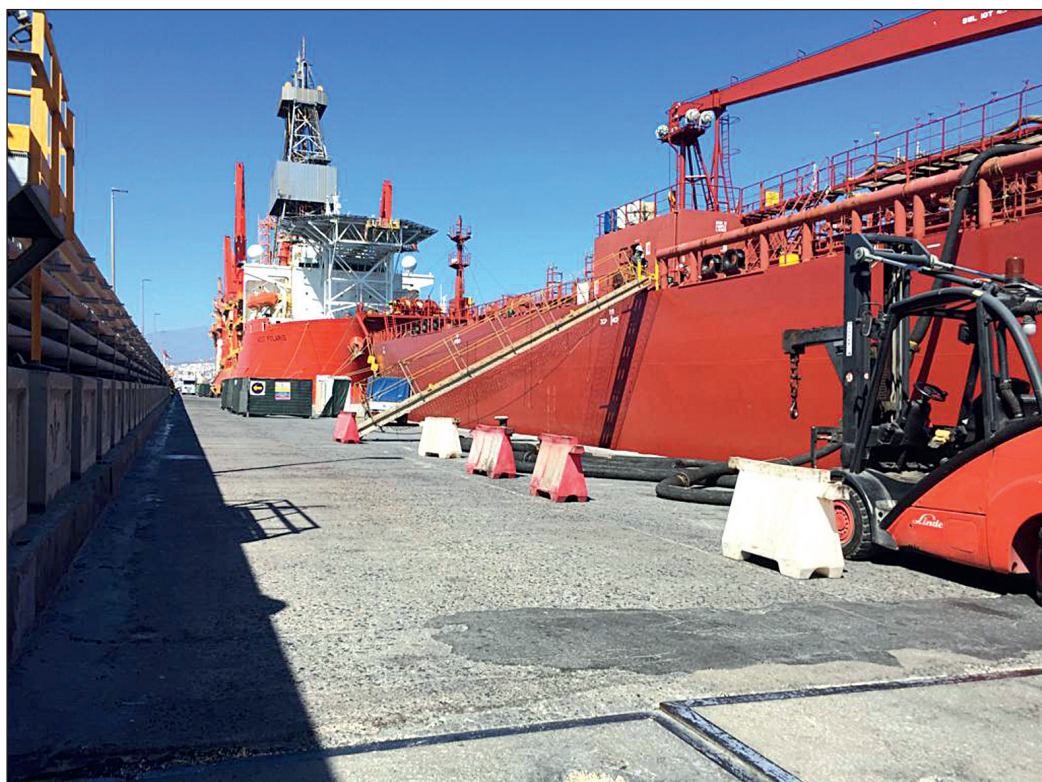
### *Escalas*

En los buques, se le da el nombre genérico de escala a cualquier escalera empleada en dar acceso a las distintas cubiertas, bodegas, tanques, entrepuentes, espacios de máquinas, etcétera, así como a toda escalera móvil empleada para el acceso desde el muelle o desde embarcaciones menores.

A continuación, se describen los principales tipos de escalas que los bomberos se van a encontrar en caso de intervenir en los buques.

## Escala real

Es la escala principal de entrada a bordo de un buque desde el muelle, da acceso directamente a la zona de la superestructura. Puede constar de varios tramos, fácilmente acoplables, para salvar la altura del costado, y arrancan de una meseta abatible situada en el portalón. En su parte baja tiene otra meseta que permanece siempre horizontal, sea cual sea el ángulo de inclinación de la escala. La escala se arría y se vira por medio de un puntal destinado especialmente a este uso, y durante la navegación se estiba en un alojamiento llamado varadero.



## Escala tipo plancha

Es una plataforma de aluminio o acero rugoso antideslizante. En el extremo superior tiene colocados unos ganchos para sujetarla a la tapa de la regala de un costado del buque y en su extremo inferior tiene un rodillo o ruedas, para permitir el libre deslizamiento de la plancha en el muelle según el efecto de la marea o las olas.

## Escalas de los espacios de máquinas y de entrecubiertas

Este tipo de escalas se encuentran por los diferentes espacios del buque. Todas ellas disponen de pasamanos y candeleros, además llevan contrahuella. En algunos espacios, como en la sala de máquinas, poseen bastante inclinación. Los bomberos deben ser cautos a la hora de moverse por ellas, puesto que una caída podría resultar fatal.

Las escalas instaladas por el exterior de la superestructura serán especialmente útiles en aquellos incendios producidos dentro del espacio de la habitación, permitiendo acceder a cualquier cubierta de manera más rápida.

## Escalas de las bodegas de carga

Cada bodega de carga suele llevar dos escalas, una en la proa y otra en la popa, que permiten el acceso hasta el plan.

En el caso de los buques graneleros, una desciende vertical con plataformas y quitamiedos (descansillos) cada 7 metros aproximadamente. La otra suele ser una escala en espiral conocida con el nombre de escala australiana.

Las escalas de las bodegas podrían estar en mal estado debido a los golpes producidos durante las operaciones de carga y descarga. Los bomberos deberán extremar precauciones para evitar accidentes.

## Escalas de los tanques de carga

Al igual que en las bodegas de carga, hay dos escalas por tanque de carga, en proa y popa. Una desciende vertical con sus respectivos descansillos, mientras que la otra desciende en varios tramos bastante inclinados y sin contrahuella siendo este tipo de escala similar a la de los espacios de máquinas.

## Escalas de evacuación

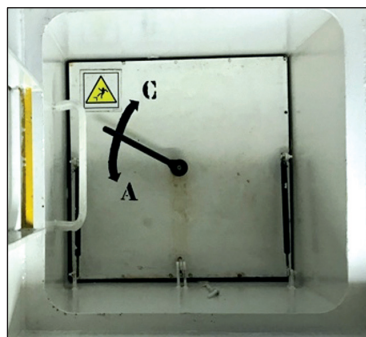
Son las escalas utilizadas principalmente en las vías de evacuación secundarias de los espacios de máquinas, suelen alcanzar grandes alturas y acaban en escotillones que dan salida directa al exterior.

## Escala de práctico

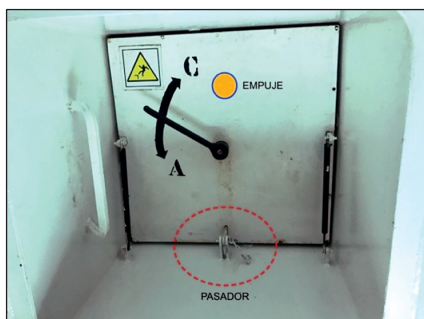
Es la escala utilizada para el acceso de los prácticos al buque desde una embarcación menor. Consiste en dos cabos y peldaños de madera con sección rectangular, cada ocho peldaños cortos hay un travesaño con el fin de que la escala no tome vueltas sobre sí misma.

## Escotillones

Los escotillones son escotillas de reducidas dimensiones de forma cuadrada o circular, con un sistema de cierre estanco, permitiendo la entrada o salida de personas a las bodegas, tanques o demás espacios del buque. Existen varios sistemas, tipo palomilla, volante o bisagra.



El sistema de *cierre de palomilla* tiene el inconveniente de no permitir la apertura del escotillón desde el interior del espacio al que da acceso, por lo que no está permitido su uso en las salidas de evacuación. Con el *sistema de volante*, para realizar la apertura será necesario girar el volante enérgicamente con las dos manos hacia la izquierda en el sentido de la evacuación, hasta hacer tope y empujar con fuerza. Para abrir un escotillón con *sistema de*



*accionamiento de bisagra*, es necesario situar la palanca en posición de apertura y empujar el escotillón con una mano mientras que con la otra debemos sujetarnos al último peldaño de la escala.

Las salidas de emergencia suelen tener un pasador, para evitar que personas ajenas accedan a los buques cuando estos se encuentran atracados en puerto, si están colocados será necesario quitarlos para poder acceder al exterior.

Estas salidas alcanzan alturas importantes, por lo que se recomienda asegurarse en uno de los últimos peldaños de la escala y realizar de forma segura la apertura del escotillón.

## 1.6. SISTEMAS DE VENTILACIÓN

Los buques disponen de sistemas de ventilación forzada mediante ventiladores, extractores y, en su caso, de climatizadoras, con el objetivo de hacer circular el aire de los diferentes espacios (habilitación, carga y máquinas) y suministrar aire de calidad. De esta forma se mejoran las condiciones de confort de la tripulación y pasajeros y se garantiza la calidad de los bienes transportados, al evitar la formación de humedades, reducir el calor y eliminar los gases peligrosos generados por la carga.

La extracción y la ventilación, como norma general, funcionan simultáneamente, pero también existe la posibilidad de que su funcionamiento se realice de forma independiente. En determinados espacios, como la sala de máquinas, se instalan ventiladores con la función de trabajar como extractor de humos en caso de incendio. Por lo que, durante un incendio, cabe la posibilidad de mantener la extracción, mientras la ventilación (aporte de aire) al espacio incendiado está parada, lo que podría ayudar a eliminar gran cantidad de gases de combustión y reducir la carga de calor en el interior. Sin embargo, este procedimiento podría favorecer la propagación del incendio a través de los conductos de las salidas de ventilación.



Además, las altas temperaturas que presentan los gases de combustión probablemente acabarían deteriorando los extractores y propagando el fuego a los compartimentos adyacentes.

Tanto en la cubierta como en el exterior de la superestructura, se encuentran los hongos de ventilación. Son los conductos verticales para la aireación y ventilación de los diferentes espacios, en cuyo extremo se monta un elemento de cierre con forma de caperuza. En el interior del conducto hay un ventilador mecánico que introducirá aire o lo sacará según convenga.

En las salidas y entradas de los conductos de aireación, se instalan rejillas, algunas son regulables permitiendo así aumentar o disminuir el caudal de aire, e incorporan tapas para cerrar por completo el flujo de aire y dispositivos de cierre de la ventilación.

La ventilación o respiración de los tanques de carga en los buques tanque (petroleros, gaseeros y quimiqueros) se lleva a cabo mediante sistemas de respiración controlada. Cada tanque de carga está provisto de válvulas aliviadoras de presión y vacío (válvulas PV), que limitan la presión o el vacío dentro de los tanques de carga. Se distribuyen de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de acumulación de vapor de la carga en las cubiertas. Evitando así la entrada de vapores de gas a través de admisiones de aire o de las aberturas más próximas que den a espacios de la habilitación o espacios de máquinas y, tratándose de vapores inflamables, en cualquier espacio en que haya fuentes de ignición.

### Válvulas de mariposa contraincendios

Estas válvulas, situadas en los conductos de ventilación y tomas de aire de los diferentes espacios, tienen como misión cerrar las aberturas de ventilación en caso de incendio y así impedir el paso de calor y humo a través de estos conductos. En los buques son conocidas con el nombre de *Fire dampers*.

Consisten en una o varias láminas de metal (acero galvanizado o acero inoxidable) situadas dentro del conducto de aire y conectadas a una palanca que permite la apertura o cierre manual. Cada compuerta debe tener una indicación visible para mostrar si está abierta o cerrada. El lugar desde la cual se opera cualquier válvula de mariposa contraincendios, debe ser fácilmente accesible y marcada en color rojo. Algunas válvulas pueden ser accionadas remotamente, a la vez que también existen válvulas completamente automáticas, cerrándose cuando las temperaturas de los gases o humos en el conducto alcanzan unas temperaturas determinadas. Estos modelos deben poder ser anulados manualmente.

Además de estas válvulas, los buques también cuentan con numerosos dispositivos de cierres de aberturas de la ventilación y con dispositivos para la parada a distancia de la ventilación de los diferentes espacios.

## 1.7. SEÑALES EN EL BUQUE

### Señales de Alarma

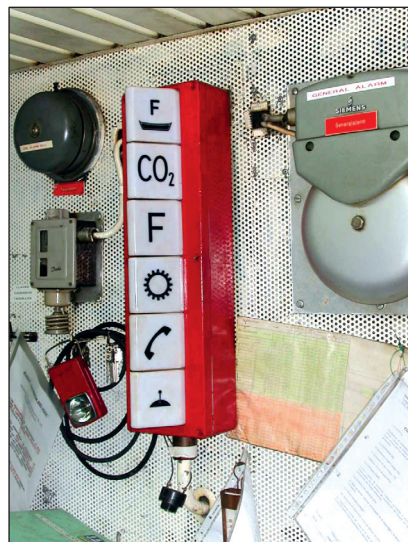
Una vez que cada tripulante conoce exactamente el puesto y los deberes que le corresponden en las emergencias, deberá ponerlo en práctica cuando se activen las señales de alarma.

Todos los tripulantes deben conocer y diferenciar sin ninguna duda, cada una de las señales de alarma: abandono del buque, incendio, hombre al agua y peligro. Del mismo modo, deberán diferenciar entre la señal de emergencia real y la señal de realización de un ejercicio.

Un sistema de alarma indica mediante una señal acústica-visible una condición que exige atención. Las alarmas de emergencia son las que indican que existe un peligro inmediato para la vida humana o para el buque y su maquinaria y exige que se tomen medidas inmediatamente. Las siguientes están clasificadas como alarmas de emergencia:

#### Alarma general de emergencia

El *Código Internacional de Dispositivos de Salvamento*<sup>20</sup>, define y concreta la señal de “Alarma General” en los buques, que está constituida por siete o más pitadas cortas, seguidas de una pitada larga, del tífón del buque. El sistema podrá ser accionado desde el puente de navegación y, exceptuado el silbato del buque, también desde otros puntos estratégicos. Las señales serán audibles en todos los espacios de alojamiento y en aquellos en que normalmente trabaje la tripulación.



#### Alarma de Incendio

Sonido prolongado producido por la bocina del buque y por el timbre general de alarma, no menor de 10 segundos de duración (o señal de igual duración compuesta por sonidos cortos y repetitivos).

<sup>20</sup> Código IDS.



Cualquier tripulante que descubra un incendio deberá comunicarlo inmediatamente al Puente y seguidamente ocupará su puesto según el *Cuadro de obligaciones y consignas*<sup>21</sup>.

## Alarma de Hombre al agua

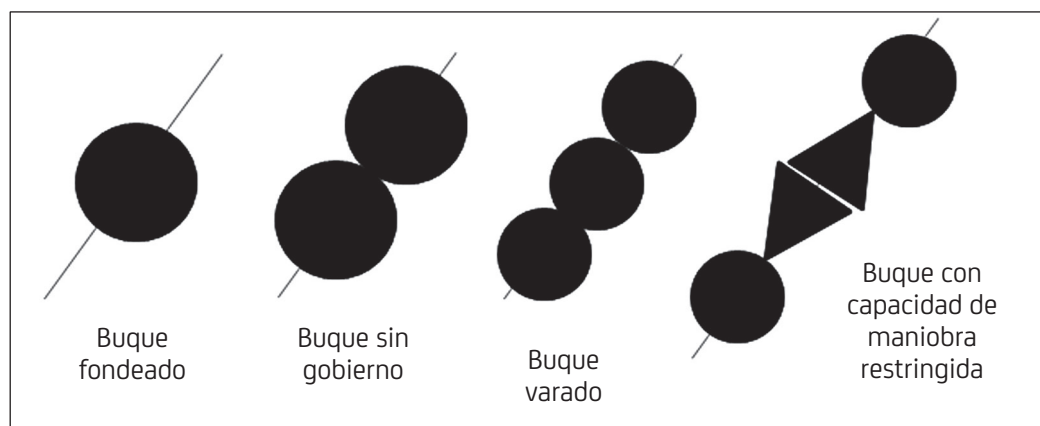
Cuando un tripulante vea caer un hombre al agua, gritará enérgicamente «*hombre al agua*», y lo comunicará, a la mayor brevedad posible al Puente, indicando si es por babor o por estribor, arrojando asimismo un aro salvavidas.

Esta alarma consta de una sucesión de tres pitadas largas repetidas durante intervalos de 15 segundos.

También podremos encontrar alarmas locales como la *alarma de descarga de agente extintor* de incendios que sonará en la máquina durante al menos 20 segundos antes de que comience la descarga. Asimismo, existe también la alarma por cierre de puertas estancas de corredera de accionamiento a motor o hidráulico.

## Marcas diurnas de buque

El *Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes*<sup>22</sup> (RIPA) establece marcas diurnas, luces y banderas para dar información de los buques.

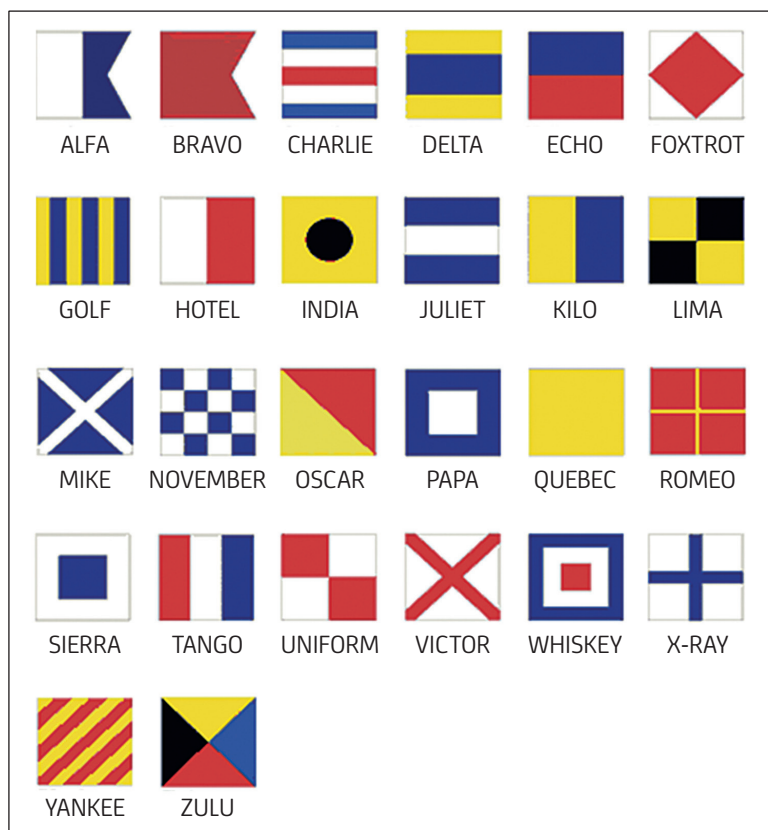


*Ejemplos de marcas diurnas*

<sup>21</sup> Ver apartado 1.9 *Tripulación*.

<sup>22</sup> *Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la mar*, 1972 enmendado.

Nos interesa especialmente el *Código Internacional de Señales* compuesto por banderas que tienen diferentes significados. Cada señal o bandera nos da una información diferente. Especialmente interesante para este manual es la bandera “Bravo” que nos informa de que el buque transporta mercancías peligrosas.



*Código Internacional de Señales*<sup>23</sup>

### *Señalización de seguridad y conrainscendios de los buques*

A bordo de los buques nos encontraremos con señalización de seguridad de color verde para guiar a tripulantes y pasajeros a puntos de reunión, para señalar la ubicación de botes o balsas salvavidas y en general, para facilitar información sobre aspectos relacionados con la seguridad de a bordo.

<sup>23</sup> La imagen no es un listado exhaustivo de las diferentes señales del Código.

Por otro lado, la señalización en relación con la prevención y lucha contra incendios muestra los elementos en color rojo.

## 1.8. CONCEPTOS RELACIONADOS CON METEOROLOGÍA

El **viento** *siempre* se denomina según su procedencia, no su rumbo.

~ *Barlovento*: Parte por donde viene o se recibe el viento.

~ *Sotavento*: Parte hacia donde se dirige el viento.

A bordo de un barco, a no ser que se reciba el viento por la proa o la popa, se habla de banda de barlovento y de sotavento. Entre dos barcos se dice que está a barlovento aquel que está más cerca de la región por la que viene el viento.

La intensidad del viento es la fuerza con la que sopla. En los partes meteorológicos se puede expresar o bien mediante la fuerza esperada según la escala *Beaufort* o mediante su velocidad esperada. En los mapas de previsión se presenta el viento mediante una flecha que indica su dirección y la fuerza o velocidad es indicada mediante líneas cortas a modo de barbas en el extremo de la flecha; cada línea indica 10 nudos de velocidad, y media línea indica 5 nudos.

El viento puede convertirse en una dificultad más a la hora de intervenir a bordo, no sólo por el control del incendio sino a la hora de mantener un buque atracado al muelle. Habría que considerar como opción cambiar el buque de posición como parte de la estrategia para que el viento nos sea favorable en las tareas de ventilación y extinción.

Las **nieblas** pueden clasificarse según la visibilidad que tengamos:

~ Niebla muy espesa inferior a 50 m.

~ Niebla espesa entre 50 y 200 m.

~ Niebla regular entre 200 y 500 m.

~ Niebla moderada entre 500 y 1000 m.

~ Neblina entre 1 y 2 km.

~ Bruma entre 2 y 10 km.

Las **mareas** las debemos tener en cuenta siempre que nos encontremos en una zona en la que supongan un descenso o ascenso considerable del nivel del mar. En determinados lugares de nuestro país, concretamente en las zonas bañadas por el mar Mediterráneo, puede depreciarse este agente. Sin embargo, en las costas cantábricas o atlánticas, la marea puede suponer un serio problema a la hora de acceder a un buque.

La autoescala de un camión de bomberos puede llegar a una zona de embarque en un determinado momento y unas horas después, por causa de la pleamar, podría ser insuficiente para alcanzar dicha zona.

Las mareas son variaciones de alturas periódicas que tiene el nivel del mar, provocadas por la fuerza centrífuga debida a la rotación de la Tierra y a la fuerza de gravedad entre la Tierra y la Luna principalmente. Se producen dos subidas del nivel del agua y dos bajadas por día. Cuando se alcanza la máxima altura, se llama pleamar o marea alta y cuando alcanza el mínimo, se dice marea baja o bajamar.

## **1.9. TRIPULACIÓN**

La tripulación mínima es la dotación mínima que debe llevar un buque o embarcación. Está establecida en un documento emitido por la Administración Marítima llamado “*Resolución de Tripulación Mínima*” o “*Minimun Safe Manning Certificate*”. En cualquier caso, la figura que no va a faltar es la del patrón o capitán, a partir de ahí se va incrementando según las características del buque y su actividad. Los cargos a bordo de los buques podrían ser los siguientes:

- **CAPITÁN**
- **JEFE DE MÁQUINAS**
- **OFICIALES DE CUBIERTA**
- **OFICIALES DE MÁQUINAS**
- **ALUMNOS DE PUENTE Y MÁQUINAS**
- **CONTRAMAESTRE**
- **MARINEROS**
- **ENGRASADOR**
- **BOMBERO (RESPONSABLE DE LAS BOMBAS)**
- **ELECTRICISTA**
- **CALDERETERO**
- **MECAMAR**
- **COCINERO**
- **MARMITÓN**

## Cuadro de obligaciones y consignas

El *cuadro de obligaciones y consignas* es un conjunto de instrucciones que abarca todos los tipos de emergencia (incendio, peligro, abandono y hombre al agua) en los que se requiera la intervención de la tripulación para gestionarla coordinadamente.

Está regulado en el *Convenio SOLAS* (Capítulo III, Reglas 8 y 37). En el mismo se dan instrucciones claras en cada tipo de emergencia, así como los sustitutos de las personas clave. Debe estar bien visible en el puente, la sala de máquinas y espacios de alojamiento de la tripulación. Los cometidos que incluyen son los siguientes: el cierre de las puertas estancas, puertas contraincendios, válvulas, imbornales, portillos, lumbreras, portillos de luz y otras aberturas análogas del buque, la colocación del equipo en las embarcaciones de supervivencia y demás dispositivos de salvamento, la preparación y la puesta a flote de las embarcaciones de supervivencia, la preparación general de los otros dispositivos de salvamento, la tarea de reunir a los pasajeros, el empleo del equipo de comunicaciones, la composición de las cuadrillas de lucha contraincendios, los cometidos especiales señalados en relación con la utilización del equipo y de las instalaciones contraincendios.

Habrà de tenerse en cuenta que si se lleva a cabo una intervención en un buque en *lay-up*<sup>24</sup> es probable que no se encuentren a bordo todos los actores del cuadro.

## Formación de la tripulación a bordo

Reciben el nombre de “ejercicios” las practicas realizadas a bordo que simulan un tipo de emergencia y que tienen por objeto adiestrar a todos los tripulantes para que, llegado el momento de un caso real, su respuesta sea lo más eficiente posible.

Es necesario que estos ejercicios se realicen con cierta frecuencia a modo de instrucción dentro del esquema de formación habitual. El *Convenio SOLAS* marca las directrices para la formación y ejercicios periódicos relativos al abandono del buque y la lucha contraincendios. “*Todo tripulante participará al menos en un ejercicio de abandono del buque y un ejercicio de lucha contraincendios todos los meses*” (...) “*En los buques de pasaje se realizará una vez por semana un ejercicio de abandono del buque y un ejercicio de lucha contraincendios...*”

<sup>24</sup> *Lay-up*: Situación de parada permanente de un buque en puerto. Suele llevar aparejada disminución de tripulación e inoperatividad de sistemas.

## 1.10. MERCANCÍAS PELIGROSAS A BORDO DE LOS BUQUES

La *Organización Marítima Internacional* (OMI) reglamenta a través del *Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas* (Código IMDG) el transporte de mercancías peligrosas a fin de evitar, en todo lo posible, que las mercancías peligrosas ocasionen accidentes que produzcan víctimas o daños en el medio ambiente, en los medios de transporte utilizados o en otros bienes.

Se entiende como *mercancía peligrosa* las sustancias, materias y objetos que pueden suponer una amenaza para las personas, los bienes o el medio ambiente.

Actualmente, las reglas, reglamentos y directrices que la Organización Marítima Internacional (OMI) ha formulado son aceptadas y aplicadas por casi la totalidad de la flota mundial.

Por otro lado, *Convenio Internacional sobre Prevención de la Contaminación producida desde Buques de 1973*<sup>25</sup>, en su anexo III, trata las disposiciones obligatorias para la prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos.

### *Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas (Código IMDG)*

El *Código Internacional Marítimo de Mercancías Peligrosas* (Código IMDG) es la publicación de la OMI que regula todas las disposiciones aplicables al transporte de mercancías peligrosas por vía marítima, para conseguir un transporte seguro de las mismas. Es análogo al *ADR* en carreteras y al *RID* en ferrocarriles. Estas disposiciones van desde la distancia mínima horizontal a otro tipo de mercancías hasta las medidas para evitar que en caso de escape de gases se puedan ver comprometidos espacios de habilitación. También tiene en cuenta este Código las distancias que deben tener determinadas sustancias de las bocas contraincendios.

Este código requiere ciertas condiciones que han de seguirse siempre que las mercancías peligrosas son transportadas por mar. Estas exigen que las mercancías peligrosas estén correctamente:

1. Clasificadas e identificadas.
2. Embaladas.
3. Marcadas, etiquetadas y rotuladas.
4. Documentadas.
5. Localizadas a bordo del buque.
6. Separadas de otras mercancías con los que puedan reaccionar peligrosamente.

<sup>25</sup> Convenio MARPOL.

El Código está compuesto por *dos volúmenes y un suplemento*:

En el primer volumen se definen la clasificación de las mercancías peligrosas, las disposiciones relativas al embalaje/ensado y a las cisternas; procedimientos relativos a la remesa, disposiciones relativas a la construcción y el ensayo de embalajes, envases y recipiente a presión y disposiciones relativas a las operaciones de transporte (estiba y segregación).

En el segundo volumen se define la lista de mercancías peligrosas, disposiciones especiales y excepciones. El apéndice A con la lista de nombres de expedición genéricos y de designaciones correspondientes a grupos de sustancias y objetos no especificados en otra parte; y el apéndice B con la lista de definiciones.

En el suplemento del código IMDG se recogen los procedimientos de intervención de emergencia (las fichas *FEm*); Una guía de primeros auxilios (*GPA*), en caso de accidente relacionado con mercancías peligrosas, ofrece información sobre la forma en que deben tratarse las lesiones provocadas por este tipo de accidentes: procedimientos de notificación, arrumazón de la carga, utilización de plaguicidas en buques, transporte de materias nucleares, etc.

Por otro lado, el **Real Decreto 145/1989**, por el que se aprueba el *Reglamento Nacional de admisión, manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas en los puertos*, establece la obligatoriedad de documentación para cada unidad de transporte (declaración, certificado de estiba, instrucciones para el conductor, autorización para realizar el transporte en su caso...). Esto significa que cualquier mercancía considerada como peligrosa en el Código IMDG, para ser embarcada en un buque, deberá estar previamente declarada y se estibarán en un lugar adecuado de conformidad con su categoría de estiba y prescripciones de aplicación.

En cualquier caso, no todos los buques pueden transportar cualquier sustancia peligrosa. Los buques destinados a llevar carga o una combinación de carga y pasajeros, cuentan con un "*Certificado de Aptitud de Mercancías Peligrosas*" expedido por la Autoridad Marítima en el que se detalla qué clases de mercancías peligrosas puede transportar y en qué condiciones.

## *Clasificación de las mercancías peligrosas*

El código IMDG, buscando una forma segura de manipular y transportar las mercancías peligrosas, las ha clasificado según sus características y el peligro potencial que entrañan.

El sistema de clasificación empleado ha servido de base para la elaboración de la mayoría de las regulaciones internacionales y nacionales, como en los reglamentos ADR y RID. En las etiquetas y en las marcas colocadas en los bultos se incluye una advertencia sobre los riesgos generales que presentan.

Debido a su importancia, se facilita a continuación la clasificación de las mercancías peligrosas con indicación de las etiquetas que deben llevar los bultos que las contengan:

### CLASE 1 - Explosivos



- División 1.1. Sustancias y objetos con riesgo de explosión de toda la masa.
- División 1.2. Sustancias y objetos con riesgo de proyección, pero no de explosión de toda la masa.
- División 1.3. Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo de que se produzcan pequeños efectos de onda de choque o de proyección, o ambos efectos, pero no un riesgo de explosión de toda la masa.
- División 1.4. Sustancias y objetos que no presentan ningún riesgo considerable.
- División 1.5. Sustancias muy insensibles que presentan un riesgo de explosión de toda la masa.
- División 1.6. Objetos sumamente insensibles que no presentan riesgo de explosión de toda la masa.

### CLASE 2 - Gases

- Clase 2.1. Gases inflamables



- Clase 2.2. Gases no inflamables, no tóxicos.



- Clase 2.3. Gases tóxicos



### CLASE 3 - Líquidos inflamables



### CLASE 4 - Sólidos inflamables



- Clase 4.1. Sólidos inflamables; sustancias que reaccionan espontáneamente y explosivos insensibilizados.



- Clase 4.2. Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea.



- Clase 4.3. Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.



**CLASE 5 - Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos**

- Clase 5.1. Sustancias comburentes.



- Clase 5.2. Peróxidos orgánicos.



**CLASE 6 - Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas**



- Clase 6.1. Sustancias tóxicas.
- Clase 6.2. Sustancias infecciosas.



**CLASE 7 - Sustancias radiactivas**



**CLASE 8 - Sustancias corrosivas**



## CLASE 9 - Sustancias y objetos peligrosos varios



Sustancias peligrosas diversas que no pueden incluirse en ninguna de las otras ocho clases, por el hecho de que presentan un riesgo particular que no es cubierto apropiadamente por las disposiciones referentes a las otras clases.

Además de la anterior clasificación, las mercancías peligrosas pueden ser consideradas “Contaminantes del mar” en el Código IMDG debido a su posible bioacumulación en los alimentos de origen marino o por su toxicidad.



### Identificación de las mercancías peligrosas

La estructura de la lista de mercancías peligrosas que figura en la parte 3 del capítulo 3.2 del Código IMDG contiene, entre otra información, los nombres de expedición, los números ONU, riesgo o riesgos secundarios, además de los números de las fichas FEm.

Es imprescindible identificar las mercancías peligrosas relacionadas con el incendio a fin de consultar las fichas FEm. Estas fichas agrupan las sustancias, materias y artículos que figuran en cada una de las clases del código IMDG, recomiendan el equipo especial que debe llevarse y los procedimientos a seguir en caso de emergencia.

A cada una de las mercancías peligrosas se le asigna un número de identificación de cuatro dígitos precedido de las letras “ONU”, mediante el cual será posible consultar la Ficha FEm.

Disponer de una información preparada con antelación permitirá a los bomberos conocer el procedimiento de emergencia que podría ser requerido. Los buques que transporten mercancías peligrosas deberán tener izada durante el día la bandera «B» (bandera de color rojo) del Código Internacional de Señales y durante la noche, en un lugar visible en todo el horizonte, una luz roja de un alcance mínimo de tres millas, situada por encima de las demás luces de a bordo.

Además, la identificación de las *Fichas de emergencia (FEm)* debe estar incluida en el Manifiesto de mercancías peligrosas y en el Plano de estiba, los cuales están concretados

en la Regla 5 del Capítulo VII del *Convenio SOLAS*. De este modo, las recomendaciones contra incendios que se proporcionan en las *FEm*, podrán utilizarse directamente consultando la información de estiba, sin que la labor de identificar y determinar dónde va estibada la carga pertinente demande un tiempo considerable.

El documento básico en el que figuran los datos requeridos por las autoridades públicas referentes a las mercancías peligrosas, es el Manifiesto de mercancías peligrosas. En dicho documento, entre la información exigida por las autoridades públicas, deben figurar los siguientes datos:

1. Número ONU
2. Nombre de expedición correcto
3. Número de identificación del contenedor
4. Grupo de embalaje/envase, número y tipo de bultos
5. Riesgos secundarios, punto de inflamación (en grados centígrados)
6. Condición de contaminante marino
7. Masa en (Kg) bruta y neta
8. FEm
9. Posición de la estiba a bordo e información adicional

## 1.11. TERMINALES PORTUARIAS

Es esencial que quede clara la diferencia entre dos conceptos muy básicos: atraque y fondeo.

Un buque está **atracado** cuando se encuentra amarrado al muelle por medio de cabos.

Un buque está **fondeado** cuando se encuentra anclado al fondo marino.

Si junto a un buque atracado en puerto disponemos otro buque amarrado al primero por la banda de la mar, decimos que se ha abarloado.

**Terminales de contenedores:** Aunque la idea de contenerizar la carga vino de la unificación de medidas para agilizar la estiba, podemos encontrar todo tipo de contenedores diferentes y varias medidas (20, 40 y 45 pies de largo, de ancho 8 pies y de alto por lo general 8.5 pies). El material más habitual de fabricación de los contenedores es el acero, pero podemos encontrar también madera y fibra de vidrio. Por lo general, el suelo está forrado de madera para poder clavar la carga al mismo. Los principales tipos de contenedores son los estándar, los *reefers* (con aislamiento de espuma de poliuretano), *open top*, *flat rack* (para

vehículos o maquinaria voluminosa trincados con cuñas y cadenas), *open side*, *cisterna*, *flexi tank* (con su *flexibag* de un solo uso). La identificación de los contenedores viene dada por un código de 4 letras y 7 números. Las tres primeras letras identifican al propietario, la última se refiere al tipo de contenedor. Los 6 primeros números son verificados por un último dígito verificador.

Los contenedores se apilan en las terminales y a bordo de los buques acoplándose unos a otros por medio de los *twist-locks* en sus esquinas, llamadas *cantoneras*. Los *twist-locks* son dispositivos de acero que se encajan en las cantoneras instaladas en las esquinas de los contenedores. Para asegurar el anclaje, se gira la cabeza del *twist-lock* manualmente por medio de una palanca.

Dentro de un contenedor, además de la carga que transporte y de la madera del suelo nos podemos encontrar mucho material de embalaje y sujeción para evitar el corrimiento de carga. Estos materiales pueden ser: tablonos o listones de madera, serrín, redes, bolsas de espuma o de aire, etcétera.

Antes de actuar sobre un contenedor debemos estar seguros de su contenido y tener en cuenta el contenido de los contenedores adyacentes. Los contenedores que transporten mercancías peligrosas deben estar señalizados con las marcas del Código IMDG<sup>26</sup>.

**Terminales de Carga a granel:** Se opera con todo tipo de graneles. Debemos prestar especial atención a los materiales que al humedecerse generan calor hasta la autoignición, como el carbón. También existen materiales que aumentan de volumen al entrar en contacto con el agua.

**Terminales Ro-Ro:** Se trata de terminales de carga rodada en las que nos encontraremos un flujo constante de cabezas tractoras y vehículos en general. En este tipo de terminal es conveniente hacer uso de chaleco reflectante.

Terminales con **toma de combustibles** o surtidor para pequeñas embarcaciones. Los buques pueden *hacer combustible* (repostar) desde una gabarra (búnker) o desde cisternas o cubas de suministro.

En **astilleros y diques secos** existe un gran peligro de incendio por trabajos en caliente, tripulaciones incompletas, sistemas de alarma o contraincendios inoperativos, posibles aberturas en mamparos o cubiertas, troncos de escalera inutilizados, puertas estancas aseguradas para impedir que se cierren, equipos fuera de servicio, materiales obstaculizando pasillos o accesos, etcétera.

<sup>26</sup> Ver apartado 1.10 "Mercancías Peligrosas a bordo de buques".



## 2. DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO. SUPERVIVENCIA EN LA MAR.

Los distintos elementos y medios de salvamento que actualmente se utilizan en los buques pueden clasificarse en dos grandes grupos; los destinados al uso individual y los destinados al uso colectivo. El *Código IDS* regula los requisitos que deben cumplir los dispositivos de salvamento y el *Convenio SOLAS* nos indica qué tipo de dispositivos debe estar disponible en cada buque.

### 2.1. DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO DE USO INDIVIDUAL

Procuran la flotabilidad del usuario y algunos de ellos pueden ayudar a prevenir la hipotermia.

#### *Aros salvavidas*

Deben llevar una guirnalda sujeta en cuatro puntos de la circunferencia exterior y llevarán inscrito el nombre del buque y el puerto de matrícula. Además, en algún caso, nos encontraremos aros acompañados de luz de encendido automático, bote de humo y un cabo de longitud variable.

Los aros salvavidas pueden ser de gran ayuda si un compañero cae al agua. Además de dar la señal de “hombre al agua” a viva voz y si es posible por VHF, siempre será conveniente lanzar un aro salvavidas y mantener contacto visual e incluso señalar la posición del compañero en el agua. *Siempre debe quedar al menos una persona mirándolo fijamente.* Las señales OMI nos indicarán dónde encontrar aros salvavidas. Ningún aro puede estar amarrado o fijado a la estructura del barco, la suelta del mismo debería ser fácil.

#### *Chalecos salvavidas*

Los chalecos salvavidas pueden ser de dos tipos; de flotabilidad permanente o inflables.

Los chalecos salvavidas para adultos están fabricados de modo que después de una demostración, todas las



personas deberían poder ponérselos correctamente en un minuto como máximo sin ayuda. Asimismo, las personas que los lleven puestos deben poder saltar al agua desde una altura de 4,5 m sin sufrir lesiones y sin que los chalecos o sus accesorios se descoloquen o sufran daños.

### *Trajes de inmersión y protección contra la intemperie*

Están diseñados para que los usuarios puedan subir o bajar por escaleras verticales y saltar al agua desde una altura de 4,5 metros sin sufrir lesiones.

### *Ayudas térmicas*

Se fabrican con material impermeable y están confeccionadas de tal modo que, cuando se haga uso de ellas para envolver a una persona, reduzcan la pérdida de calor que por convección y por evaporación pueda sufrir su cuerpo.

## **2.2. MEDIOS DE SALVAMENTO DE USO COLECTIVO**

Los dispositivos colectivos de salvamento están destinados a cumplir una doble finalidad: El rescate de las personas que puedan caer al mar durante la navegación normal del buque y el salvamento en caso de tener que abandonar el buque. En general, las embarcaciones de supervivencia deben estar diseñadas para que sólo dos tripulantes las puedan poner a flote en 5 minutos como máximo, incluso con asientos del buque de hasta 10° y escoras de no menos de 20° a una u otra banda.

### *Balsas salvavidas*

Son embarcaciones de supervivencia con capacidad de transporte superior a 6 personas y que actualmente, en grandes buques llegan a 80, 100 o incluso 150 plazas. Carecen de sistemas de propulsión y de gobierno. Existen dos tipos de balsas salvavidas: rígidas e inflables. Y las encontraremos en un contenedor que las aísla de las inclemencias del tiempo, chispas, roedores y posibles golpes a bordo.

## *Botes salvavidas*

Son embarcaciones provistas de cajas estancas para aumentar su flotabilidad y para que resulten insubmersibles. El interior de las cajas estancas está relleno de material flotante resistente a la corrosión y a los hidrocarburos o sus derivados. Están provistos de remos y un motor diésel.

## *Botes de rescate*

Son botes proyectados para salvar a personas en peligro, remolcar y reunir embarcaciones de supervivencia. Podemos encontrar botes rígidos o inflables. Su resistencia debe ser la suficiente para que puedan ser arriados al agua con su asignación completa de personas y equipo y para ponerlos a flote y remolcarlos cuando el buque lleve una velocidad de 5 nudos en aguas tranquilas.

## *Sistemas de evacuación marina.*

Un sistema de evacuación marina (MES) es un dispositivo colectivo de salvamento que se encuentra en muchos buques de pasajeros modernos. Consiste en un tobogán inflable (*Slider*) o manga de evacuación (*Chute*), por donde los pasajeros abandonan el buque directamente a las balsas salvavidas.

Los MES son habituales en los buques de alta velocidad, donde los tiempos de evacuación se deben mantener en valores mínimos, aunque también los podemos encontrar en buques tradicionales.

## **2.3. SUPERVIVENCIA EN LA MAR**

Se define el término supervivencia como la conservación de la vida. Si nos encontramos a bordo de un buque y percibimos un riesgo inminente sin posibilidad de desembarcar con garantías de seguridad, bien porque no estemos en puerto o bien porque los lugares de desembarque han quedado inaccesibles por el fuego u otra circunstancia, debemos tener muy en cuenta lo siguiente:



## ¿Cuándo abandonar<sup>27</sup> el buque?

El único momento en que el abandono del buque es una buena idea es cuando la mar ofrezca más seguridad que permanecer a bordo. Por tanto, **nos mantendremos a bordo siempre que sea posible.**

Independientemente de que el abandono del buque no esté en nuestros planes cuando procedemos a intervenir, el uso de un chaleco salvavidas es imprescindible al menos durante las operaciones de embarque y desembarque. El uso de chaleco no termina de ser todo lo compatible que deseáramos con el equipo de bombero por problemas de ajuste y movilidad, sin embargo, es un hecho que, si caemos al agua sin chaleco, terminaremos por agotarnos y nuestras posibilidades de sobrevivir, incluso para los buenos nadadores, serán pocas si no nos rescatan en unos minutos. Por tanto, las dotaciones que intervengan en un buque habrán de considerar los pros y contras de ir equipados con chalecos salvavidas según la situación concreta. A continuación se describen las conclusiones de ensayos realizados por los autores del presente manual<sup>28</sup>.



<sup>27</sup> El término “abandono” se refiere a la evacuación del buque en la mar.

<sup>28</sup> Ensayos en seco y en piscina de agua dulce, sin olas y con viento despreciable. Salto al agua equipados con traje de bombero (chaquetón y cubrepantalón). Permanencia en el agua con traje de bombero y ERA.

- ~ Los chalecos que debemos usar son los de inflado automático para evitar los problemas de movilidad que nos darían los chalecos rígidos. Es aconsejable utilizar chalecos de 275 Newton, puesto que de esa manera se garantiza que las vías aéreas quedan sobre nuestra línea de flotación aun en caso de inconsciencia del bombero.
- ~ Si queremos utilizar simultáneamente chaleco salvavidas y ERA, deberemos colocarnos y ajustar primero el chaleco y sobre este la espaldera, cuidando que las asas queden bajo el chaleco plegado para que en caso de despliegue no exista obstáculo para la cámara de aire.
- ~ En el caso de caída al agua con chaleco, bien sea accidental o por abandono, al activarse el dispositivo de inflado, la cámara de flotación puede chocar (según el modelo de chaleco) contra el casco de bombero, por lo que deberíamos despojarnos del casco previamente si es posible. En esta situación nuestra flotabilidad está asegurada.
- ~ En el caso de caída al agua con ERA, el mismo nos proporcionaría cierta flotabilidad, pero a la espalada, y si el bombero se encontrara inconsciente no tendrá las vías aéreas libres.
- ~ Otra posibilidad es que cayéramos al agua con la máscara puesta. Aunque se podría respirar, si estamos conscientes es probable que optemos por quitar la máscara puesto que la misma puede no guardar estanqueidad completa, la autonomía se reducirá mucho y el ruido de las burbujas al salir por los lados podría llegar a ser muy agobiante.
- ~ Aunque el riesgo de caída al agua es considerable en intervenciones en buques, hoy en día no existen en el mercado chalecos salvavidas resistentes a las temperaturas a las que se expone un bombero durante las operaciones de extinción. Por lo tanto, aunque estemos dispuestos a equiparnos con el chaleco la exposición a altas temperaturas podrían terminar por deteriorarlo hasta dejarlo inservible.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, cada dotación habrá de considerar la conveniencia de utilizar chaleco más allá del embarque/desembarque según la situación concreta.

## Medidas que han de adoptarse para abandonar el buque

- 1º Asegurarnos de que hemos enviado alguna alerta de socorro o comunicación de nuestra situación. Un buen recurso son las radiobalizas que encontraremos a bordo si hay tiempo de cogerlas antes de saltar. Debemos seguir las instrucciones indicadas en la misma para activarla. Una vez activa, la radiobaliza está emitiendo una señal de localización que será recibida por los Centros de Coordinación de Salvamento Marítimo, por lo que será imprescindible mantenerla junto a nosotros.
- 2º En el agua no nos sobrará la ropa, deberíamos asegurarnos de que quedan cubiertos la cabeza, el cuello y las manos para mejorar el aislamiento, reducir al mínimo la entrada y salida de agua y, por tanto, evitar la hipotermia. Todas las acciones que requieran motricidad fina (cierre de cremalleras, ajuste de cintas, etcétera) deberían ser finalizadas antes de entrar en el agua para garantizar su consecución.
- 3º Todos los bomberos que intervengan en un buque deberían estar provistos de chalecos salvavidas. Ya hemos explicado la manera adecuada de colocarnos un chaleco con nuestro equipo para asegurar su adecuado funcionamiento y nuestra movilidad.
- 4º Hay que evitar entrar en el agua si es posible. Si no hay otra opción, habría que evitar saltar. Si no existe posibilidad de utilizar los medios de salvamento propios del buque para llevar a cabo el abandono, se pueden utilizar las escalas sujetas a la borda, o bajar lentamente utilizando un cabo o una manguera de incendios.
- 5º Si es imprescindible saltar, debemos elegir el mejor sitio teniendo en cuenta aspectos como un posible rescate desde otra embarcación menor, la visibilidad de nuestros rescatadores, el posible hundimiento del buque, la corriente, el viento, el humo, obstáculos en el agua, fuego en el agua, etcétera. Los chalecos salvavidas están diseñados para saltar con seguridad desde al menos 4,5 metros de altura. Si nos encontráramos a una altura superior a 4,5 metros del agua y solo contamos con chalecos rígidos, saltaremos con el chaleco agarrado con la mano a una de sus cintas, nunca enganchado en el brazo para evitar el riesgo de luxación.
- 6º El salto al agua debe realizarse con los codos pegados al cuerpo y tapando la boca con una mano mientras que con la otra se sujeta el casco, si disponemos de él, o la muñeca o el codo opuesto. Justo antes de saltar debemos asegurarnos de que el lugar donde vamos a saltar no tiene obstrucciones y, a continuación, saltaremos fijando la mirada en el horizonte para asegurarnos de que mantenemos una postura vertical durante la caída. Evitaremos saltar a la capota de una balsa salvavidas por el riesgo de lesiones para nosotros o la gente que se encuentra dentro de la balsa.

## *Fase de supervivencia en el agua*

La pérdida de calor corporal es mayor en el agua, por lo que será preferible encontrarse fuera o con una parte del cuerpo fuera. Una vez que estemos en el agua deberíamos seguir las siguientes directrices:

- 1º Localizar el buque, embarcaciones de supervivencia, otros supervivientes u objetos flotantes. Si consideramos que debemos abrocharnos ropa o realizar alguna acción de motricidad fina, hay que llevarla a cabo con urgencia antes de que el entumecimiento en las manos anule la sensibilidad de los dedos.
- 2º Un grupo de supervivientes facilita la localización, por lo que, siempre que sea posible, nos reuniremos con otras personas que estén en el agua. No debemos intentar nadar, salvo que sea para llegar a otro superviviente, una orilla u objeto flotante próximo que nos permita al menos agarrarnos. Mantenerse tranquilo y quieto permite conservar el calor.
- 3º Si debemos esperar en el agua a que nos rescaten debemos adoptar una posición fetal si estamos solos, o abrazarnos si somos varios. También existen diferentes tipos de organización en el agua para grupos. En la siguiente imagen se aprecia cómo se aprovecha la flotabilidad que confiere el grupo para colocar un herido sobre las piernas de los demás.
- 4º A la hora de nadar debemos hacerlo de espaldas con los brazos pegados al cuerpo y doblados sobre el pecho. Es importante conocer la dirección del viento para, en vez de nadar directamente hacia nuestro objetivo, orientarnos a sotavento del mismo para



que el viento nos acerque. Debemos comprobar periódicamente el avance que llevamos, si no es factible alcanzar el objetivo, debemos parar y conservar la energía.

- 5º Si somos varios en el agua y queremos intentar cambiar nuestra localización, para evitar separarnos y romper el grupo, haremos una fila dando la espalda al sentido del avance y agarrando a nuestro compañero de delante con las piernas. Con los brazos intentaremos remar para avanzar de espaldas.
- 6º Si permanecemos quietos, las piernas deben estar juntas, los codos pegados al cuerpo y los brazos cruzados sobre el pecho. Para evitar que el cuerpo se oriente hacia las olas debemos realizar un suave movimiento con los pies.
- 7º Si se dispone de chaleco salvavidas, se adoptará la postura fetal, también denominada HELP (Heat Escape Lessening Posture = Postura de disminución de pérdida de calor). De esta manera se reduce la superficie corporal en contacto con el agua, desacelerando la pérdida de calor en el cuello, ingles y costado. Esta posición se consigue doblando las piernas sobre sí mismas con las rodillas posicionadas cerca de la barbilla. Al mismo tiempo se sujetan las piernas con los brazos.
- 8º En el caso de encontrarnos en el agua con un herido, para alejarlo de una situación más desfavorable (llamas, humo, el propio buque...) podemos remolcarlo entre dos personas asiéndolo cada uno por un brazo. El herido debe quedarse en *decúbito supino* con las vías aéreas despejadas y en el sentido contrario al avance, mientras que los dos compañeros que lo remolcan deben avanzar de frente nadando con un brazo mientras agarran al herido con el otro. Si nos encontramos solos con un herido lo remolcaremos agarrándolo del chaleco.

## Hipotermia

El riesgo de hipotermia en bomberos que van a intervenir en un buque podría considerarse despreciable.

La hipotermia se define como una temperatura corporal de 35 °C o menos. La reacción del cuerpo ante la exposición al frío es desviar la sangre de la piel y extremidades hacia los órganos vitales, lo que se consigue con la vasoconstricción en la periferia. Diferentes autores clasifican determinados grados de hipotermia, pero en general podemos diferenciar las siguientes:

- ~ **Hipotermia leve:** Cuando la temperatura corporal no desciende por debajo de 32,2 °C. En este caso podremos combatirla tratando de calentar el tórax, pero no las extremidades para evitar vasodilatación y caída de presión arterial.

- ~ **Hipotermia moderada:** Cuando la temperatura corporal la encontramos entre 26,6 °C y 32,2 °C. En estos casos la hospitalización y atención especializada es la única opción de la víctima para sobrevivir.
- ~ **Hipotermia grave:** Cuando la temperatura corporal desciende por debajo de los 26,6 °C. El desenlace aparece con fibrilación ventricular tras sucesivas arritmias.

Las maniobras de reanimación deben continuarse mucho tiempo. La mayoría de los autores coinciden en que no se debe dar por perdida una víctima sin signos vitales hasta que el cuerpo haya sido recalentado a 36 °C. *“Nadie está muerto hasta que no esté caliente y muerto”*<sup>29</sup>.

La prevención de la disminución de temperatura es primordial para evitar consecuencias que pueden llegar a ser fatales. Ya se ha comentado que, de no poder alcanzar una balsa o bote, siempre será preferible sacar medio cuerpo fuera sobre un objeto flotante que mantener todo el cuerpo bajo el agua. Existen diversos factores que inciden en mayor o menor forma en el proceso de hipotermia una vez que nos entramos en el agua, por ejemplo, el tiempo de exposición y la falta de abrigo adecuado se consideran determinantes.

### *Helicóptero como recurso*

Podemos considerar los helicópteros como un recurso para el suministro de equipo o la evacuación de personas. Sin duda, uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta si requerimos la asistencia de un helicóptero para evacuarnos es la de que nos localicen. Si no tenemos radiocomunicación con el helicóptero, para facilitar nuestra localización el bote de humo es el elemento adecuado. Debemos tener en cuenta que todas las embarcaciones de supervivencia que encontraremos a bordo de los buques disponen de botes de humo.

Los medios de comunicación entre el buque y el helicóptero figuran también en el *Código Internacional de Señales*<sup>30</sup> bajo el epígrafe “Aeronaves - Helicópteros”.

Además de un aterrizaje en la helisuperficie del buque (en su caso), los helicópteros disponen de diferentes dispositivos para recuperar una víctima. Si necesitamos una evacuación por medio de helicóptero, ya sea desde la cubierta de un buque o desde el agua, nos encontraremos alguno de los siguientes equipos:

<sup>29</sup> Isselbacher et al: *Principios de medicina interna*. Interamericana McGraw Hill. 13ª Ed.

<sup>30</sup> *International Code of Signals* (Pub 102). National Geospatial Intelligence Agency.

1) Eslinga de salvamento:

- Es el medio más frecuentemente empleado para evacuar a personas.
- Es el medio más rápido, pero no es adecuado para el caso de personas lesionadas o enfermas.
- La eslinga se coloca como si de una chaqueta se tratase, con el seno a la espalda y bajo las axilas.
- El gancho nos debe quedar enfrente y es de vital importancia cruzar las manos por delante y no levantarlas nunca mientras estemos siendo izados. Si contamos con la asistencia de un rescatador perteneciente a la tripulación del helicóptero, este asegurará con sus piernas nuestros brazos.

2) Cesto de salvamento y Red de salvamento: solo es necesario introducirse dentro y sujetarse a su estructura.

3) Tablero espinal: especialmente para accidentados. Va provista de bridas para ajustarla con rapidez y facilidad. El tablero no debe estar enganchado al cable de izada mientras se coloca a una persona accidentada.

4) El asiento de salvamento tiene el aspecto de un ancla de tres brazos con dos uñas. Para utilizarla sólo hay que sentarse a horcajadas y abrazar el saliente vertical.

Debemos tener muy en cuenta que el cabo guía que lanza el helicóptero para tomar contacto con el buque debe tocar el agua o el buque antes de agarrarlo nosotros y **nunca** debe ser amarrado al buque. Además, a medida que va siendo recuperado por la tripulación del buque, debe ser adecuadamente adujado para evitar enredos.

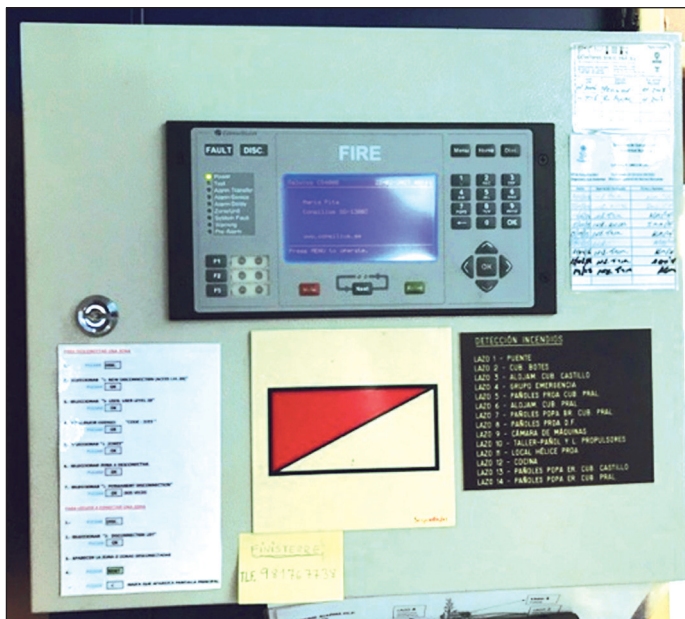
## 3. SISTEMAS CONTRAINCENDIOS DEL BUQUE

Los buques y embarcaciones están equipados con un sistema de lucha contraincendios. Dependiendo del tipo de embarcación deberá llevar a bordo un material u otro, establecido por norma, según el tipo de buque o embarcación. La finalidad de estos medios es extinguir y controlar con la mayor rapidez posible un incendio producido en cualquiera de los espacios del buque, bien por parte de la tripulación o, si fuese necesario, por parte de los bomberos.

### 3.1. SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

La finalidad del sistema de detección y alarma contraincendios es lograr que se detecte el incendio en el espacio de origen y que se active una alarma que permita una evacuación sin riesgos y el inicio de las actividades de lucha contraincendios.

Para ello, los buques están provistos de sistemas de monitorización direccional contraincendios situados en el puente de gobierno. Estos sistemas constan de detectores térmicos, detectores de humo y detectores de llama o una combinación de los anteriores, así como pulsadores de alarma, central de monitorización y alarmas de incendio.



Cuadros de mandos del sistema de detección de incendios y alarma contraincendios



El sistema puede disponer de señales de salida a otros sistemas de seguridad contra incendios, incluidos:

1. Los sistemas de radiobúsqueda, alarma contra incendios o altavoces.
2. Los dispositivos de parada de los ventiladores.
3. Las puertas contra incendios.
4. Las válvulas de mariposa contra incendios.
5. Los sistemas de rociadores.
6. Los sistemas de extracción de humo.
7. Los sistemas de alumbrado a baja altura.
8. Los sistemas fijos de extinción de incendios de aplicación local.
9. Los sistemas de televisión en circuito cerrado.
10. Otros sistemas de seguridad contra incendios.

Las alarmas de incendio sonoras están instaladas en cada una de las cubiertas del buque, puente de gobierno y sala de máquinas. Además, en esta última habrá una alarma visual. En los buques de pasaje, las alarmas de los detectores de incendios, al activarse, deberán emitir una alarma acústica dentro del espacio en el que estén situados.



Estas alarmas se activan automáticamente cuando algunos de los sensores detectan la presencia de humos o calor en su zona, o manualmente desde los pulsadores de alarma. Los pulsadores estarán instalados por todo el buque para que cualquier persona de a bordo pueda alertar de un posible incendio.

La localización de los detectores de incendios, pulsadores y timbres de alarma de incendios se muestra en el plano de lucha contra incendios (*Fire Plan*).

Este sistema es similar a los que los bomberos pueden encontrar en edificios, pero debe tener suministro de energía de al menos dos fuentes independientes, de las cuales, una de ellas deberá ser de emergencia.

Existen tres tipos de detectores de incendios:

- ~ De humo: el humo interrumpe la señal y lo activa.
- ~ De calor: termostáticos ( $>78\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y termovelocimétricos (aumento de  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por minuto).
- ~ De llama: cámara infrarroja que detecta espectro de radiación propio de la llama.

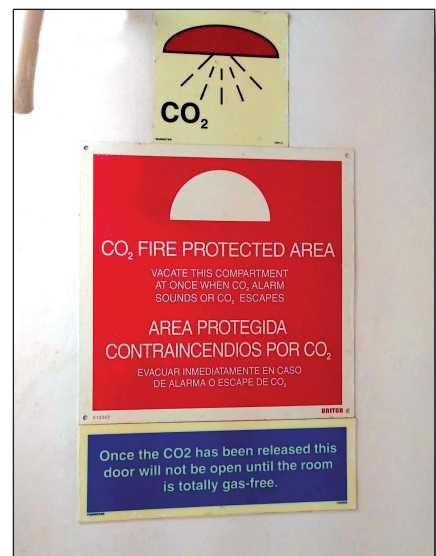
Cuando se activa un detector aparecerá una alarma acústica y visual en el cuadro de control que se encuentra en el puente y, si tras 2 minutos no se atiende, se activará la alarma en los espacios de alojamiento y la máquina. El cuadro de control da información acerca de la sección en la que se encuentra el detector que se ha activado.

### 3.2. SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN A BORDO

#### *Sistema fijo de extinción por gas*

El gas más utilizado en los buques es el dióxido de carbono, por ser muy efectivo para extinguir incendios en espacios cerrados. Protege la sala de máquinas y las bodegas de buques cocheros y buques portacontenedores. Aquellos espacios que por sus características de riesgo intrínseco necesiten una protección específica e individualizada, también se protege con este sistema, por ejemplo, pañoles de pintura, cocinas, cámaras de bombas, local del incinerador, etcétera.

Generalmente, los buques disponen de uno o varios pañoles de  $\text{CO}_2$ , donde se almacenan baterías de botellas, que contienen cada una 45 kg de  $\text{CO}_2$  de gas licuado a temperatura ambiente, equipadas con dispositivos de seguridad para aliviar el exceso de presión causado por las altas temperaturas. Cuando la cantidad de agente extintor necesaria sea muy grande y resulte inadecuado el sistema de botellas, se recurrirá a tanques grandes de almacenamiento.



Todo el sistema de conductos de distribución y válvulas del gas estará claramente identificado. El pañol de CO<sub>2</sub> es un lugar con evidentes riesgos, donde se han producido accidentes causando la muerte por atrapamiento de personal debido a la presión positiva generada por la fuga del gas. Como medida de seguridad, para comprobar cualquier fallo que se hubiese producido o para activar el sistema de CO<sub>2</sub> manualmente, habrá que valorar entrar en el pañol con la protección respiratoria adecuada.

El mecanismo de disparo está ubicado dentro de un armario o caja cerrada con llave, localizado en un espacio diferente al que protege, de fácil acceso y de accionamiento sencillo. La llave estará guardada en un receptáculo con tapa de vidrio que pueda romperse en caso necesario, colocado de manera bien visible junto al armario.

Dentro del armario se encuentran dos palancas, una palanca se utiliza para abrir la válvula principal de distribución que permite el paso del CO<sub>2</sub> hacia el espacio protegido y la otra se utiliza para activar las válvulas de las botellas y descargar el CO<sub>2</sub> a las tuberías de conducción. Al abrir la puerta del armario o caja que contiene las palancas de disparo, se activará automáticamente una alarma automática, que consiste en una señal sonora y visual, indicando la descarga del agente extintor en los espacios protegidos. Las alarmas sonoras estarán situadas de forma que puedan oírse cuando estén todas las máquinas funcionando y deberán distinguirse de otras alarmas. Con la apertura del armario se desconectará automáticamente la ventilación del espacio que protege.

Junto con el mecanismo de disparo habrá instrucciones claras relativas al funcionamiento del sistema, en las que se tenga presente la seguridad del personal e indicando claramente el espacio que protege. Está prohibida su descarga automática por el riesgo evidente de muerte por asfixia de las personas que se encuentren en el lugar.

Debido a que este sistema de extinción de incendios es habitual encontrarlo en la gran mayoría de los buques, a continuación, se explican los pasos a seguir para su activación.

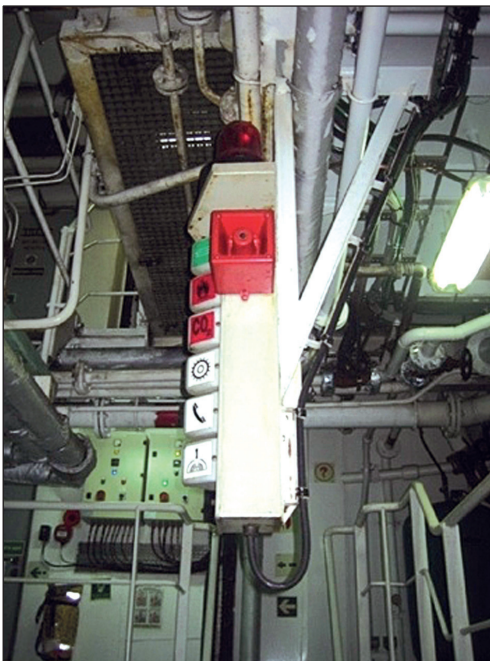
### **Instrucciones de operación en caso de incendio**

1. Localizar el armario de CO<sub>2</sub> del espacio protegido que está incendiado.
2. Asegurarse que todo el personal haya salido del espacio donde se va a descargar el gas.
3. Antes de activar el sistema, cerrar todas las puertas, escotillas y accesos al espacio protegido.
4. Abrir el armario de disparo, la alarma de CO<sub>2</sub> sonará en el espacio y se desconectará la ventilación.
5. Tirar de las palancas de ambas válvulas.
6. Abrir la válvula del cilindro piloto.

- El sistema está activado, un retardador retrasa la activación. Después de un tiempo preestablecido, el  $\text{CO}_2$  será descargado en el espacio protegido.

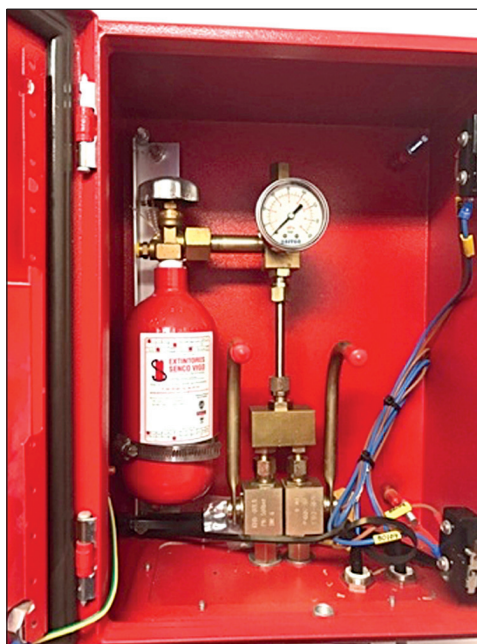
Puede ser que en los buques más modernos sea necesario realizar otro paso más, porque el cilindro piloto está en otro armario diferente al armario de disparo. Se recuerda que junto a los armarios estarán las instrucciones para su activación.

En caso de fallo de la operación, el sistema permite su operación manualmente, es necesario cumplir con los puntos 2 y 3 anteriormente mencionados. La activación manual se realizará abriendo la válvula principal que conduce el  $\text{CO}_2$  hacia el local a proteger, la alarma de  $\text{CO}_2$  sonará en el espacio y se desconectará la ventilación. Utilizando la palanca manual, abrir una a una las válvulas de las botellas de  $\text{CO}_2$ . El gas se descargará dentro del espacio protegido.



La alarma sonará durante un tiempo suficiente para evacuar el espacio, y en cualquier caso durante un mínimo de 20 segundos antes de que se produzca la descarga del agente extintor. Aquellos espacios donde solo se vaya a producir una descarga local, (espacio de calderas y depuradoras, generador de emergencia, pañol de pintura y pañol eléctrico, cocina...) no es necesario que dispongan de un sistema de alarma automática.

Para que sea efectiva la descarga del  $\text{CO}_2$ , es preciso cerrar todos los accesos, lumbrreras, válvulas de mariposa (*Fire Dampers*) y demás cierres exteriores del espacio protegido. En los buques modernos los espacios de máquinas suelen estar divididos y separados por mamparos



y puertas estancas. De esta manera se lograría aislar el incendio y permitir la descarga del CO<sub>2</sub> en la zona afectada, sin que perjudique a la totalidad del espacio de máquinas.

En caso de tener que efectuar la descarga por parte de los bomberos, es útil conocer el tiempo que el sistema de extinción por CO<sub>2</sub> tarda en descargar el agente extintor. Estos tiempos van a depender del espacio protegido:

- ~ En los espacios de máquinas, en un plazo de 2 minutos debe de descargar el 85% del CO<sub>2</sub> (*Código SSCI*).
- ~ En los espacios para contenedores, espacios de carga general y en los espacios de carga rodada, en un plazo de 10 minutos se debe descargar al menos dos terceras partes del CO<sub>2</sub> (*Código SSCI*).
- ~ En los espacios para cargas sólidas a granel, en un plazo de 20 minutos se debe de descargar al menos dos terceras partes del CO<sub>2</sub>. Los mandos de disparo estarán diseñados para que, en función del nivel de carga de la bodega, sea posible hacer una descarga de una tercera parte, dos terceras partes o la totalidad del CO<sub>2</sub> (*Código SSCI*).

El sistema fijo contraincendios por CO<sub>2</sub> tiene una eficacia lenta, tras el disparo se debe tener el local cerrado y se debe ir controlando la evolución de temperaturas con cámaras térmicas a intervalos de 30 minutos aproximadamente siempre en el mismo punto. Si los valores van en disminución quiere decir que está siendo efectivo, pero habrá que tener en

cuenta que **en ocasiones necesitaremos hasta 24 horas para su extinción total** por este medio. Si las temperaturas no disminuyen, se entiende que no está siendo efectivo, esto puede ocurrir si el lugar no es estanco. Para entrar en un local en que haya sido disparado el CO<sub>2</sub> necesitaremos ERA y un medidor de gases que nos dé información sobre los porcentajes de gases en el interior del espacio.

### *Sistema fijo de extinción por polvo seco*

Estos sistemas de extinción usan polvo químico como agente de extinción y son principalmente utilizados en los buques gaseros. El sistema se utiliza para proteger la cubierta principal, los domos de los tanques de carga, así como la zona central del buque, donde se encuentran los *manifolds*, por ser estos puntos especialmente peligrosos durante las operaciones de carga y descarga del gas.



Una instalación fija de polvo se compone principalmente de un tanque de polvo, un sistema de presurización, colectores de distribución, mangueras, lanzas, monitores e instrumentación, alarmas y controles. La capacidad de los tanques de polvo son unos 2.000 litros para alimentar los monitores de polvo, con unos caudales aproximados de 25 Kg/s. Además, cuentan con tanques de menos capacidad, unos 1.000 litros, para alimentar el sistema de manguera y lanza con unos caudales aproximados de 3,5 Kg/s. La instalación fija de polvo se ubica en estaciones estratégicamente distribuidas por la cubierta del buque.



Los tanques están conectados a una batería de botellas de nitrógeno, que son accionadas por un sistema de disparo remoto (botellas de  $\text{CO}_2$ ) desde la cámara de control de carga, la estación de control de incendios, puente de gobierno o localmente (*in situ*) desde las diferentes estaciones de polvo. De esta manera se consigue presurizar el tanque de polvo y que el sistema esté listo para proyectar el polvo a través de colectores fijos hacia los diferentes monitores o mangueras provistas de lanzas que permiten dirigir el polvo al lugar deseado.

Otro espacio de los buques, que puede estar protegido con un sistema de extinción de polvo activado desde el exterior, con una capacidad mínima de  $0,5 \text{ kg de polvo/m}^3$ , son los pañoles de pintura.

### *Sistema fijo de extinción por espuma*

Los sistemas fijos de espuma se usan en lugares donde estén presentes líquidos inflamables como espacios de máquinas, cámaras de bombas de carga, espacios de carga rodada y en las cubiertas de los buques tanque.

A continuación, se describen los dos sistemas fijos de espuma utilizados en los buques:

#### **I. Sistema fijo de extinción de incendios a base de espuma de alta expansión**

En este sistema, el agua proveniente de las bombas contraincendios toma la proporción correcta de espumógeno de los tanques mediante un sistema de dosificación, consistente en un proporcionador. Posteriormente, la solución de mezcla espumante se transporta mediante

colectores de distribución a los generadores de espuma. Existirán instrucciones de funcionamiento en cada punto de activación.

Básicamente, el sistema se compone de un tanque de almacenamiento de espumógeno, la bomba contraincendios o bomba de emergencia, los colectores de distribución, las válvulas y sistema de dosificación, generadores de espuma, mecanismo de disparo y un sistema de alarma. Los generadores de espuma se distribuirán de manera uniforme en las partes más elevadas de los espacios protegidos (espacios de máquinas, cámaras de bombas, espacios de carga rodada, etcétera).

El sistema se pone en funcionamiento manualmente y estará proyectado para producir espuma en un plazo de un minuto después de su activación. El tiempo máximo de descarga de espuma en los espacios protegidos es de 10 minutos. La cantidad de espumógeno disponible será suficiente para generar un volumen de espuma que sea como mínimo el quíntuplo del volumen del mayor espacio protegido, además el sistema debe poder cubrir el plan de la sala de máquinas (suelo inferior) en 5 minutos.

Al igual que con los sistemas de extinción por gas, en los espacios protegidos, existirán alarmas sonoras y visuales que advierten de la activación del sistema. Las alarmas funcionarán durante el periodo necesario para evacuar el espacio protegido, que en ningún caso será menos de 20 segundos.

En caso necesario, se pueden solicitar al oficial correspondiente los planos de instalación y manuales de funcionamiento. Todas las instrucciones y planos de instalación, operación y mantenimiento del sistema estarán en el idioma de trabajo del buque. Si el idioma utilizado no es el español, el francés ni el inglés, se incluirá una traducción a uno de esos idiomas (*Código SSCI*).

## **II. Sistema fijo de extinción de incendios a base de espuma en cubierta**

Estos sistemas son utilizados, por lo general, en las cubiertas de los buques tanque de peso muerto igual o superior a 20.000 toneladas. Utilizan espumógeno de baja expansión y cañones de espuma distribuidos por toda la cubierta. Los cañones permiten la proyección de espuma en un ángulo de acción de 360°. Es posible encontrar hidrantes situados antes de cada monitor y, en caso necesario, poder ser usados con líneas de mangueras y lanzas. Para impedir que las secciones dañadas por incendio o explosión dejen fuera de servicio a todo el sistema de espuma de cubierta, existen válvulas de aislamiento ubicadas delante de cada monitor de espuma. La utilización de todos los cañones de espuma a la vez disminuye la efectividad de cada unidad, por lo que se aconseja utilizar el menor número de cañones o ramas de espuma simultáneamente.



Según el Convenio SOLAS, el caudal de mezcla espumante debe proporcionar, como mínimo, 0,6 litros/minuto por metro cuadrado de la cubierta de carga, manteniéndose al menos durante 25 minutos.

Aparte de los sistemas de espuma vistos anteriormente, también existen equipos que permiten la generación de espuma de baja expansión (*lanza de espuma*), compuesto por una lanza para espuma de baja, un proporcionador, un tubo de aspiración del espumógeno y una garrafa de espumógeno (mínimo 20 litros). Se utilizan en aquellos espacios en los que pueda haber fugas de combustible líquido (derrames de hidrocarburos, aceite térmico, aceite hidráulico, etcétera.) como son los espacios de carga rodada, en la sala de máquinas, sala de calderas alimentadas, sentinas, etcétera. Si el buque dispone de helisuperficie encontraremos en ella cañones de espuma de baja expansión, así como la posibilidad de montar una *lanza de espuma*. Según el *Código SSCI*, el equipo debe proporcionar la espuma suficiente del tipo adecuado para combatir un incendio de hidrocarburos, con un caudal de solución de espuma de 200 l/min como mínimo a la presión nominal en el colector contraincendios.

### *Sistema fijo de extinción por agua*

Estos sistemas se instalan para proteger los espacios de máquinas, cámaras de bombas, las acomodaciones en los buques de pasaje y las bodegas de carga de los buques Ro- Ro.

Además, también se instalan en la cubierta de los buques gaseros como sistema de protección o control de incendios. No precisan la evacuación del personal, ni el cierre de los conductos de ventilación. Los elementos de los sistemas de extinción por agua son los siguientes:



#### **Colectores contraincendios**

Son los conductos que distribuyen el agua desde las bombas contraincendios hasta los diferentes sistemas de protección contraincendios (hidrantes, monitores, sistema de aspersión, etcétera.), están contruidos de acero.

Existe un colector principal que sale de las bombas contraincendios, situadas en

la sala de máquinas. De este colector se ramifica en ramales que recorren los diferentes espacios del buque. Generalmente, un ramal sigue su ascensión por la superestructura, y el otro recorre la cubierta hasta proa en donde suele ubicarse la bomba contraincendios de emergencia.

A lo largo del colector existen válvulas de aislamiento (válvulas de corte) que permiten cortar el abastecimiento del agua en una sección en caso de rotura, avería y/o explosión (buques tanque), permitiendo seguir usando el colector en alguno de estos casos.

Los colectores contraincendios pueden estar completamente pintados de color rojo, aunque la práctica habitual es que cada cierta longitud de colector se pinte una franja perimetral de este color. En la mayoría de los buques el servicio contraincendios es común al servicio de baldeo y, en algunos casos, al de lastre. En el caso de cumplir la premisa anterior, los colectores podrán identificarse con tres franjas (rojo-verde-rojo). Los colectores tendrán un diámetro que permita distribuir el caudal aportado por las dos bombas contraincendios funcionando simultáneamente.

Si es necesario abastecer la red contraincendios de un buque, se podrá realizar a través de cualquier hidrante del propio buque, siempre teniendo la precaución de tener abiertas las válvulas de aislamiento necesarias, en la mayoría de los casos todos los hidrantes están conectados a la misma red contraincendios.

## Hidrantes

Son las terminaciones o extremos de los colectores de agua contraincendios, donde se conectan las mangueras. Están repartidos de manera uniforme por todos los espacios del buque. Habitualmente, al lado de cada hidrante, se instala una caja que contiene una manguera y una lanza.

Cada hidrante estará compuesto con un racor de 70 mm o de 45 mm que permita acoplar rápidamente las mangueras, y de una válvula de apertura y cierre.



Cuando las dos bombas contraincendios impulsen agua simultáneamente a través de cualquiera de los hidrantes, se mantendrán las siguientes presiones en todos los hidrantes:

BUQUES DE PASAJE			BUQUES DE CARGA		
Arqueo bruto	N/mm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Arqueo bruto	N/mm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
TRB ≥ 4.000	0,40	4,08	TRB ≥ 6.000	0,27	2,75
TRB ≤ 4.000	0,30	3,06	TRB ≤ 6.000	0,25	2,55

En el caso de los buques atracados en el puerto, el jefe de intervención valorará la posibilidad de utilizar los hidrantes del buque, los cuales están debidamente indicados en el plano de lucha contraincendios. De esta manera será posible ganar tiempo en la intervención, al tener que desplegar menos metros de manguera por las diferentes cubiertas del buque, reduciéndose también las posibles pérdidas de carga generadas en las numerosas mangueras necesarias en un incendio de esta complejidad.

Si se elige la opción de utilizar los propios hidrantes del buque y es necesario abastecer externamente los colectores del buque desde la propia red de hidrantes del puerto, vehículos autobomba u otros buques es preciso conectar una o varias líneas de agua en los hidrantes, alimentado así el colector contraincendios. Se recuerda que estos colectores disponen de válvulas de seccionamiento. Durante esta tarea es muy importante contar con la tripulación del buque, podría darse el caso de que, al estar alimentando los colectores, algún hidrante o válvula no estuviese en su lugar, por motivos de mantenimiento, con lo que estaríamos inundado el espacio afectado.

### Válvula de aislamiento

Es la válvula que aísla los colectores contraincendios del espacio de máquinas y del resto del buque. De esta manera, si los espacios de máquinas están inoperativos (incendio, explosión, inundación, etcétera) y fuese necesario alimentar el colector de incendios del buque, se deberá cerrar la válvula de aislamiento. Así, mediante la bomba de emergencia del buque situada fuera del espacio de máquinas o mediante el abastecimiento externo (vehículos autobomba de los bomberos, remolcadores, hidrantes del puerto, etc.) se logrará abastecer los colectores contraincendios del buque y dejar aislado el espacio de máquinas.

Pueden existir otras válvulas de aislamiento en el colector contraincendios, como es el caso de los buques tanque. Estas válvulas están ubicadas frente a la superestructura, en un emplazamiento protegido y en la cubierta, a intervalos de no más de 40 metros,

con el fin poder seguir usando los hidrantes no dañados en caso de incendio o explosión en cubierta.

## Bombas contraincendios y bomba contraincendios de emergencia

Estas bombas, situadas en la sala de máquinas, en condiciones normales suministran agua al colector contraincendios. Su puesta en marcha se puede realizar desde el puente de gobierno, el control de máquinas y localmente en la propia bomba, esta información estará debidamente indicada en el plano de lucha contraincendios.

Las bombas deben dar la presión necesaria para que, desde la punta de la lanza de la manguera más desfavorable, se produzca una adecuada pulverización de agua. Los caudales de salida de cada bomba no deben ser inferiores a 25 m<sup>3</sup>/h. Por lo general, los buques disponen de bombas contraincendios que generan unos caudales y presiones aproximados de 90 m<sup>3</sup>/h y 8 bar respectivamente.

El número de bombas contraincendios instaladas en los buques dependerá del tipo de buque y de su arqueado bruto, como se indica en la siguiente tabla:

TIPO DE BUQUE	PASAJE		CARGA
Arqueo bruto	< 4.000	≥ 4.000	-
Número de bombas	≥ 2	≥ 3	≥ 2

La bomba contraincendios de emergencia suministra agua al colector contraincendios en el caso de que las bombas contraincendios situadas en la sala de máquinas quedasen inutilizadas. El caudal y presión mínima de salida de la bomba será de 25 m<sup>3</sup>/h y 7 bar respectivamente, y está movida por el generador de emergencia, permitiendo una autonomía de funcionamiento a plena carga durante 3 horas, además de existir un tanque de reserva de combustible para que la bomba pueda funcionar a plena carga durante otras 15 horas. La bomba y toda la instalación necesaria para su funcionamiento (tomas de mar, colectores, generador de emergencia, etcétera) estará situada fuera del espacio de máquinas, y se puede poner en marcha desde su propia botonera o desde el puente de gobierno.

## Sistemas automáticos de rociadores

Estos sistemas se instalan en las acomodaciones de los buques de pasaje, así como en los espacios de la habilitación de los buques de carga. Su principio de funcionamiento se basa

en rociar agua automáticamente en caso de incendio, a la vez que se activa la alarma sin intervención humana alguna.

Principalmente se componen de un tanque de presión y bomba de agua dulce (grupo de bombeo), una bomba de agua de mar, colectores, válvulas de cierre, cabezales rociadores y un sistema de alarma e indicadores.

Una característica particular es que el agua utilizada en un primer momento no es agua salada, al contrario que en la mayoría de los sistemas de extinción. Esto es así para disminuir los problemas de corrosión en los colectores y válvulas, por tratarse de un sistema de columna húmeda.

El encargado de suministrar el primer caudal de agua cuando se dispara algún rociador es el tanque de presión, conocido como *tanque hidróforo*. Antes de que el agua dulce se agote, entra en funcionamiento la bomba centrífuga que suministra agua del mar al sistema. Las bombas utilizadas para este fin son las bombas contra incendios o la bomba contra incendios de emergencia. Cada sección de rociadores queda aislada mediante una válvula de cierre, esta es fácilmente accesible y está situada fuera de la sección correspondiente.

Los cabezales rociadores llevan un elemento sensible al aumento de temperatura asociado al fuego. En caso de incendio, el elemento sensible se rompe, permitiendo la circulación del agua a través del orificio del cabezal, esto hace caer la presión del sistema y activar el grupo de bombeo. La forma del cabezal con el deflector o modelador de flujo genera una pulverización homogénea del agua de extinción. Están distribuidos de manera que su efecto se solape ligeramente unos con otros de modo que el área que se pretende proteger quede totalmente cubierta, proporcionando una tasa de aplicación de 5 l/min/m<sup>2</sup>, liberando el cierre del orificio del rociador.

Cada sección de rociadores contará con los medios necesarios para dar automáticamente señales de alarma visuales y acústicas. Dichos indicadores señalan en qué sección se ha declarado el incendio y estarán centralizados en el puente de gobierno o en el puesto central de control. Además, habrá instalados indicadores de alarmas visuales y acústicas en un punto que no se encuentre en los espacios antedichos.

## **Sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión y por nebulización**

Los sistemas por aspersión de agua a presión, conocidos como sistemas *drencher*, se diferencian del anterior sistema en que los cabezales rociadores no llevan un elemento sensible al aumento de la temperatura, sino que la distribución de agua a las boquillas aspersoras se realiza de forma manual, abriendo la válvula correspondiente a una sección. Por otro lado, en



todo momento el agua para la extinción es agua del mar, y solo circulará agua en el momento de intervenir (sistema de columna seca).

Principalmente se instalan para la protección de los espacios de carga de los garajes y cubiertas Ro-Ro. En los buques gaseros protegen los tanques, colectores, válvulas, *manifolds* de carga y el frente de la superestructura, evitando la radiación de calor de cualquier posible incendio producido en la cubierta principal. Por otro lado, los pañoles de pinturas podrán estar protegidos por un sistema de aspersión de agua o de rociadores, en donde el sistema facilite su activación desde el exterior.

Una variante a este sistema, es el sistema fijo de extinción de incendios por nebulización de agua, que tiene una gran capacidad extintora basada en pulverización del agua a alta presión. Es uno de los sistemas de protección contra incendios más utilizados en buques cruceros, ferris y buques *Ro-Pax*, protegiendo tanto a los pasajeros como la carga. Algunos buques modernos cuentan también con sistemas de nebulización de agua locales, para proteger partes específicas de la sala de máquinas, como la sala de depuradoras, sala de calderas, generadores auxiliares, zona de la culata del motor principal, espacio del servo, etcétera.



El sistema está formado por un equipo de bombeo, colectores de agua de alta presión, válvulas y por las boquillas nebulizadoras. La nebulización del agua en gotas muy pequeñas, así como la elevada presión, permite al agua nebulizada inundar eficazmente el espacio protegido y penetrar en el fuego, mejorando la capacidad extintora, provocando un enfriamiento efectivo del espacio protegido. Además, se consigue reducir la acumulación de agua a bordo en caso de incendio, evitando crear superficies libres, con el consiguiente riesgo que supone para la estabilidad del buque.

Se activa de forma manual. Al abrir una válvula de sección, el agua nebulizada se descarga por todas las boquillas en el espacio protegido por dicha válvula. Por otro lado, existe la posibilidad de instalar boquillas nebulizadoras con un elemento termosensible que rompe a una temperatura determinada, activando el equipo de bombeo y permitiendo la descarga del agua a alta presión en el espacio protegido. El sistema puede estar conectado a un sistema de detección de incendios, que permita la descarga cuando se rompe el elemento termosensible de la boquilla nebulizadora, y que se active una alarma en el panel de mandos del sistema de detección de incendios y alarma contraincendios.

### **3.3. RECURSOS MÓVILES DE LUCHA CONTRAINCENDIOS A BORDO**

En la medida de lo posible, los bomberos intentarán usar su propio material en vez de utilizar el material contraincendios de a bordo. Sin embargo, el embarque de material no siempre será posible, por lo que se utilizarán los recursos disponibles del buque.

#### *Mangueras y lanzas contraincendios*

Las mangueras de los buques son similares a las utilizadas por los bomberos, normalmente se encuentran situadas dentro de armarios junto con su correspondiente lanza. Son mangueras de 70 mm o de 45 mm, coincidiendo con las tomas de los hidrantes del buque.

Las longitudes de las mangueras dependerán de la zona del buque donde estén situadas, siendo 10 metros la longitud mínima para todos los espacios. Las longitudes máximas son de 15 metros para los espacios de máquinas y 20 metros para el resto de espacios. En la zona de



cubierta será de 20 metros, excepto en aquellos buques que tengan una manga superior a 30 metros, donde la longitud de las mangueras será de 25 metros.

Las lanzas serán de doble efecto (chorro y cortina), sin embargo, en la mayoría de los buques se instalan lanzas sencillas, sin arco de apertura y cierre ni selector de caudal.

### *Extintores y manta contra incendios*

Un fuego descubierto y atacado a tiempo tendrá unas posibilidades mínimas de avanzar hasta un incendio sin control. Los buques disponen de extintores convenientemente distribuidos por cada uno de los espacios del mismo, colocados y listos para su utilización en lugares visibles y fácilmente accesibles.

A bordo encontraremos todo tipo de extintores situados estratégicamente según dispone la normativa. En la sala de máquina encontraremos como mínimo un extintor de 45 litros de espuma AFFF. Además, cada uno de los extintores se revisan estrictamente y será difícil encontrar un buque navegando con extintores en mal estado o sin ellos.



En los buques es habitual encontrar las mantas contra incendios en las cocinas, están contruidas de material ignífugo y extinguen por sofocación. En caso de incendio (fuegos pequeños) la manta es extraída fácilmente de su funda o armario mediante dos cintas que cuelgan al final del tejido que una vez desplegada sirven de asideros. De esta manera permite usar la manta como escudo al acercarse al fuego y proteger al mismo tiempo las manos al depositarla sobre las llamas. También se utilizan como protección personal durante el proceso de evacuación de un incendio, además pueden ser útiles para apagar el fuego a una persona que se vea envuelta en llamas.



## Conexión internacional

Todo bombero que vaya a intervenir a bordo de un buque debe conocer la utilidad de esta simple pieza de acero.

Debido al carácter internacional del transporte marítimo, podemos encontrar en un buque racores de uso habitual en otros países, pero no el homologado en España (tipo barcelona). Para solucionarlo, todos los buques tienen lo que se llama la “conexión internacional”, que es un adaptador a su racor. Los bomberos que acudan a una intervención deben tener también una conexión internacional para acoplarla a la del barco, uniéndolas por el lado de la brida de dimensiones normalizadas. Este dispositivo es de vital importancia y debería poder ser facilitado por la Autoridad Portuaria.

Aunque la situación ideal sería poder acceder al buque con las mangueras desde tierra alimentadas por la bomba del camión, esto no es siempre posible, especialmente si el buque no se encuentra atracado en puerto. Existen muchos factores previos a analizar que trataremos más adelante, relativos a la operatividad de la bomba contraincendios de a bordo. Si la bomba está operativa, es probable que no necesitemos la conexión internacional, pero si la bomba contraincendios de a bordo no funciona, es probable que necesitemos presurizar dicho ramal bien desde camiones o desde remolcadores, por lo que la conexión internacional serviría tanto para alimentar de agua al sistema contraincendios del buque como para conectar las mangueras de bomberos y utilizar agua del buque.

La conexión internacional a tierra es necesaria cuando los racores del lado tierra y los racores del buque no coincidan, debido a la falta de homogeneidad internacional en el diseño de estos racores.

La conexión internacional a tierra se utilizará para:

1. Abastecimiento de agua a los colectores de incendio del buque mediante los hidrantes del muelle de carga, los vehículos autobomba, remolcadores o de otros buques.
2. Abastecimiento de agua a los vehículos autobomba, a través de los colectores contraincendios del buque.

Se dispondrá de los medios necesarios para poder utilizar esa conexión a ambos costados del buque (*Convenio SOLAS*).

La ubicación de cada una de las conexiones internacionales con la que cuenta el buque estará debidamente indicada en el Plano de Lucha Contraincendios. Es común encontrar la Conexión Internacional dentro de dos armarios en cada uno de los costados de la superestructura, próximas a cada una de las entradas principales de la habilitación. Esta conexión tiene medidas estandarizadas.



Una vez que se dispone de la conexión del lado tierra y de la conexión del lado buque, se juntan ambas bridas, haciendo coincidir sus ranuras y situando la junta estanca en medio de ambas bridas, y dos llaves fijas de 24 mm se aprietan las tuercas.

### *Plano de lucha contra incendios*

El plano de lucha contra incendios es el plano donde se representa la ubicación de los medios de lucha contra incendios, las vías de evacuación, la indicación de los espacios delimitados por mamparos resistentes al fuego y la compartimentación del buque, con el objetivo de proporcionar la mayor información posible en caso de la intervención de los bomberos.

El Convenio SOLAS, en su Capítulo II-2 *Construcción - Prevención, detección y extinción de incendios*, Regla 15, regula el contenido, así como la ubicación de los planos de lucha contra incendios del buque.

En el plano de lucha contra incendios se expone para cada cubierta del buque, la ubicación y demás detalles de los siguientes puntos:

1. Los puestos de control.
2. Mamparos, cubiertas y puertas resistentes al fuego.
3. Sistemas de alarma y detección de incendios.
4. Sistemas fijos de extinción de incendios y extintores de Incendios.
5. Mangueras, lanzas, hidrantes y válvulas de seccionamiento.
6. Sistema de parada de emergencia de la ventilación.
7. Sistema de parada de emergencia de bombas de combustible y aceite.
8. Sistema de cierre rápido de válvulas de combustible y aceite.
9. Conexión internacional a tierra.
10. Generador de emergencia.
11. Bombas principales y bomba de emergencia contra incendios.

12. Medios de acceso a las diferentes cubiertas y compartimentos y salidas de evacuación de los diferentes espacios.
13. Equipo de bombero y equipos de protección respiratoria.
14. Planos de lucha contraincendios.
15. Otros

Una copia del plano de lucha contraincendios estará almacenado de forma permanente en un estuche estanco a la intemperie fácilmente identificable, situado fuera de la superestructura, para poder ser utilizado por los bomberos. Este tendrá rotulado en rojo “FIRE PLAN”.



También puede estar disponible en el puente de gobierno, control de máquinas, control de carga, puesto de control de incendio y en cada una de las cubiertas de las acomodaciones. Es habitual cuando el buque está atracado en el puerto, situar el plano de lucha contraincendios en el portalón de la escala real o al final de cualquier otra escala de acceso al buque.

Los planos se mantendrán al día, y cualquier cambio que se introduzca se anotará en ellos tan pronto como sea posible. Están redactados en inglés o francés y, si el buque tuviese una bandera diferente, podrá estar redactado también en el idioma de su bandera.

Todos los buques disponen de su plano contraincendios en una ubicación estratégicamente determinada.

La *Resolución A.952(23)* de la OMI regula los signos gráficos que se muestran en los planos de lucha contraincendios de a bordo. La misma establece que *“todo plano de lucha contraincendios debe llevar una leyenda de signos y explicaciones y contener una lista de los signos gráficos utilizados en él, junto con las explicaciones oportunas, pudiendo incluir también información adicional especial, por ejemplo, el tipo de agente extintor empleado en los sistemas fijos de extinción de incendios”*. Se facilita a continuación una muestra de algunos signos del Plano de lucha contraincendios:

	División de clase A
	División de clase B
	Puerta contra incendios corredera de clase A
	Telemando o dispositivo de cierre de la ventilación
	Válvula de mariposa contra incendios
	Plano de lucha contra incendios
	Telemando de las bombas contra incendios
	Bomba contra incendios
	Telemando de válvulas de combustible
	Conexión Internacional a tierra
	Boca contra incendios
	Batería fija de extinción de incendios
	Cañón
	Nebulizador de agua
	Fuente de energía eléctrica de emergencia (generador)
	Aparato respiratorio para evacuaciones de emergencia

Asimismo, deberá haber expuestos permanentemente, para orientación de los oficiales, planos de disposición general que muestren claramente respecto de cada cubierta los puestos de control, las distintas secciones de contención de incendios limitadas por divisiones de clase “A”, las secciones limitadas por divisiones de clase “B” y detalles acerca de los sistemas de detección de incendios y de alarma contra incendios, instalación de rociadores, dispositivos extintores, medios de acceso a los distintos compartimientos, cubiertas, etcétera, y el sistema de ventilación, con detalles acerca de la ubicación de los mandos de los ventiladores y la de las válvulas de mariposa, así como los números de identificación de los ventiladores que haya al servicio de cada sección. O bien, si la Administración lo juzga oportuno, los pormenores que anteceden podrán figurar en un folleto del que se facilitará un ejemplar a cada oficial y del que siempre habrá un ejemplar a bordo en un sitio accesible.

Los planos y folletos se deben mantener al día porque son una fuente de información fundamental para los mandos de bomberos. Es cierto que los bomberos no van a estar habituados a interpretar dichos planos, de ahí la importancia de asesorarse por el capitán del buque o por un asesor técnico marítimo. La exposición contenida en dichos planos y folletos irá en el idioma o idiomas que estipule la Administración. Si ese idioma no es el inglés ni el francés, se acompañará una traducción a uno de estos dos idiomas.

Se ha de tener en cuenta que, dada la globalización del transporte marítimo, a bordo de los buques mercantes conviven multitud de tripulaciones de distintas nacionalidades. La mayoría de las tripulaciones, en el ámbito náutico, utilizan como idioma común el inglés. Incluso dominando el idioma, la comunicación con la tripulación será complicada debido a la complejidad de los términos náuticos, por lo que existe una alta probabilidad de necesitar algún intérprete para facilitar la comunicación entre los bomberos y la tripulación.

La ubicación normal de dichos planos se encuentra en el interior del buque en la zona de pasillos de oficiales y en el puente de navegación. Sin embargo, como ya se ha comentado, se guarda permanentemente un duplicado de los planos de lucha contra incendios en un estuche estanco a la intemperie, claramente identificado para el rápido acceso de los bomberos.

### *Aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia*

En todos los buques, dentro de los espacios de máquinas, se dispone de aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia (*Emergency Escape Breathing Devices*), en lugares bien visibles a los que en todo momento se pueda acceder con rapidez y facilidad en caso de incendio y que estén listos para ser utilizados. Además, también se pueden encontrar en los recorridos de evacuación de la habilitación, así como en los casetones de las cubiertas de carga.

Los aparatos respiratorios para evacuaciones de emergencia cuentan con una botella de 3 litros de aire comprimido a 200 bar, que proporciona una autonomía mínima de 10 minutos. Estos equipos son livianos (6 kg) y fáciles de utilizar.

Por otro lado, todos los buques cuentan con, al menos, dos equipos respiratorios de aire comprimido de circuito abierto, que normalmente están ubicados en la estación contraincendios. Algo que puede parecer extraño es que no todos los buques disponen de estaciones de recarga (compresores) para recargar las botellas de aire (300 bar) de los equipos de respiración. En aquellos buques que dispongan de compresores para este fin, se suele ubicar junto con los equipos de respiración y botellas de respeto.

Se recuerda que, el número y ubicación de estos aparatos de respiración, al igual que todos los medios de lucha contraincendios a bordo, estará indicado en el plano de lucha contraincendios (*Fire Plan*).

### **3.4. SISTEMA FIJO DE GAS INERTE**

La función de un sistema de gas inerte es prevenir incendios o explosiones en los tanques de carga de los buques tanque. El propósito de una instalación de este tipo no es combatir incendios, pero en ese caso, el sistema puede ser de utilidad en la tarea de controlar el incendio y prevenir explosiones<sup>31</sup>.

Los buques tanque de peso muerto igual o superior a 20.000 toneladas, llevan un sistema fijo de gas inerte para la protección de los tanques de carga.

El gas inerte está formado generalmente por gases procedentes de una combustión, con un contenido de oxígeno que no exceda del 5%. Estos gases se lavan, se enfrían y se secan antes de introducirlos en los tanques de carga, mientras estos están siendo descargados. La atmósfera de un tanque de carga que contenga un volumen de oxígeno inferior al 8%, es considerada inerte.

Para la generación de gas inerte, se utilizan calderas principales, auxiliares o generadores de gas independientes. En los buques tanque en donde no se puede emplear gas inerte con contenido en CO<sub>2</sub> (reacción con la carga), se utilizan generadores de nitrógeno partiendo de aire atmosférico, como es el caso de los gaseros y algunos quimiqueros. En la torre de lavado (Scrubber) se enfrían los gases provenientes del generador, eliminando las partículas sólidas en suspensión y el contenido de óxidos sulfurosos. Los ventiladores inyectan, a través del co-

<sup>31</sup> Guía Internacional de Seguridad para Buque tanques y Terminales de Petróleo, ISGOTT.

lector de suministro, el gas inerte a los tanques de carga, manteniendo presurizados dichos tanques, impidiendo el paso de aire a los tanques. En el colector de suministro, se instalarán por lo menos dos dispositivos de retención (sello hidráulico y una válvula de retención) para impedir el retorno de vapores de hidrocarburos a la sala de máquinas o a cualquier espacio a salvo del gas. De los colectores de suministro salen los ramales de tubería hacia cada tanque de carga, en donde se instalan válvulas de cierre con la misión de aislar cada tanque.

Existe una válvula de cubierta, instalada a proa de la válvula de retención, a fin de aislar la zona segura (sala de máquinas) de la zona de peligro (cubierta principal del buque). Sobre la cubierta de los tanques de carga para controlar la sobrepresión o el vacío de los tanques, se instalan válvulas PV (presión-vacío), dotadas de dispositivos que impidan el paso de las llamas a los tanques de carga.

Tanto en la sala de máquinas, como en la cámara de control de la carga, existen alarmas acústicas y visuales, las cuales se activan con una temperatura excesiva de los gases, un contenido de oxígeno superior al 8% en volumen, presión de gas elevada o insuficiente, bajo nivel de agua en el sello hidráulico, etcétera. Además, en el puente de gobierno, hay aparatos de medición destinados a indicar en todo momento la presión existente en los colectores de suministro del gas inerte.

A bordo del buque se dispone de manuales de instrucciones pormenorizadas que abarquen los aspectos de funcionamiento, seguridad, mantenimiento y riesgos para la salud de la tripulación relacionados con el sistema de gas inerte y su aplicación al sistema de tanques de carga. Dichos manuales incluyen orientaciones sobre los procedimientos que se han de seguir en caso de avería o fallo del sistema de gas inerte (*Código SSCI*).

## 4. INTERVENCIONES A BORDO

### 4.1. PLANIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Antes de acceder a un buque habremos planificado la intervención para minimizar los riesgos y maximizar las probabilidades de éxito. Que los sistemas del buque puedan o no hacer frente a un incendio declarado en él es una determinación complicada de tomar y pueden pasar horas antes de ver resultados positivos. En cualquier caso, e independientemente de quien asuma la dirección de la emergencia (Autoridad Portuaria, Capitanía Marítima, capitán del buque...) los bomberos locales seguirán las instrucciones de sus mandos, quienes estarán previsiblemente localizados en un PMA (Puesto de mando avanzado) establecido. Por otro lado, aunque los bomberos sigan indicaciones según su jerarquía, es probable que a bordo del buque siniestrado encontremos tripulantes para una mejor orientación de aquellos. En este caso, todo el personal implicado en la emergencia habrá de conocer los detalles de la dirección de la emergencia, esto es, quien toma las decisiones.

Como hemos visto, los buques están divididos en secciones verticales a través de mamparos. Dependiendo del tipo de buque, podrían seguir a flote con una o varias secciones inundadas (buques pequeños de pesca zozobran solo con el espacio de máquinas inundado). Por tanto, se debe analizar con detalle los planos del buque antes de realizar cualquier intervención para evitar la inundación de demasiados compartimentos garantizando la estabilidad y flotabilidad del buque y si es posible, utilizar las mangueras y sistemas fijos contraincendios de cada lugar concreto para evitar que las mangueras atravesen puertas estancas. Los mamparos estancos dan protección térmica e impermeable a los compartimentos. Las puertas estancas de accionamiento remoto pueden atrapar a los bomberos en lugares nefastos. Además, también podrían estrangular mangueras o no cerrar bien por dichas mangueras.

Cuando embarquemos en un buque debemos tener conocimiento de una vía fiable de abandono, por lo que será imprescindible haber detallado al máximo la intervención y estar seguros al entrar en cada nuevo espacio de una salida factible para un abandono rápido, teniendo en cuenta además que el buque es un escenario que podemos considerar móvil, debido al paso de embarcaciones cercanas, al viento, al fallo de cabos o al movimiento producido por la escora al aplicar agua de extinción.

Es difícil establecer unos procedimientos operativos estandarizados debido a la complejidad y a las múltiples variables. También hemos de recordar que, a fecha de edición del presente Manual, en España no existe un cuerpo de bomberos especializado en este tipo de intervenciones, pero a modo de resumen, la información mínima necesaria previa a cualquier intervención será la siguiente:



### Posición del buque

- ~ Atracado en zona portuaria.
- ~ Aguas afuera:
  - Fondeado.
  - A la deriva.
  - Navegando.

### Tipo de buque (nombre, eslora, bandera, nacionalidad de la tripulación)

- ~ De carga. ¿Qué tipo? ¿Mercancías peligrosas? Localización.
- ~ Pasaje.

### Viabilidad de gestión de la emergencia. Tip de ataque

- ~ Defensivo.
- ~ Ofensivo.
- ~ Hora de inicio y localización del incendio.

### Medios disponibles

- ~ Humanos.
- ~ Materiales (espumógeno, ERAs, conexión internacional a tierra, mangueras, lanzas, cámaras térmicas, etc.).

### Acceso ¿Es viable?

- ~ Escala real.
- ~ Escala de práctico (lancha, remolcador).
- ~ Helitransporte.
- ~ Autoescala.
- ~ Otros (cesárea, escalera horizontal).

### Vías de evacuación de emergencia

#### Contaminación

- ~ Derrames. Evolución (flota, se sumerge, se evapora, se disuelve).
- ~ Disponibilidad de barreras.

Con toda la información recabada, ayudándose del plano de lucha contraincendios (*Fire Plan*), es posible valorar y seleccionar la estrategia más segura y eficaz a aplicar en la intervención.

En las intervenciones en los buques, es fundamental contar con la tripulación. La tripulación está adiestrada para luchar contra los incendios que se producen a bordo y durante

sus campañas están obligados a realizar ejercicios periódicos. Será muy valioso aprovechar el conocimiento de la tripulación, incluyéndolos en los equipos de intervención o apoyo y requerir su asistencia para realizar todas aquellas operaciones que van a ser fundamentales para el éxito de la intervención: activar los medios fijos de extinción de incendios, cierre de las válvulas de mariposa (*Fire Dampers*), disparo de válvulas, la desconexión del sistema de ventilación, servir de guías del buque... en definitiva, neutralizar la emergencia en cuestión. Sin duda, el apoyo de la tripulación proporciona ayuda y confianza en la intervención.

## 4.2. ACCESO AL BUQUE

Habrá que considerar si el buque está en puerto o aguas afuera. El francobordo de los buques depende de las condiciones de carga o lastre, por lo que para embarcar en un buque atracado puede ser necesario utilizar una simple plancha, la escala real o incluso la autoescala del camión de bomberos.

Tanto la escala de gato (escala de práctico) como la escala real tienen dimensiones normalizadas por ley y son objeto de inspección a lo largo de la vida útil del buque. Embarcar por una escala de gato requiere cierta destreza, especialmente si la persona en cuestión lleva peso. Será imprescindible aproximar lo máximo posible el cuerpo a la escala para evitar giros de la misma. Los travesaños también ayudan en esta situación.

Aunque la escala real es más cómoda para realizar el embarque, si llevamos equipos a la espalda o material para la extinción, aparece el riesgo de engancharnos en los candeleros o en la red de seguridad, por tanto, la mejor opción es embarcar el material desde a bordo con un cabo o por medio de una grúa.

El embarque por mar se realizará desde una embarcación o remolcador por la escala de práctico. Para dicha operación los bomberos deben llevar un chaleco salvavidas.

Cuando se trate de un buque fondeado, el acceso será previsiblemente desde una pequeña embarcación. En el momento del embarque a través de la escala, habrá que tener especial cuidado con los cambios de altura según la ola y nunca dejar extremidades donde puedan ser aprisionadas entre el buque y la embarcación.



El resto de material se izará a bordo de la misma manera que si el buque se encontrara en puerto; es decir mediante cabos o grúas.



También existe la opción de acceder al buque desde helicóptero. Ya se ha comentado en el capítulo 2 algunos puntos a tener en cuenta con respecto a ese recurso.

Otra opción de fortuna sería realizar una cesárea en el casco del buque mediante oxicorte, y así intentar acceder directamente al espacio afectado por el fuego o aplicar desde la apertura realizada agua o espuma y suavizar las condiciones en el interior.

Por último, es necesario obtener información sobre el movimiento de las mareas, las horas de pleamar y bajamar, amplitud de las mismas, ya que pueden hacer variar la posición de las cubiertas del buque con el muelle, donde se encuentran las diferentes dotaciones de lucha contra incendios trabajando.

### **4.3. COMUNICACIONES**

Resulta imprescindible que las comunicaciones sean fiables y fluidas porque son una herramienta clave para el éxito de la intervención. Cuando trabajamos en las bodegas bajo la línea de flotación podemos tener apantallamientos en las comunicaciones VHF, por tanto, podemos considerar utilizar los sistemas de comunicación del buque (megafonía, teléfonos fijos en diferentes ubicaciones, etcétera). Será imprescindible entender que el personal que espera

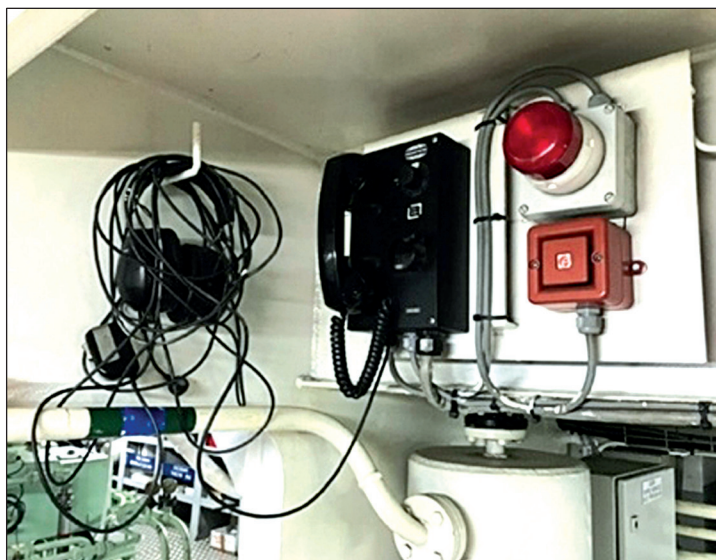
fuera del buque (PMA, Consejo de Dirección, Técnicos Asesores) requiere suministro de información lo más detallada y actualizada posible para que la toma de decisiones lleve a buen fin la contingencia. Por tanto, una vez que el servicio de extinción de incendios local acceda al buque, debería describir la situación antes de comenzar sus labores, en cada cambio de ubicación (si es posible) y en todo caso cuando haya novedades relacionadas con la emergencia (localización de víctimas, nuevos focos de incendio, riesgos que no habían sido detectados, ...).

La coordinación con los servicios de salvamento, prácticos, etcétera, precisa que los servicios de extinción de incendios cuenten con banda VHF marina u otro tipo de comunicaciones. El canal Internacional de socorro, urgencia y seguridad es el CH16 (156,8 MHz).

### *Sistemas de comunicación interna en los buques:*

La comunicación entre la tripulación se va a llevar a cabo a través de los siguientes medios:

1. Equipos de radio VHF (Very High Frequency) portátiles en banda marina en frecuencias comprendidas entre los 156 y 174 MHz.
2. Sistemas digitales de telefonía fija a través de una centralita.
3. Sistema de telefonía analógica autogenerada utilizada en caso de emergencia, para comunicarse entre el puente de gobierno, el control de máquinas y el local de servo.
4. Megafonía. interna y externa.



*Teléfono autogenerado en el local de propulsión.*

### *Principales problemas en las comunicaciones:*

Durante las intervenciones de los bomberos en tierra en los diferentes espacios del buque, pueden surgir diferentes problemas en las comunicaciones.

La estructura de un buque está formada por grandes cantidades de metal. Además, en situaciones de incendio, se activarán las puertas resistentes al fuego, por lo que la penetración de señales de radio quedará muy limitada, generándose problemas técnicos. Habrá que considerar que las frecuencias VHF de comunicación pueden presentar problemas al estar trabajando en interiores de estructuras metálicas. Siendo más efectivas las frecuencias UHF (Ultra High Frequency), puesto que proporcionan la mejor opción posible para realizar la comunicación entre los bomberos que están trabajando dentro de los espacios del buque, así como entre estos y los bomberos que se encuentran en la cubierta o en el muelle.

La coordinación entre el Jefe de dotación de los bomberos en tierra y los demás equipos de intervención es esencial y requiere de una buena comunicación entre ellos. Por tanto, será necesario que los bomberos tengan la posibilidad de utilizar uno de los canales de la banda marina designado por la autoridad correspondiente para estos casos, a través de equipos de radio portátiles.

Algunos servicios de bomberos ubicados en ciudades portuarias disponen de un equipo con banda marina y una matriz de conmutación que posibilita la integración de ambas redes. Este equipamiento permite trabajar en alguno de los canales disponibles y cuya selección se realiza en el propio equipo.

También pueden existir problemas de comunicación lingüística en una intervención en un buque puede darse el caso de que las nacionalidades de la tripulación y la de los bomberos sean diferentes, siendo imposible comunicarse en el mismo idioma. Si se diese este caso, sería idóneo contar con la ayuda de un traductor especializado en asuntos marítimos. Se recuerda de la existencia de las frases normalizadas de la OMI para las comunicaciones marítimas, las cuales pueden ser de ayuda en estos casos.

Para finalizar, en los buques tanque o espacios de los buques donde pueda existir presencia de vapores o gases inflamables, los equipos portátiles de radio utilizados han de ser ATEX (ATmósfera EXplosiva), aptos para ser usados en áreas con riesgo de explosión. En referencia a esto, las diferentes Autoridades Portuarias en sus normas básicas, suelen incluir la prohibición, salvo autorización expresa, del uso de aparatos de radio frecuencia que no cumplan dicha normativa, en terminales de hidrocarburos, productos químicos y gases licuados.

Respecto al uso de los teléfonos móviles en los buques tanques y más concretamente en las zonas en donde pueda existir presencia de vapores o gases inflamables (zona de carga y

cámara de bombas), están considerados como equipos no intrínsecamente seguros y solo se consideran seguros en espacios que no son de riesgo (espacio de la habilitación). Por lo tanto, en este tipo de buques, los teléfonos móviles sólo deberán utilizarse a bordo con el permiso del capitán.

## 4.4. RIESGOS ESPECÍFICOS DE INTERVENCIONES EN BUQUES

### *Orientación a bordo*



Dentro de un buque, el equipo de intervención puede encontrar muchos obstáculos y tener la impresión de encontrarse en un laberinto. Las posibilidades de perderse dentro de un buque son más elevadas de lo que podemos pensar, de ahí la importancia de trabajar siempre en binomios y con comunicaciones. Es de suma importancia solicitar colaboración de la tripulación, ya que son las personas que mejor conocen los diferentes espacios del buque. Además, al estar formados en la lucha contra incendio a bordo, podrán llevar a los bomberos hasta el espacio donde se encuentra el incendio. Otra opción es colocar en los diferentes recorridos hasta el espacio del incendio, algún tipo de cinta o cabo guía que ayude a los bomberos a orientarse a bordo.

En el espacio afectado por el fuego, donde van a existir condiciones de visibilidad reducida producida por los humos de los productos de la combustión, es aconsejable disponer de cámaras de imágenes térmicas. Por otro lado, es la herramienta más apropiada para saber, si el sistema fijo de extinción de incendios del buque del espacio a proteger está actuando adecuadamente, puesto que es posible tomar temperaturas exactas del mamparo en diferentes intervalos de tiempo y valorar si la temperatura crece o decrece.

### *Caída al mar*

El riesgo de caída es más elevado de lo que podemos pensar especialmente durante las operaciones de embarque, por lo que el uso de un chaleco es necesario. El chaleco adecuado será de tipo inflable por su comodidad en comparación con los rígidos.

La flotabilidad habitual de este tipo de chalecos es de 150 Newton; bien es cierto que, debido al peso de las botas, guantes, traje de bombero, casco, etcétera, es probable que este chaleco no nos dé flotabilidad suficiente para dejarnos las vías aéreas por encima de la línea de flotación, y para estos casos es más aconsejable chalecos de 275 Newton que son los que se suelen utilizar en el ámbito *offshore*.

En el apartado 2.3 del presente Manual ya se han tratado los pros y contras de la utilización del chaleco salvavidas en una intervención de bomberos.



### *Cinetosis*

Las dotaciones de bomberos están acostumbradas a trabajar sobre planos horizontales estáticos. La mar es un medio muy especial y, como se viene recordando, una embarcación puede estar en continuo movimiento.

El mareo no es un aspecto baladí, un bombero mareado no es un bombero operativo y puede llegar a ser un peligro grave un vómito con una máscara puesta del ERA en una zona inundada de humos.

La cinetosis puede darse hasta en las personas más experimentadas, aparece por una contradicción entre las informaciones enviadas al cerebro por el oído (movimiento) y la vista (estático). El humo y los olores fuertes lo propician.

Prevenir el mareo es siempre más efectivo que combatirlo, por lo que se aconseja el uso de medicamentos anticinetóticos, así como asegurarnos de que no tenemos el estómago vacío a la hora de participar en una intervención a bordo. Es importante mantenerse ocupado y nunca mirar fijamente las olas ni objetos en movimiento, sino el horizonte.

### *Estachas y cabos*

En puerto es clave determinar la situación de la zona de estacionamiento de los vehículos, evitando las zonas próximas a los cabos de amarres y dejar márgenes de seguridad respecto

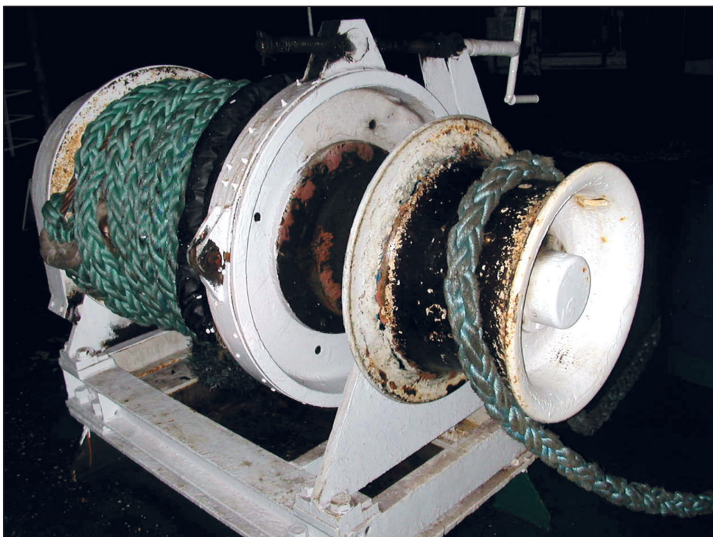
a ellos. Si un cabo *falta* (rompe) puede generar una situación muy peligrosa. El buque puede volverse inestable y generar accidentados. Asimismo, es fundamental no situar el camión de bomberos en el radio de acción de dichos cabos.

Dependiendo de la ubicación del incendio, el fuego podría alcanzar las estachas de amarre, para evitar esta situación habrá que disponer un equipo de bomberos preparados con líneas de agua para evitar esta situación. Los remolcadores de puerto, aparte de ayudar en las tareas de refrigeración y extinción del incendio, también estarán preparados para evitar que el buque se separe del muelle en el caso de que le fallen los amarres.

Los cabos y sus *winches* y maquinillas, solamente han de ser manipulados por gente experimentada; es decir por la tripulación del buque.

Precauciones de seguridad en relación con los cabos:

- ~ Debe tenerse bien claro cuál es el chicote, el seno, el firme y las cocas de los cabos que tenemos a nuestro alrededor.
- ~ Nunca se debe entrar en un seno o coca de una estacha o cable porque podrían tensar repentinamente y atrapar o hasta diseccionar un miembro.
- ~ No ponerse en las proximidades de un cabo en tensión. Si rompiera, las dos partes actuarían como un látigo, lo que se conoce como latigazo de retroceso o *snapback*.
- ~ Se debe guardar siempre una distancia mínima de seguridad de los cabos en tensión. Determinar la situación de la zona de estacionamiento de los vehículos, evitando las áreas próximas a los cabos de amarres, dejando márgenes de seguridad respecto a ellos.





## Caídas en el interior

Tal y como se comentó en el apartado *Sala de máquinas*<sup>32</sup>, la ausencia de planchas de las diferentes plataformas puede constituir un riesgo de caída especialmente si la visibilidad es baja. Las continuas tareas de mantenimiento en un buque obligan a mantener diferentes planchas desubicadas de su localización sin aviso ni protección alguna contra caídas.

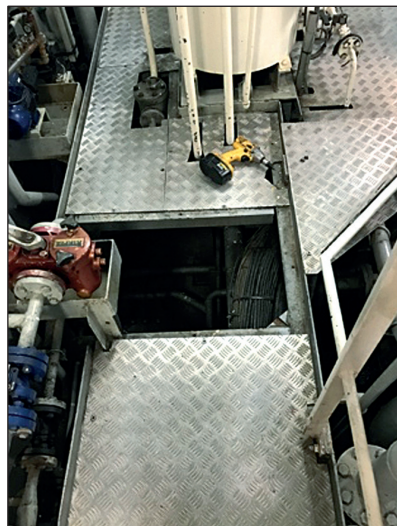
### 4.5. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN EN BUQUES

#### 4.5.1. Riesgos que supone la introducción de agua para sofocar incendios en el buque

El Jefe de Intervención de los bomberos que asistan a un incendio en un buque debe asegurar la estabilidad del mismo tan pronto como sea posible y preferiblemente antes de que comience la lucha contraincendios, para ello es necesaria la colaboración con los oficiales del buque y demás expertos. Las medidas correctivas de estabilidad deben realizarse preferentemente antes de que el buque entre en una condición de estabilidad crítica.

Se ha de obtener de los oficiales del buque una evaluación de la cantidad de agua que se puede utilizar en la extinción de un espacio sin poner en peligro la estabilidad del buque, calculando el tiempo aproximado que tardará en llegar a este límite. Recordemos que, en el caso de utilizar un monitor de incendios, se podría embarcar alrededor de 2,5 toneladas de agua a bordo cada minuto, un monitor de un remolcador alrededor de 40 toneladas por minuto y una línea de manguera hasta 0,5 toneladas por minuto. Asimismo, es fundamental mantener cerradas las puertas estancas.

Sería conveniente disponer de un **Procedimiento de Control de Estabilidad** previsto para ponerlo en funcionamiento cuando sea necesario. En el mismo, deberán definirse los diferentes efectivos del Servicio encargados de controlar la estabilidad del buque durante la extinción del incendio. El Jefe de Intervención será informado de cualquier cambio significativo sobre la estabilidad del buque, es decir, un cambio en la escora o en el asiento del buque.



<sup>32</sup> Ver apartado 1.4 Espacios de los buques.



El *Procedimiento de Control de Estabilidad*, llevado a cabo por el equipo responsable de controlar la estabilidad del buque, debería basarse en las siguientes tareas:

1. Establecer contacto con el capitán, los oficiales del buque, consignatario del buque, inspector de la compañía, etcétera. Obtener los planos del sistema de achique del buque, estiba de carga (si procede), tanques de lastre, y requerir información sobre el estado actual de los distintos tanques. Para este tipo de intervenciones, establecer un puesto de mando avanzado (PMA), ayudaría a que la gestión de emergencias sea más ágil y eficaz.
2. Completar una tabla de estabilidad con toda la información necesaria (escora, calados, tensión en los cabos), que deberá ser actualizada a intervalos de aproximadamente media hora y transmitida al Jefe de Intervención en caso de cambios significativos.
3. Al producirse la escora por el agua introducida a bordo durante la extinción y/o refrigeración, el mejor método para corregirla es achicar el agua acumulada en los diferentes espacios.
4. Controlar las salidas de agua del buque, como imbornales, portas de desagües, etcétera. Éstas podrían estar obstruidas por residuos generados por el propio incendio. Por otro lado, estas aperturas a menudo se cierran durante las operaciones de toma de combustible para evitar que cualquier derrame de combustible acabe en la mar, por lo que habrá de tenerse en cuenta.
5. Establecer una referencia de estabilidad, por ejemplo controlando periódicamente las escalas de calados o el inclinómetro del buque. Si el buque está apoyado en el muelle o es retenido por los cabos de amarre las lecturas no serán correctas. Es importante controlar la tensión de los cabos.
6. Descargar o trasladar pesos según corresponda para intentar bajar el centro de gravedad.



### 4.5.2. Estrategias según la localización del incendio

Los buques están divididos verticalmente en secciones por mamparos. Pueden tener el mismo número que la cuaderna sobre la que están apoyados o estar numerados secuencialmente de proa a popa. Proporcionan rigidez al casco y protección estructural en caso de colisión, inundación o incendio y separan distintos espacios del buque. El mamparo de colisión está situado en el primer 5% de la eslora. Este mamparo proporciona protección contra inundaciones en el caso de que el buque colisione con otro buque u otra estructura. Conocer la subdivisión que confieren los mamparos y las zonas que se establecen, puede ser de gran ayuda para confinar un incendio, acceder a él para su extinción y hacerlo, en su caso, con una menor cantidad de agua.

Es habitual que los bomberos ataquen los incendios en interiores con mangueras de 25 mm, si se recibe una llamada para intervenir en un barco, es de suponer que el fuego se haya propagado por varias dependencias y necesitemos manguera de 45 mm, que nos dará mayor seguridad y protección. No obstante, sabemos que la manguera de 45 mm presenta problemas importantes de movilidad, más aún para un grupo de intervención que no está habituado a su uso de forma dinámica. Al mismo tiempo, los incendios en interiores requieren un uso moderado de agua, por lo que, si las circunstancias permiten el uso de 25 mm en alta presión para este tipo de fuegos, esa será la opción elegida.

El interior de un buque puede ser laberíntico y lleno de obstáculos, recordamos que en cada dependencia hay un altillo en el que es más que probable que el racor quede preso, impidiendo el avance del equipo, por lo tanto, se necesita entrenamiento con manguera de 45 mm en interiores para actuar con éxito. Será decisión del jefe de intervención la utilización de uno u otro equipo en función de las circunstancias.

### **Incendio en habitación**

Los incendios en la habitación (superestructura), pueden tratarse de similar manera que los incendios en los edificios, salvando las diferencias. En su mayoría, los buques están contruidos con acero naval, de gran resistencia estructural en caso de incendio, pero por el contrario un gran conductor del calor. Como se ha visto en el apartado 1.4 *Espacios de los buques*, dentro de este espacio se encuentran los camarotes, lavandería, oficinas, salón, cocina, etcétera. El tipo de combustible existente dentro de este espacio generalmente pertenece a la clase A, combustibles sólidos.

En caso de producirse un incendio en el espacio de la habitación, el fuego no debería extenderse más allá de la zona limitada por los mamparos y cubiertas resistentes al fuego. El problema radica en la existencia de conductos de ventilación, y los conductos del cableado,

que en caso de incendio traspasan dichas zonas, favoreciendo la propagación. Las altas temperaturas que se pueden alcanzar en los camarotes podrían generar el deterioro parcial de los conductos de ventilación, llegando incluso a derretirse, dejando fuera de servicio las válvulas de mariposa cortafuegos y permitiendo que el fuego recorra el falso techo y se extienda a los camarotes y pasillos adyacentes.

Una diferencia con respecto a los escenarios que los bomberos acostumbran a encontrar en tierra es la compartimentación interior, configurada con pasillos y escaleras angostas, con escasa iluminación natural, lo que influye directamente en la orientación de los bomberos, que, sumado a las altas temperaturas generadas, favorecerán al aumento de la fatiga por estrés térmico de los equipos de intervención. En los buques de pasaje podemos encontrarnos cientos de camarotes, por tanto, es probable que existan varios equipos de intervención para rastrear. Para evitar confusiones debemos marcar las puertas de los camarotes que ya han sido comprobados con tiza o cinta.



Un espacio susceptible de generar incendios dentro de la habilitación es la cocina. Al ser un punto conflictivo, la cocina también está protegida con un sistema local de  $\text{CO}_2$  para ser activado en caso de incendio. Cuando se realice la apertura del armario donde se localiza el sistema de disparo, sonará una alarma para alertar de la evacuación del personal, y automáticamente se cortará la ventilación de la campana extractora de humos. No hay que olvidar que para que sea eficaz este sistema, los portillos y demás accesos deberán estar cerrados.



*Diferentes cocinas con sus correspondientes cuadros eléctricos.*

Las cocinas además disponen de un dispositivo que permite desconectar los extractores de la campana, una válvula de mariposa contra incendios dentro del conducto de dicha campana y un sistema fijo de extinción en los conductos de la extracción de las placas de los fogones, que suelen ser de tipo eléctrico.

Por otro lado, al existir una combinación de altas temperaturas y productos combustibles por el uso de grasas y aceites, aumenta el riesgo de incendio tanto en la campana extractora como en la zona de los fogones. Por tanto, se suele instalar un sistema de extinción a base de espuma. Este se activa automáticamente cuando se alcanza una determinada temperatura. También puede accionarse manualmente, a través de un pulsador o tirador.



*Boquillas de descarga del agente extintor (Izq). Tirador de activación manual (Dcha).*

## Incendio en cubierta

Suele ocurrir por vertido de sustancias combustibles debido a rotura de líneas o de mangueras de carga/descarga o por fuga en conexión del *manifold* (petroleros). Los productos no caen al mar porque las aperturas de los trancaniles<sup>33</sup> están cerradas para evitar la contaminación marítima. En el caso de buques tanque (petroleros, gaseros y quimiqueros), el primer recurso que debemos considerar es el **ESD**<sup>34</sup> (*Emergency Shut Down*), que cerrará todas las válvulas. Es probable que la activación de este dispositivo ya haya sido realizada por la tripulación.



Un problema común en este tipo de intervenciones es la complejidad en el tendido de líneas debido al poco espacio disponible en cubierta. Más aún, como veremos, si se debe montar distintas líneas de espuma y de agua.

## Incendio en bodegas

Lógicamente, dependiendo del tipo de carga que encontremos en la bodega, tendremos que adoptar las medidas adecuadas para evitar la propagación hacia otras bodegas

<sup>33</sup> El trancañil en la cubierta de un buque es la zona donde existen aberturas para evitar la acumulación de agua. El agua que embarca debido a rocciones sale por imbornales o aberturas del trancañil de manera natural debido a la inclinación de la cubierta..

<sup>34</sup> Ver apartado 4.5.5 “Riesgos inherentes a los buques tanque”.



o espacios del buque. En caso de una emergencia, las administraciones responsables analizarán los pormenores del buque, carga y riesgos en general antes de cualquier intervención.

Información imprescindible es la manera de accionar las tapas de las escotillas. Estas pueden necesitar grúas externas para levantarlas o puede que sea por sistema hidráulico, para lo que se necesitará que el buque tenga energía.

Podemos encontrar diferentes accesos a las bodegas según el tipo de buque, pero es habitual encontrar tambuchos en cubierta un poco elevados. Una vez abierto el tambucho nos encontraremos una escalera vertical (o con tramos muy inclinados y sin contrahuella) que debería llegar hasta el plan de la bodega. Un riesgo a tener en cuenta en caso de acceder a la bodega por una escala vertical es tirar demasiada manguera desde cubierta y que se enganche en los candeleros. En ocasiones también podemos encontrar pasillos a ambas bandas del buque que recorren todas las bodegas bajo la cubierta principal.

Ante un incendio en bodega se debe considerar activar el sistema fijo de extinción, cerrar la tapa de escotilla y demás accesos a la bodega, realizar el cierre de la ventilación y comenzar con la refrigeración de zonas adyacentes. Como medida preventiva, es conveniente cerrar todas las tapas de escotillas de las bodegas del buque, evitando la propagación a las bodegas contiguas. Una vez más, la colaboración de la tripulación es fundamental para realizar operaciones como el cierre y desconexión del sistema de ventilación, accionamiento de las tapas de las bodegas, etcétera. Algunas bodegas podrían estar protegidas con dos sistemas de extinción, un sistema de extinción por gas,  $\text{CO}_2$  en la mayoría de los casos, y un sistema fijo de extinción por aspersión de agua. A la hora de valorar la utilización de uno u otro es necesario considerar que los incendios de bodegas podrían afectar a materiales apilados o carga a granel, generando fuegos en profundidad. En estos casos, la aplicación de agentes extintores a base de agua no será efectiva a menos que se alcance directamente la superficie del material combustible, sin embargo, los agentes de extinción a base de gas tienen una excelente penetración, resultando los más adecuados en este tipo de incendios. Una vez esperado el tiempo necesario para que actúe el sistema de extinción del buque, podría ser necesario extraer la carga sobre el muelle y enfriar la misma hasta conseguir su completa extinción. La naturaleza de la carga afectada es, por tanto, una información esencial por lo que hemos visto, pero además también porque debemos tener en cuenta que muchas de ellas pueden reaccionar con el agua de forma violenta (principalmente clase 4 con base de sodio, potasio y sustancias organometálicas).

Si elegimos utilizar el sistema fijo de  $\text{CO}_2$  en las bodegas de un **buque portacontenedores**, es imprescindible recordar que el mecanismo de disparo suele emplazarse en el pañol del  $\text{CO}_2$ , siempre fuera de espacio protegido, ubicado generalmente en una de las cubiertas inferiores de la superestructura. En la aplicación del sistema fijo de extinción de incendios se

obtendrá un alto porcentaje de efectividad siempre que se lleven a cabo una serie de pasos previos indispensables<sup>35</sup>.

En los contenedores estibados dentro de las bodegas, la mala visibilidad puede ser un factor que juegue en contra, no permitiendo la identificación de la ubicación correcta para realizar la utilización de la lanza especial de perforación. Además, el método requiere que los bomberos se acerquen a un contenedor en combustión a muy poca distancia, lo que conlleva un alto riesgo o lo que podría considerarse impracticable debido al fuerte calor de radiación.

Durante la intervención pueden surgir problemas relacionados con la operatividad y la seguridad del equipo de intervención:

- ~ Movimiento peligroso de los contenedores: puesto que el incendio podría dañar los elementos de trincaje de los contenedores ubicados sobre cubierta.
- ~ Las altas temperaturas podrían deformar los raíles metálicos de las bodegas así como las cantoneras<sup>36</sup> de los contenedores. Si es necesario retirar contenedores del área afectada por el incendio, no será posible descargar los contenedores con las grúas. Es importante refrigerar estos puntos durante la intervención.
- ~ Algunos contenedores, los llamados *reefer*, están equipados con una unidad de refrigeración que se conecta a la red eléctrica (corriente trifásica) del buque.
- ~ Presencia de mercancías peligrosas: antes de intervenir sobre un contenedor, debemos estar seguros de su contenido y de la carga de los contenedores adyacentes. Si se transportan mercancías peligrosas en ellos deberían estar señalizados con las marcas del *Código IMDG*<sup>37</sup>.

Una intervención en los espacios de carga de los **buques de carga rodada** tiene cierta similitud con las llevadas a cabo por los bomberos en los garajes urbanos. Aparte de la formación de grandes masas de humo negro creados por los vapores y gases tóxicos debidos al tipo de combustible quemado, es necesario recordar que los vehículos transportados estarán trincados a la cubierta del buque mediante cadenas y cintas de sujeción, lo cual puede dificultar el desplazamiento con mangueras y demás equipo.

Este tipo de buques disponen de grandes francobordos, por lo que la aplicación de grandes cantidades de agua en su interior, si no se controla, puede generar problemas de pérdida de estabilidad y producir una escora repentina, produciendo el movimiento inesperado de la carga, que podría resultar fatal para los bomberos.

<sup>35</sup> Ver Sistema fijo de CO<sub>2</sub> en apartado 4.5.2.

<sup>36</sup> Ver apartado 1.11 *Terminales portuarias*.

<sup>37</sup> Ver apartado 1.10 *Mercancías Peligrosas a bordo de los buques*.





*Trincaje de vehículos en la bodega de carga de un buque Ro-Ro.*

Por otro lado, en los tanques de carga de **petroleros, quimiqueros y gaseros** es preciso acceder con el detector de gases y equipo de comunicaciones e iluminación *ATEX*, por la presencia de vapores o gases inflamables. La utilización de teléfonos móviles tanto en los espacios de carga como en la cámara de bombas está prohibida excepto con el consentimiento del capitán del buque.

## **Incendio en sala de máquinas**

Los incendios en los espacios de máquinas se pueden clasificar como incendios de clase B “líquidos inflamables”, puesto que la gran mayoría de los buques mercantes utilizan motores de combustión interna alimentados por combustibles marinos residuales, sin olvidar el uso cada vez más frecuente del gas natural licuado.

La propagación del incendio se suele realizar de manera muy rápida, ya que normalmente estos fuegos son generados por derrames de combustible. Una de las principales causas es la rotura o desajuste de algún colector a presión de combustible o aceite, provocando la pulverización del mismo sobre superficies calientes. En consecuencia, la acumulación de calor es rápida y se debe actuar sin demora introduciendo las cantidades requeridas del agente extintor adecuado,  $\text{CO}_2$ , espuma, agua nebulizada, etcétera, con el fin de minimizar la propagación del incendio y evitar el colapso estructural del espacio de máquinas.

Los motivos que hacen de una sala de máquinas un escenario tan complejo son los siguientes:

- ~ Presencia de diferentes combustibles (fuel-oil, gasoil, aceites, grasas, LNG, etcétera).
- ~ Mayoría de las superficies metálicas. El fuego las calienta a temperaturas muy altas y generan mucho vapor al contacto con el agua.
- ~ El acceso siempre es desde la parte más alta, por lo que al acceder nos encontraremos con la corriente convectiva de los gases y productos de la combustión.
- ~ Diversos obstáculos donde pueden quedar presos los racores.

Si los bomberos deben intervenir en la sala de máquinas, deberán saber de la presencia o no de víctimas, así como de la activación del sistema fijo y su efectividad.

La decisión de acceder a la sala depende del jefe de dotación o intervención de bomberos. Además, habrá que decidir cuál es el acceso adecuado a la sala, considerando como más apropiado hacer el tendido en la cubierta externa, en vez de acceder por el interior del buque.

Valorar la posibilidad de emplazar ventiladores de presión positiva (VPP)<sup>38</sup> y aplicar la presurización como táctica defensiva, para permitir preservar ciertas zonas como los pasillos y espacios próximos a la sala de máquinas, libres de humos y gases. La aplicación de esta táctica mejora el desplazamiento de los equipos de intervención y el rescate de víctimas o desalojo de la tripulación del buque.

En este tipo de intervenciones es preciso llevar el control de la presión de los *ERA* (*boarding control*), evitando que las alarmas suenen dentro de la sala máquinas. Las condiciones en el interior de una sala de máquinas incendiada pueden asemejarse a estar en el interior de un horno, por lo tanto, es muy importante realizar el relevo de los bomberos a cada cambio de botella de aire.

Será necesario calcular previamente la cantidad de espumógeno que puede ser requerida. Hay que considerar que, durante la aplicación de la espuma, gran cantidad de ella se va a perder debido al elevado calor acumulado sobre la maquinaria, tuberías, plataformas y demás equipos existentes. Por este motivo, tanto la tasa de aplicación como el tiempo de aplicación recomendado para este tipo de espacio es necesario que sea doblado. Para realizar los cálculos de espumógeno requerido, habrá que obtener de la tripulación, el área aproximada de la sala de máquinas, información que también se podrá obtener del inspector del buque, consignatario, etcétera.

Si se decide realizar un ataque ofensivo, se valorará la posibilidad de realizar ventilación natural para tratar de evacuar la mayor cantidad de humos, vapores y gases de la combustión del interior de la sala de máquinas. Este método producirá un descenso de la de temperatura, mejorando la visibilidad al elevar el plano neutro. Por lo general, de haber tripulación atrapa-

<sup>38</sup> Ver Ventilación en apartado 4.5.5.

da, utilizar la ventilación natural y ventilar el espacio incendiado, puede mejorar la capacidad de supervivencia de estas. No obstante, es indispensable estudiar y consensuar siempre la aplicación de estas técnicas, puesto que también pueden agravar la situación en el interior.

Al aplicar esta técnica se usarán las lumbreras, escotillones y demás puertas situadas en el guardacalor<sup>39</sup> que dan salida al exterior. El viento será un factor determinante a tener en cuenta, puesto que podría dificultar la evacuación de los humos. Las aperturas de los huecos deberán estar en la zona de sotavento, de esta manera se facilita el flujo y desplazamiento de los productos de la combustión al exterior. Estas aperturas de evacuación de humos se efectuarán con suma precaución, asegurando la zona previamente. Los bomberos intervinientes deben estar preparados con líneas de agua para realizar la refrigeración de las zonas exteriores y situándose a barlovento, protegiéndose de recibir cualquier llamarada que se pueda producir.

Otra posibilidad es realizar un ataque ofensivo sin aplicar ningún método de ventilación, logrando trabajar con valores por encima del límite superior de inflamabilidad (LSI). Así se evita la generación de una combustión súbita generalizada o una explosión de humos. En este caso, y siempre que las condiciones lo permitan, la entrada se realizará por el acceso inferior. La visibilidad va a ser prácticamente nula porque al no existir ventilación el plano neutro se encontrará en cotas próximas al nivel del plan de la sala de máquinas. Esta situación puede resultar muy incómoda, aunque puede ser asumible por un equipo de intervención.

Previamente a realizar la entrada en la sala de máquinas, se realizará el control de la temperatura en el interior, por medio del disparo de agua (pulsación corta) sobre la puerta de acceso, en caso de no disponer de cámara de imágenes térmica. Si se produce la vaporización del agua, indicará que la temperatura en el interior es elevada. Solo si la temperatura dentro del compartimento está lo suficientemente fría, se podrá abrir la puerta con precaución para verificar las condiciones en el interior del espacio. La apertura de la puerta se ha de realizar controlando que no se aporte gran cantidad de aire al interior, ya que podrá cambiar el desarrollo del incendio y ocasionar condiciones de *Flashover* o *Backdraft* en el interior. Una vez en el interior el equipo de extinción, es fundamental estar en todo momento efectuando el control de puerta y facilitando el trabajo con las mangueras. Durante el avance por el interior es preciso ir efectuando periodos de enfriamiento de gases y chequeos de temperatura. Una vez localizado el foco del incendio, se ha de aplicar la espuma AFFF, dirigiendo el chorro sobre mamparos laterales, el cuerpo del motor principal, etcétera, dejando que la espuma selle la superficie del líquido inflamable. Durante el enfriamiento de los mamparos, equipos y demás superficies calientes, se tendrá la precaución de no romper la capa de espuma que sella la superficie del líquido del combustible. Una vez extinguidos los focos del incendio, refrigerado los diferentes espacios, se ventilará la sala de máquinas, atendiendo a posibles reigniciones.

<sup>39</sup> Espacio situado por encima de la sala de máquinas por donde pasan los conductos de la chimenea que dan salida a los productos de la combustión de los propulsores, auxiliares, calderas, etcétera.

## ***Recomendaciones para acceder a los espacios de máquinas.***

La sala de máquinas es un espacio en el que necesariamente se debe acceder por el plano superior. Por lo que los gases de combustión, con temperaturas muy elevadas, tienden a salir por los accesos utilizados por los bomberos.

Las escalas suelen tener bastante pendiente y avanzar con la manguera puede generar problemas al quedar atascada entre los candeleros de la misma. Si la situación lo permite, una técnica para descender escaleras con mucha pendiente puede ser bajar de espaldas y haciendo uso de los pasamanos.

El acceso principal a la sala de máquinas se realiza a través de una puerta situada dentro del espacio de la habitación, a la altura de la cubierta principal o primera cubierta de la superestructura.

En la cubierta existen otros posibles accesos a través de escotillones utilizados en las salidas de las vías de evacuación. Además, los buques disponen de lumbreras, aberturas practicadas en las cubiertas que permiten la entrada de luz y ventilación a los espacios bajo cubierta. En la sala de máquinas, también se utilizan para introducir o sacar grandes piezas en tareas de mantenimiento. Durante la intervención, los bomberos pueden utilizar las lumbreras para proyectar a través de ellas espuma o utilizarla en tareas de ventilación. Habrá que comprobar si la temperatura no ha deformado los materiales para conseguir su apertura.



## ***Recomendaciones relativas a vías de evacuación de los espacios de máquinas.***

Antes de acceder a los espacios de máquinas es necesario localizar y estudiar detenidamente las distintas vías de evacuación, ayudándose del plano de lucha contra incendios y del conocimiento que la tripulación tiene sobre el buque.

Existen vías de evacuación principales y vías de evacuación secundarias. La vía de evacuación principal suele coincidir con el acceso principal a la sala de máquinas, no obstante, esta información vendrá debidamente indicada en el plano de lucha contra incendios. Las salidas

de evacuación o vías secundarias suelen componerse de dos juegos de escalas verticales, separadas entre sí tanto como sea posible. Dichas escalas acaban en escotillones que dan acceso al exterior. En alguna ocasión una de las escalas verticales puede sustituirse por otra vía de evacuación, por ejemplo, a través de una puerta al guardacalor. Algunos buques cuentan con troncos de escape verticales de comunicación entre las cubiertas que permite el tránsito por su interior en caso de emergencia.

De producirse un incendio en la sala de máquinas, la elección de la vía de evacuación dependerá de la localización del mismo. No siempre la vía más segura será a través de las escaleras internas que conducen a las salidas situadas dentro del espacio de la habitación. Podría darse la situación de tener incluso que descender para acceder a las escalas situadas en alguno de los troncos de escape verticales o el local del servo situado justo encima de la mecha del timón o el espacio del eje de la hélice.

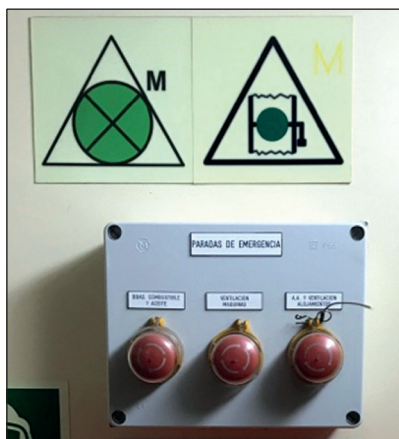
Además de tratarse de un escenario totalmente desconocido para los bomberos, hay que añadir otro factor de riesgo más: la acumulación de agua durante la extinción, que podría generar la escora del buque con el equipo de intervención en su interior. Es fundamental tener localizadas salidas alternativas, puesto que las vías de acceso podrían quedar bloqueadas. Las puertas de las vías de evacuación se abrirán en dirección de la evacuación, con la excepción de las puertas que comunican el espacio de máquinas con la habitación, que podrán abrirse hacia dentro para evitar causar daño a personas que se encuentren en el pasillo cuando se abra la puerta. Aunque este tipo de salidas se deberían comprobar periódicamente, es posible que ofrezcan resistencia a su apertura por falta de uso al ser afectadas por corrosión, un exceso de pintura, o una falta de mantenimiento de las mismas.

Otro riesgo ya comentado que existe en la sala de máquinas es encontrarnos planchas levantadas. El suelo de la sala de máquinas está formado por multitud de planchas que se levantan para hacer trabajos de mantenimiento o reparación en los dispositivos situados bajo ellas. En caso de baja visibilidad, el riesgo de caída en una sala de máquinas es considerable, por lo que se debe caminar siempre arrastrando los pies.

### **Eliminación de la ventilación**

La ventilación es un factor importante en la lucha contraincendios en los buques, con el simple hecho de cerrar puertas, portillos, rejillas de ventilación, etcétera, se reduce el porcentaje de comburente mitigando la intensidad del incendio.

En el plano de lucha contraincendios, estará indicada la ubicación de los sistemas remotos de parada de ventilación, los sistemas manuales de cierre de las válvulas de mariposa (*Fire Dampers*) y demás cierres exteriores de la ventilación.

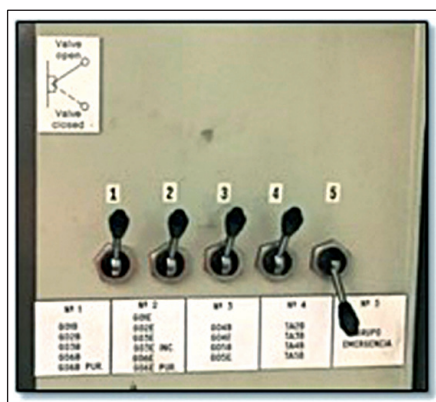


*Telemando de las válvulas de mariposa contra incendios y parada de la ventilación (Izq).  
Cierre de la ventilación del pañol de pintura (Dcha).*

### **Eliminación del aporte de combustible**

Uno de los objetivos principales a tener en cuenta en la elaboración de los procedimientos de extinción de incendios en la sala de máquinas, tanto a la hora de aplicar un ataque ofensivo, como un ataque defensivo en un incendio, es eliminar el aporte de combustible, además de detener los ventiladores, cerrar las compuertas de ventilación exteriores y detener las bombas de combustible.

A la salida de los tanques de combustible y aceite lubricante, están dispuestas válvulas de cierre rápido, activadas neumáticamente o por cable desde el puesto de control de incendios o desde un lugar externo a la sala de máquinas. Por lo general, para operar estas válvulas, se



debe localizar el armario de los telemandos en el plano de lucha contraincendios. Para cerrar las mismas, será necesario abrir la puerta o romper el cristal del armario que las contiene y manipular las palancas disparadoras.

En caso de disparar todas las válvulas, se corta el paso de combustible al motor principal, caldera y generadores auxiliares que generan la electricidad del buque. Esto supone una caída de planta o *black-out* y automáticamente entraría en funcionamiento el generador de emergencia. Si se quiere dejar el buque sin corriente eléctrica por completo y evitar el riesgo de electrocución durante la extinción de un incendio, es necesario actuar sobre la palanca correspondiente al generador de emergencia, situada en el cuadro mencionado anteriormente, o a través de otro dispositivo de corte, ubicado en una zona próxima al generador de emergencia el cual se especificará en el plano de lucha contraincendios.

En buques más antiguos, los sistemas de disparo de corte de las válvulas de combustible y aceite pueden estar distribuidos por los diferentes espacios de la habitación o la cubierta. Una vez localizados los disparadores, se han de manipular a través de un tirador de cable, cerrando así las respectivas válvulas. En buques más modernos, se tiende a ubicar en un mismo pañol diferentes sistemas como válvulas de cierre rápido, paro remoto de ventilación, cierre remoto de puertas correderas, etcétera, con la intención de ganar tiempo en la realización de todas estas acciones relacionadas con la lucha contraincendios. Tanto el sistema de cierre rápido de válvulas de combustible y aceite, como los diferentes tiradores, estarán debidamente señalizados en el plano de lucha contraincendios.



*Disparo en la cubierta del tanque de gas-oil de la caldera.*

## **Incendios en pañoles**

Los pañoles que albergan productos que podrían generar un incendio, como el pañol de pintura, disponen de sistemas fijos de extinción de incendios (sistema local de CO<sub>2</sub> o un siste-

ma fijo de aspersión de agua a presión). En caso de incendio, sería recomendable preguntar a la tripulación si dichos sistemas de extinción han sido disparados.

En caso contrario, y una vez asegurado que no se encuentra ningún miembro de la tripulación en su interior, la estrategia a seguir es disparar el sistema fijo de extinción de CO<sub>2</sub>, asegurándose de cerrar todas las ventilaciones, acceso y aperturas.

Simultáneamente a la activación del sistema de extinción de incendios, es preciso refrigerar los mamparos y cubiertas que estén en contacto con otros espacios, evitando así el riesgo de propagación de incendio. Antes de proceder a la apertura del pañol, al igual que en la sala de máquinas, se ha de controlar la temperatura en el interior con la ayuda de la cámara de imágenes térmica. Para realizar el acceso, y siempre en función de la dimensión del pañol, la entrada se realizará con una línea de agua de 45 mm, y otra de espuma, evitando aplicar chorros directos sobre los botes de pinturas, en su caso. Controlado y extinguido el fuego, realizar la ventilación del pañol, seguido por un reconocimiento final y chequeo de la atmósfera.

En el caso de disponer de un sistema fijo de aspersión de agua a presión, no es necesario cerrar previamente ventilaciones, pero es preceptivo establecer un control sobre la cantidad de agua que se está aplicando en el interior del pañol y observar las variaciones de estabilidad que sufra el buque<sup>40</sup>.

Aquellos pañoles que no están protegidos con un sistema fijo de extinción de incendios, si la temperatura en su interior es muy elevada, es preciso realizar un ataque defensivo, basado en la refrigeración de los mamparos y cubiertas. Para reducir la temperatura del colchón de gases en el interior se aplicará agua en la parte superior del pañol, para tratar de reducir la temperatura. Al igual que en la sala de máquinas, para evitar condiciones de *flashover* o *backdraft*, es importante no descuidarse y realizar una buena maniobra de apertura de puerta y controlar su temperatura mediante la aplicación de un chorro de agua desde el exterior. El número de líneas de agua, al igual que en el caso anterior, dependerá de las dimensiones del pañol, de los recursos humanos en número de bomberos y de los respetos y pertrechos que almacena en su interior.

#### 4.5.3. Activación del sistema fijo de extinción por CO<sub>2</sub>

Dependiendo de las circunstancias en las que se encuentre el incendio, el jefe de intervención debe valorar la situación y tomar la decisión de entrar o no en la sala de máquinas.

<sup>40</sup> Ver apartado 1.3. Estabilidad.



Si se toma la decisión de no entrar, la opción puede pasar por cerrar o aislar la sala de máquinas, cortar el aporte de combustible a ella, refrigerar los alrededores de esta y usar el sistema fijo de extinción con el que cuenta el buque.

La sala de máquinas está rodeada de mamparos y cubiertas de tipo A. Si se consigue sellar por completo y refrigerar a su vez el exterior, la activación del sistema de CO<sub>2</sub> debería funcionar eficazmente sofocando el foco del incendio. Este mismo procedimiento está indicado para aquellos espacios que cuenten con sistema fijo de extinción de incendios por CO<sub>2</sub>, como puede ser el caso de algunas bodegas de buques portacontenedores, buque RO-RO, etcétera.

Una vez tomada la decisión de aplicar el sistema fijo de extinción de incendios por CO<sub>2</sub>, conviene no retrasarse en el cierre de las puertas estancas y demás aperturas, puesto que, debido al calor, estas pueden deformarse y no ajustar bien, con lo que no se conseguirá el sellado requerido de la sala de máquinas. Al realizar el cierre de las puertas estancas, escotillas y lumbreras, se ha de proceder de abajo hacia arriba, puesto que si se empieza a cerrar desde arriba hacia abajo, los productos de la combustión se verán obligados a escapar por los accesos inferiores, y rápidamente el humo y gases calientes inundarán los espacios inferiores de la sala de máquinas y diferentes espacios del buque, haciéndose muy difícil o casi imposible alcanzar los accesos inferiores de la sala de máquinas para proceder a sus cierre.

En este caso, la actuación de los bomberos con la ayuda de la tripulación, se limitará a realizar cada uno de los siguientes puntos:

1. Cerrar todas las aperturas de acceso a la sala de máquinas, o el lugar del que se trate, obteniendo el sellado de esta antes de introducir el CO<sub>2</sub>.
2. Eliminar el aporte de combustible si es el caso de la sala de máquinas, activando las válvulas de cierre rápido.
3. Parar remotamente la ventilación y cierre manual de las válvulas de mariposa (*Fire Dampers*) y demás cierres exteriores.
4. Activar la descarga del CO<sub>2</sub>, dejando actuar el éste durante el tiempo suficiente para que se produzca la extinción por sofocación, tiempo no inferior a 60 minutos, sin permitir el acceso de oxígeno al interior, y mantener la refrigeración de los mamparos y cubiertas que rodean el espacio protegido.
5. Controlar la temperatura en mamparos de proa, popa y en la cubierta superior, si es posible a través de la utilización de una cámara de imagen térmica<sup>41</sup>. La pérdida de temperatura de los mamparos que rodean el espacio, es un claro indicativo de que el agente extintor está siendo efectivo. Antes de entrar se requieren

<sup>41</sup> Ver apartado 4.5.5 “Cámara de imagen térmica”.

tres disminuciones de la temperatura de los mamparos, siendo conveniente que la última lectura indique un descenso de 50 °C sobre la máxima temperatura tomada.

Cuando los valores de la temperatura de los mamparos perimetrales sean decrecientes y se hayan estabilizado un primer equipo de extinción con dos líneas, una de agua y otra de espuma AFFF, entraran en el espacio. En este caso la entrada se realizará por el acceso más elevado, para evitar el escape de  $\text{CO}_2$ . Si en el momento de la entrada o al poco de ésta, la temperatura en el interior aumenta o es excesiva impidiendo el avance, se procederá a retirarse y aislar nuevamente. Pasado unos 30 minutos o habiendo chequeado la temperatura de los mamparos y obteniendo tres reducciones de temperatura, se puede intentar nuevamente la entrada.

Durante el recorrido, se irá refrigerando los distintos puntos donde se observen temperaturas excesivas. Es esencial disponer de una cámara de imágenes térmicas, y avanzar con seguridad por el espacio en humo, así como realizar los controles de temperaturas en el interior. Localizado el derrame o foco del incendio, el punto de máxima temperatura, aplicar espuma consiguiendo el sellado de la superficie, y refrigerar con la línea de agua las zonas calientes evitando romper las capas de espuma aplicada.

Una vez controlado y extinguido completamente el incendio, se realizará la ventilación, siempre con los equipos de intervención fuera del lugar. Finalizadas las operaciones de ventilación, se chequeará la atmósfera, con el objeto de comprobar que los niveles de oxígeno ( $\text{O}_2$ ), sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), gases inflamables (LIE) y compuestos orgánicos volátiles (VOC), permiten la entrada de personal sin equipos de respiración autónomos.

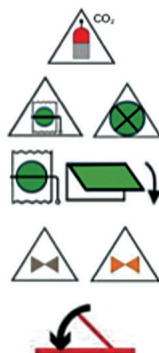
Sería conveniente que los bomberos elaboraran una lista en la que se incluya todos aquellos pasos necesarios que faciliten la labor de activar el sistema fijo de extinción de incendios por  $\text{CO}_2$  en aquellas situaciones que la tripulación del buque no este disponible. Lista que deberá ser añadida en el procedimiento de extinción de incendios de cada Servicio de Bomberos.

## BOMBEROS

### DISPARO DEL SISTEMA FIJO DE EXTINCIÓN DE CO<sub>2</sub> EN LA SALA DE MÁQUINAS SIN ASISTENCIA DE LA TRIPULACIÓN

#### Localizar los equipos y sistemas necesarios en el plano de lucha contra incendios

- Armario de disparo del sistema de CO<sub>2</sub> correspondiente a la zona en fuego
- Telemandos de las válvulas de mariposa contra incendios o dispositivos de cierre de la ventilación en la sala de máquinas.
- Cierres manuales de la ventilación de la sala de máquinas.
- Sistemas de disparo de corte de las válvulas de combustible y aceite.
- Puertas contraincendios, estancas y escotillas de acceso a la sala de máquinas.



#### Operaciones previas a la descarga de CO<sub>2</sub>

- Cerrar todas las puertas estancas y escotillas de acceso a la sala de máquinas.
- Cerrar remotamente las válvulas de combustible y aceite.
- Cerrar remotamente las ventilaciones de la sala de máquina.
- Cerrar manualmente las ventilaciones de la sala de máquina.


**NOTA:** No es necesario seguir el orden mostrado anteriormente.

#### Activación del sistema de extinción por CO<sub>2</sub>

- Confirmar que no hay personas dentro del espacio de máquinas.
- Leer las instrucciones para la puesta en marcha del sistema de CO<sub>2</sub>.
- Abrir el armario del sistema de CO<sub>2</sub> (deberá sonar la alarma y parar la ventilación en el caso de no se haya realizado anteriormente).


Apertura de válvulas según instrucciones, generalmente:

1. Accionar la palanca de descarga de las botellas CO<sub>2</sub> a las tuberías de conducción.
2. Accionar la palanca que conduce el CO<sub>2</sub> hacia el espacio protegido.
3. Abrir la válvula del cilindro piloto.


- Después de un tiempo preestablecido el CO<sub>2</sub> será descargado en la sala de máquinas.

--

#### Comprobaciones posteriores a la descarga de CO<sub>2</sub>

- Monitorear las temperaturas dentro de la sala de máquinas (\*)
- Chequear temperaturas de los mamparos (cámara de imágenes térmica).


**Nota:**

(\*) En buques que dispongan de sistema de control de temperatura y estén operativos.

#### 4.5.4. Estrategias según tipos de fuego

**En caso de incendio con fuga en fase gas debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:**

- ~ Determinar las condiciones ambientales de viento para controlar la dirección por la que se propagará la fuga, o abatir y controlar la nube de gas con líneas de agua para llevarla a la zona que consideremos más segura, teniendo en cuenta que disparar agua sobre el vertido acelerará su vaporización. Muchos buques disponen de un sistema fijo de agua de refrigeración en el frente del puente para combatir el calor radiado. Debemos trabajar siempre y en la medida de lo posible a favor de viento.
- ~ En el caso de que la fuga sea de gas, debemos equiparnos con ropa de protección contra el frío, si vamos a estar en contacto o muy próximos a la fuga a la hora de contenerla.
- ~ En principio *“es mejor un incendio controlado que una fuga de gas incontrolada”* lo que quiere decir que nuestro objetivo con las líneas de agua no es apagar el incendio, sino dirigir con los conos de ataque el fuego a la zona que nos sea más ventajosa para acceder al cierre de la válvula en cuestión.

**En caso de incendio de combustible líquido debemos tener las siguientes consideraciones:**

El agente extintor a utilizar será la espuma. Una línea de agua de 45 mm en vano o cortina protegerá a la línea de ataque de espuma de 45 mm del calor radiante, recordando que no debemos mezclar el agua con la capa de espuma pues la destruiría. La aplicación de la espuma se deberá hacer de forma suave e indirecta para evitar provocar derrames. La aplicación de espuma de forma indirecta no debería presentar grandes dificultades en un barco, puesto que, en principio, no será difícil encontrar una estructura vertical sobre la cual podamos romper la espuma para que vaya formando la capa extintora y sofocante en el combustible incendiado. Para calcular las tasas de aplicación deberemos consultar las recomendaciones de la Norma 11 de la NFPA *Standards for medium and high expansion foam systems*, que de forma genérica establece 10 l/min/m<sup>2</sup> de solución espumante. No deberíamos comenzar las tareas de extinción hasta que no se disponga de la cantidad de concentrado de espumógeno suficiente, puesto que, si comenzamos las tareas de extinción sin cantidad suficiente, la intervención sería fallida porque el fuego destruirá la deficiente capa. Otro ejemplo de la importancia de la planificación de este tipo de intervenciones.

**En caso de incendio de sólidos**, las decisiones acertadas vendrán por ponerse a favor de viento y enfriar con agua, aunque en el caso de sólidos lo más probable es que se trate de un incendio en bodega.

### 4.5.5. Otras consideraciones relevantes

#### Ventilación

A la hora de intervenir, el principal problema es la falta de visibilidad cuando el plano neutro empieza a bajar. Casi con toda seguridad encontraremos los portillos cerrados, los cuales deben tener la misma resistencia térmica que los mamparos, por lo que la entrada de aire del exterior es prácticamente nula. En algunos petroleros los portillos no se pueden abrir porque hay una presión positiva para evitar la entrada de atmósferas explosivas. Esto puede resultar una ventaja porque no se aplica oxígeno y por tanto hay posibilidades de autoextinción, pero también corremos el riesgo de *backdraft*.

Debido a esa falta de visibilidad, para realizar una ventilación previa a la intervención, la herramienta más eficaz es un ventilador de presión positiva. Realizar la ventilación en un buque, es un procedimiento delicado. Si bien los principios básicos de la ventilación contra incendios pueden aplicarse a los incendios de buques, puede que no sea fácil establecer una ruta para los gases de incendio sin causar la extensión del mismo o crear condiciones de *flashover/backdraft*. A la hora de realizar ventilación por presión positiva hay que asegurarse de que no creará problemas adicionales, por lo que es importante consultar con el capitán, Jefe de máquinas u oficiales.

Hay que cumplir una serie de requisitos previos para realizar la operación de ventilación con presión positiva con éxito, para ello debemos apoyarnos en el plano de lucha contraincendios:

- ~ Localizar el foco del incendio: Teniendo en cuenta que el jefe de dotación estará situado en el muelle junto al capitán, obtener información de la situación del foco del incendio es algo perfectamente factible.
- ~ Abrir un hueco de ventilación lo más cercano posible al foco del incendio: Este es el punto más problemático de la ventilación de presión positiva, y la razón por la que la mayoría de los servicios de extinción de incendios deciden no utilizarla, ya que en viviendas es muy difícil de realizar, y en ocasiones no es materialmente posible. En un buque contamos con innumerables aperturas, es información que podemos extraer del plano de lucha contraincendios y de la colaboración de la tripulación. Por lo tanto, este aspecto se puede considerar. También tendremos en cuenta que la cubierta de camarotes de un buque es una planta simétrica, es decir, que lo que nos encontremos por babor será reflejo en estribor y viceversa, y siempre dispondremos de un hueco de apertura para la salida de productos de combustión.
- ~ Presurizar el hueco de entrada: Debemos disponer de un ventilador de al menos 6 CV que presurice totalmente el hueco de entrada.

Toda la operación se debe realizar con perfecta coordinación y comunicación. El Jefe de dotación debe coordinar la operación, y conocer en todo momento las acciones realizadas.

Si la ventilación por presión positiva se realiza correctamente, las siguientes operaciones de extinción y rescate serán mucho más sencillas y cómodas para los bomberos.

### Cámara de imagen térmica

Las cámaras de imágenes térmicas son actualmente una herramienta indispensable en la dotación de los Servicios de Bomberos. En la sala de máquinas, debido a la complejidad del escenario, disponer de la cámara de imagen térmica es vital para trabajar con márgenes de seguridad, permitiendo estar al tanto de cualquier cambio de las condiciones dentro del espacio, puesto que las altas temperaturas y la nula visibilidad podrían desencadenar situaciones realmente peligrosas para el equipo de intervención.

Es importante limpiar la lente de la cámara, puesto que, durante los incendios producidos en la sala de máquinas, se forman grandes cantidades de denso humo negro y gases de combustión, produciendo componentes como las partículas sólidas en suspensión, que después de pasado un tiempo suelen acumularse sobre la lente de infrarrojos, evitando la visión a través de la cámara.



## Riesgos inherentes a los buques tanque

Este tipo de buques tienen unos riesgos derivados de la carga que transportan debido a la presencia de vapores o gases inflamables. Esta condición puede generar atmósferas explosivas.

Si es necesario abrir la tapa del escotillón de un tanque de carga, los bomberos se colocarán en situación diametralmente opuesta a la bisagra, dado que, aunque la presión en los tanques de carga o decantación sea baja, el área de los escotillones es lo suficientemente grande para que éstos estén soportando una fuerza considerable. El viento puede arrastrar la atmósfera de un tanque abierto, por lo que habrá que evitar colocarse a sotavento del escotillón del tanque y bajo ningún concepto, nadie debe asomarse durante la apertura.

En el caso de los tanques de carga de buques quimiqueros, debido a la volatilidad y los riesgos de toxicidad, hay que asegurarse de que el tanque se encuentra limpio y desgasificado. Si no es así, se valorará la entrada con el uso adecuado de los equipos de protección personal. En los espacios de carga de los buques tanque se portará el detector de gases y los equipos de comunicaciones e iluminación deberán ser *ATEX*.

En el caso que sea necesario tener que ventilar un tanque de carga o cámara de bombas, para evitar la generación de chispas, los ventiladores deben ser del tipo hidráulico o neumático, y contruidos de un material que no presente riesgos de producir chispas. Nunca se debe de ventilar un tanque de carga, si no se ha purgado previamente el tanque con gas inerte, ya que al introducir aire podría llevar la mezcla comburente-combustible dentro de su rango de inflamabilidad. Es imprescindible requerir esta información a la tripulación.

Al desplazarse por la cubierta de los buques tanque, es conveniente utilizar la pasarela instalada a tal fin, sobremanera en los buques quimiqueros, ya que, debido a la gran cantidad de líneas, válvulas, refuerzos estructurales de los tanques, juntas de expansión, etcétera, es muy difícil avanzar con el equipo de intervención, sin correr el alto riesgo de sufrir algún accidente.

En este tipo de incendios, igual que en la sala de máquinas, el corte de suministro de combustible va a jugar un papel determinante para tener éxito en las tareas de extinción. En los buques tanque (petroleros, gaseros y quimiqueros), el primer recurso a considerar es el sistema de cierre de emergencia conocido como *Emergency Shut-Down* (ESD). La acción principal es cerrar el flujo de carga/descarga a través de los brazos o mangueras de descarga, y así proteger el sistema de carga de a bordo del buque y los sistemas de carga de la terminal en tierra.

Es probable que la activación de este dispositivo ya haya sido realizada por la tripulación. Los *ESD* estarán repartidos estratégicamente por los diferentes espacios del buque, normal-

mente ubicados el puente de gobierno, control de carga, estación contra incendios y distribuidos por la cubierta principal junto a los manifolds. Desde la sala principal de control, y desde la torre de control del pantalán de la terminal del puerto también pueden activarse los ESD. Estarán debidamente indicados en el plano de lucha contra incendios.

Los incendios en los tanques de carga suelen ser el resultado de una explosión, generando una abertura en la cubierta, costado o en ambos lugares. La mejor opción para tener éxito en el control y extinción del incendio es activar los ESD que conlleva el cierre de válvulas, y utilizar el sistema fijo de extinción de incendios de espuma en cubierta y sus monitores.

Por otro lado, el suministro de espuma debe ser continuo para que tenga éxito, hasta que no se disponga de la suficiente cantidad de concentrado de espumógeno (AFFF), se debe refrigerar los espacios adyacentes. Si se comienzan las tareas de extinción sin la cantidad suficiente de espuma, la intervención sería fallida porque el fuego destruirá la deficiente capa aplicada. Incluso después de que se haya extinguido el incendio, se debe mantener una capa de espuma durante horas. Para calcular las tasas de aplicación deberemos consultar las recomendaciones de la Norma 11 de la NFA *Standars for medium and high expansion foam systems* que de forma genérica establece 10 l/min/m<sup>2</sup> de solución espumante.

La posición de los bomberos para la aplicación de la espuma y el agua de refrigeración se realizará desde barlovento. Considerar la posibilidad de cambiar la posición del buque en la misma terminal o a otra terminal de carga, buscando que las condiciones meteorológicas sean las más favorables.

La estrategia y táctica a seguir en los buques gaseros tanto los que transportan GNL, como GLP, es diferente a la vista anteriormente para los buques petroleros y quimiqueros. En los buques gaseros, de producirse un incendio en la zona de los *manifolds* durante las operaciones de carga/descarga, la tripulación del buque que esta en contacto con el personal de la terminal vía radio VHF, se encargará de detener la operación de activando el sistema de cierre de emergencia ESD. El capitán del buque coordinará las operaciones de lucha contra incendios, dando la orden de activar el sistema de rociadores de la zona de los *manifolds*, confinando el fuego en un área delimitada y protegiendo contra la radiación otros espacios. Como ya se ha comentado, *es mejor un incendio controlado que una fuga de gas incontrolada*, por lo que no se extinguirá un fuego de gas sin haber eliminado antes el suministro.

Los buques gaseros que transportan Gas Natural Licuado (GNL) o Liquefied Natural Gas (LNG) son buques tremendamente seguros. Así lo demuestran los 50 años que llevan transportando gas sin accidentes reseñables del tipo BLEVE (*Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*) o incendio en cubierta. Es quizás el carácter criogénico del producto (punto de ebullición





cercano a los  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) su principal peligro, por el que un derrame en cubierta puede producir una quemadura por congelación al operario (en principio de segundo grado por contacto directo) o incluso una fractura en el acero. No obstante, todo indica que el uso de GNL va a ser habitual no solamente en los buques metaneros sino en cualquier tipo de buque comenzando por los buques de pasaje que realicen viajes regulares. El GNL es un combustible limpio, seguro y viable desde el punto de vista económico, por lo que las recientes restricciones impuestas por la Organización Marítima Internacional (OMI) en cuanto a emisiones de ácidos de azufre y nitrógeno hacen del GNL una respuesta factible como combustible.

Por lo tanto, el bombero debe conocer las características de este producto criogénico que tiene un rango de inflamabilidad de entre un 5% y un 15% y que en espacios abiertos apenas genera ondas de presión.

Sería amplio el estudio de este producto, pero a nivel práctico hemos de señalar que el uso de agua se reducirá a protección contra la radiación térmica (no aplicar directamente sobre

el producto puesto que aumentaría su evaporación) y que el único agente extintor eficaz es el polvo químico seco (preferente el fosfato mono-amónico) aunque un bicarbonato de uso común también puede ser efectivo.

## Fuego en embarcaciones de recreo

La mayoría de estas embarcaciones están construidas con materiales que favorecerán la propagación del fuego. Además, en el interior de la embarcación se encontrarán materiales inflamables, como el propio combustible utilizado para su propulsión, elementos de seguridad, botellas de gas utilizadas para cocinar, etcétera. Sin embargo, no están regidos por el Convenio *SOLAS*.

Si se trata de una embarcación atracada en un pantalán o muelle, se deben apartar el resto de embarcaciones cercanas con la intención de hacer un corta fuego y evitar la propagación al resto de las embarcaciones. Aunque cuando el fuego ya alcanza dimensiones considerables, la propia radiación puede impedir acceder a ellas y es muy común que el fuego se extienda de una a otra con facilidad.



Atacar el fuego desde la parte marítima es complicado sin los recursos adecuados (remolcador o embarcación con dispositivos de lucha contra incendios). Por otro lado, el pantalán es una estructura inestable y estrecha para llevar a cabo trabajos de extinción con garantías de éxito. Además, los pantalanes pueden alcanzar los 150 metros de longitud, con lo que la distancia desde el hidrante o vehículo autobomba hasta la punta de lanza podría requerir el despliegue de bastantes tramos de manguera.

En casos de embarcaciones deportivas se puede intentar la extinción con espuma de media expansión, pero es muy complicado ahogar el fuego en la fibra, por lo que poco se puede hacer excepto una estrategia defensiva. Se debe intentar no aplicar excesivo peso sobre la embarcación o terminará por hundirse con los daños ambientales que eso conllevaría.



## Referencias bibliográficas

- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (1974). *Convenio Internacional para la Seguridad de la vida Humana en el Mar, 1974 (Convenio SOLAS)*. Enmiendas de 2020 incorporadas por las Resoluciones correspondientes del *Comité de Seguridad Marítima de la OMI*.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (2000). *Código Internacional de Sistemas de Seguridad contra Incendios (Código SSCI)*. Edición refundida de 2016 y enmiendas incorporadas por la *Resolución MSC.367(93) del Comité de Seguridad Marítima de la OMI*.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (2010). *Código de Formación, Titulación y Guardia para la gente de mar (Código STCW)* en su forma enmendada hasta la *Resolución MSC.417(97) del Comité de Seguridad Marítima de la OMI*.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL. *Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG)* en su forma enmendada hasta la *Resolución MSC.442(99) del Comité de Seguridad Marítima de la OMI*.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (1973/1978). *Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (Convenio MARPOL)*. Edición refundida de 2014 y enmiendas de 2018 incorporadas por la *Resolución MEPC.276(70) del Comité de Protección del Medio Marino de la OMI*.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (2000). *Código Internacional de Seguridad para Navas de Gran Velocidad (Código NGV 2000)* en su forma enmendada hasta la *Resolución MSC.352(92) del Comité de Seguridad Marítima de la OMI*.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (1998). *Código Internacional de Dispositivos de Salvamento (Código IDS)* en su forma enmendada hasta la *Resolución MSC.425(98) del Comité de Seguridad Marítima de la OMI*.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (2003). Resolución de la Asamblea Res A.952(23) *Signos Gráficos para los Planos de Lucha Contra Incendios de a bordo*.
- ESPAÑA (2011). *Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante*. BOE núm. 253, de 20 de octubre de 2011, pp. 109456 a 109710.
- ESPAÑA (2014). *Ley 14/2014, de 24 de julio, de Navegación Marítima*. BOE núm. 180, de 25 de julio de 2014, pp. 59193 a 59311.
- ESPAÑA (1989). *Real Decreto 145/1989, de 20 de enero, "Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos"*. BOE núm. 37, de 13 de febrero de 1989, pp 4261 a 4287.
- ESPAÑA (2007). *Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia*. BOE núm. 72, de 24 de marzo de 2007, páginas 12841 a 12850.

- ESPAÑA (1983). *Orden de 10 de junio de 1983 sobre normas complementarias de aplicación al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974, y su Protocolo de 1978, a los buques y embarcaciones mercantes nacionales*. BOE de 29 y 30 de septiembre y 1 de octubre de 1983, núm. 233, pp. 26531 a 26582, núm. 234, pp. 26628 a 26674, y núm. 235, pp. 26727 a 26776.
- BLEVE VICARIO, J. (2012). *Técnicas y tácticas de lucha contra incendios en buques para los servicios de extinción de incendios*. Trabajo Fin de Grado. [Consulta 10 de marzo de 2017]. Disponible: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1118/Jaime%20Bleye%20Vicario.pdf?sequence=1>
- COMISIÓN PERMANENTE DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES MARÍTIMOS (2016). *Informe CIAIM-01/2016*. [Consulta: 3 abril de 2018]. Disponible en: [https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/426E149A-DABD-4DD5-9C06-F57A86AF081B/138104/IC\\_01\\_2016\\_OLEGNAYDENOV\\_WEB.pdf](https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/426E149A-DABD-4DD5-9C06-F57A86AF081B/138104/IC_01_2016_OLEGNAYDENOV_WEB.pdf)
- COMISIÓN PERMANENTE DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES MARÍTIMOS (2016). *Informe CIAIM-16/2016*. [Consulta: 3 abril de 2018]. Disponible en: [www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/C2AFD51F-37BE-4648-8CEE-9F16F17AB8EB/140295/IC\\_162016\\_ADMSHABALIN\\_WEB.pdf](http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/C2AFD51F-37BE-4648-8CEE-9F16F17AB8EB/140295/IC_162016_ADMSHABALIN_WEB.pdf)
- JAPAN TRANSPORT SAFETY BOARD (2018). *Informe: Marine accident investigation report MA2018-10 October 25, 2018* [Consulta 20 julio 2019]. Disponible: [https://www.mlit.go.jp/jtsb/eng-mar\\_report/2018/2017tk0007e.pdf](https://www.mlit.go.jp/jtsb/eng-mar_report/2018/2017tk0007e.pdf)
- AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (2018). *Fighting fire on containerships. 2016*. [Consulta 20 julio 2019]. Disponible: [https://www.eagle.org/content/dam/eagle/publications/brochures/Fighting\\_Fire\\_Containerships.pdf](https://www.eagle.org/content/dam/eagle/publications/brochures/Fighting_Fire_Containerships.pdf)
- INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING & OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM (1978). *Guía Internacional de Seguridad para Buque tanques y Terminales de Petróleo (ISGOTT)*. Quinta edición, junio 2006.
- ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA 1896. *NFPA 11. Standard for Low-, Medium-, and High- Expansion Foam*. Edition 2016.
- ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA 1896. *NFPA 1405. Guide for Land-Based Fire Departments That Respond to Marine Vessel Fires*. Edición 2106.
- HM FIRE SERVICE (1999). *Marine Incidents. Fire Service Manual*. London: ISBN: 0113412312.
- INTERNATIONAL FIRE SERVICE TRAINING ASSOCIATION (2001). *Marine Fire Fighting for Land-Based Firefighters (2001)*.
- MARI SAGARRA, R. & GONZÁLEZ PINO, E. (1989). *Lucha Contra Incendios a Bordo*. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Instituto de la Marina. Madrid: ISBN: 84-86817-01-3.
- FALCK SAFETY SERVICE (2002). *Advanced Fire Fighting at Sea*. Maritime Trainingcentre B.V. ISBN: 90-804788-2-2.
- ISSELBACHER et al: *Principios de medicina interna*. Interamericana McGraw Hill. 13ª Ed. ISBN: 978-8486780050.














 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p>	<p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>
---	---

**Puertos del Estado**



 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p>	<p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	<p>SECRETARÍA GENERAL DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD</p>
		<p>DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE</p>

 <p>GOBIERNO DE ESPAÑA</p>	<p>MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA</p>	 <p>Salvamento Marítimo Centro Arroltiano</p>
---	---	---