

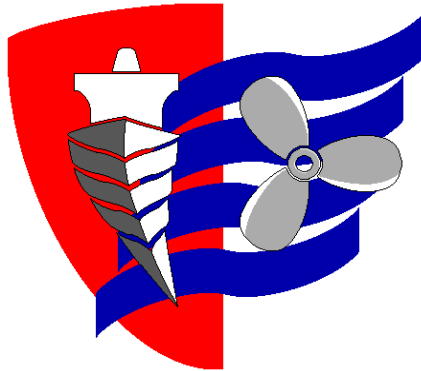
# Técnicas y Tácticas de lucha contra incendios en Buques para los Servicios de Extinción de Incendios.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA - UNIVERSIDAD DE CANTABRIA - Jaime Bleye Vicario



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Grado*

**TÉCNICAS Y TÁCTICAS DE LUCHA  
CONTRA INCENDIOS EN BUQUES PARA  
LOS SERVICIOS DE EXTINCIÓN DE  
INCENDIOS**

---

**FIREFIGHTING TECHNIQUES ABOARD  
VESSELS FOR LAND BASED FIRE  
DEPARTMENTS**

Para acceder al Título de Grado en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y  
TRANSPORTE MARÍTIMO**

Autor: Jaime Bleye Vicario

Octubre - 2012

## ÍNDICE

**1. Acrónimos.** *pag. 4.*

**2. Introducción y planteamiento del problema.** *pag. 5.*

**3. El buque en puerto.** *pag. 6.*

- La tripulación. *pag. 10.*
- El cuadro orgánico. *pag. 11.*
- El plano de lucha contra incendios. *pag.11.*
- Simbología. *pag. 14.*
- La Conexión Internacional a tierra. *pag.27.*

**4. Terminales portuarias.** *pag. 29.*

- Astilleros y dique seco. *pag. 30.*
- Terminales de contenedores. *pag. 32.*
- Terminales de carga a granel. *pag. 52.*
- Terminales de carga y descarga de explosivos. *pag. 53.*
- Terminales de Ro-Ro y car-carriers. *pag. 54.*
- Pantalanes y toma de combustible. *pag.55.*
- Muelles y embarcaderos. *pag 55.*
- Seguridad y control de accesos. *pag. 56.*
- Equipo portuario. *pag 57.*

**5. Tipos de buques y su problemática para los S.E.I.** *pag. 58.*

- Petroleros. *pag 59.*
- Gaseros. *pag 60.*
- Quimiqueros. *pag 61.*
- Portacontenedores. *pag 62.*
- Graneleros. *pag 63.*
- Buques de pasaje. *pag 64.*
- Buques Ro-Ro. *pag 65.*
- Remolcadores. *pag 66.*

**6. Sistemas fijos de extinción de incendios y equipo de L.C.I. a bordo. pag 67.**

- Los sistemas fijos de gas. *pag. 68.*
- Los sistemas fijos de polvo químico seco. *pag. 73.*
- Los sistemas fijos de espuma. *pag 74.*
- Los sistemas fijos de agua. *pag. 77.*
- El sistema de gas inerte. *pag. 84.*
- Los sistemas de detección. *pag 86.*
- Los sistemas de comunicación. *pag. 89.*
- Bombas contraincendios. *pag. 92.*
- Mangueras y lanzas. *pag. 95.*
- Extintores. *pag 96.*
- Mantas contra incendios. *pag 97.*

**7. Fuegos en acomodaciones y pasillos. pag 99.**

- Tácticas de lucha contra incendios en interiores. *pag 105.*

**8. Fuegos en cubierta y en bodega. pag 112.**

- Fuegos en cubierta. *pag 112.*
- Fuegos en bodega. *pag 115.*

**9. Fuegos en la sala de máquinas. pag 122.**

- Técnicas de lucha contra incendios en la sala de máquinas. *pag 132.*

**10. La estabilidad del buque.** *pag 135.*

- Centro de gravedad. *pag 137.*
- Centro de carena. *pag 137.*
- Tipos de estabilidad. *pag 138.*
- Estabilidad inicial. *pag 138.*
- Par de estabilidad. *pag 139.*
- Metacentro. *pag 140.*
- Movimiento de pesos; influencia en la estabilidad, escora y asiento. *pag 142*
- Toneladas por centímetro. *pag 146.*
- Centro de flotación. *pag 146.*
- Superficies libres. *pag 146.*
- Directrices para mantener la estabilidad. *pag 149.*

**11. Intervención con mercancías peligrosas.** *pag 150.*

- Clasificación e identificación de las mercancías peligrosas. *pag. 153.*
- Niveles de protección para los bomberos en intervenciones con mercancías peligrosas a bordo de buques. *pag 162.*

**12. Conclusiones.** *pag 165.*

**13. Normativa aplicable.** *pag 166.*

**14. Fuentes bibliográficas.** *pag 168.*

## 1. ACRÓNIMOS

- **A.F.F.F.** Aqueous film forming foam.
- **B.I.E.** Boca de incendio equipada.
- **B.O.E.** Boletín oficial del Estado.
- **B.L.E.V.E.** Boiled liquid expanded vapor explosion
- **C.I.Q.** Código Internacional de quimiqueros.
- **C.S.M.** Comité de seguridad marina.
- **E.R.A.** Equipo de respiración autónomo.
- **E.S.D.** Emergency shut down.
- **G.N.L** Gas natural licuado.
- **G.L.P.** Gas licuado del petróleo
- **I.M.D.G.** International Maritime dangerous goods.
- **I.M.O.** International Maritime Organization.
- **I.S.G.O.T.** International Safety guide for oil tankers and terminals.
- **L.C.I.** Lucha contra incendios
- **I.S.P.S.** International ship and port facility security code.
- **L.P.E.M.M.** Ley de puertos del Estado y de la Marina Mercante
- **M.A.R.P.O.L.** Maritime pollution.
- **M.I.R.G.** Maritime Incident response group.
- **M.M.P.P.** Mercancías Peligrosas.
- **M.S.C.** Maritime safety committee.
- **O.A.C.I.** Organización Internacional de Aviación Civil.
- **R.D.** Real decreto
- **U.S.C.G.** United States coast guard.
- **S.E.I.** Servicio de extinción de incendios.
- **S.T.C.W.** Standars of training, certification and watchkeeping.
- **T.E.U.** Twenty foot equivalent unit.
- **T.P.M.** Toneladas de peso muerto.
- **U.L.C.C.** Ultra large crude carrier.

## **2. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Un incendio a bordo de un barco es la peor pesadilla de un marino, en mitad de la mar no puedes pedir asistencia, si la pides es probable que tarde varias horas y la decisión de abandono es la última consideración a tomar. Es por eso que el marino despierta una gran conciencia en el ámbito de seguridad, sabe que el buque es su hogar, y que cualquier contingencia ha de ser resuelta con sus propios medios humanos y materiales.

Es amplia la formación que ha de recibir el marino, cuyas disposiciones recoge el Convenio Internacional STCW, de aplicación en nuestro país mediante el RD 2062/1999 que regula el nivel mínimo de formación en profesiones marítimas y su formación complementaria para ejercer su profesión, y que incluye en materia de lucha contra incendios un certificado de formación básica y un certificado avanzado en lucha contra incendios.

¿Qué sucedería si el incidente se produce en el puerto? Es seguro que la tripulación intentaría controlarlo con sus medios. Pero si esto no fuese posible, es más factible contar con ayuda externa.

Según el RD 145/1989 por el que se aprueba Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los puertos, establece la obligación de disponer de un Plan de emergencia interior y de un Plan de emergencia exterior, en el que la tendencia actual es que los Servicios de Extinción de Incendios del municipio en el que está situado el puerto presten el servicio.

El problema que se plantea ahora es el siguiente: ¿Sabrá un bombero extinguir y controlar un incendio en un buque?, ¿Será capaz de orientarse por los entresijos del buque? ¿Conocerá las particularidades que se plantean en un medio en el que no está acostumbrado a trabajar?

Este trabajo pretende ser de ayuda a los bomberos para la intervenciones en los puertos y más concretamente en los buques que allí se encuentren atracados.

### **3. EL BUQUE EN EL PUERTO**

Un buque es básicamente una estructura flotante única que combina una zona de habitabilidad con una zona de almacén de mercancías normalmente peligrosas, separadas una de la otra por razones de seguridad.

Una de las características principales que diferencia un buque de cualquier otra instalación es que siempre tiene la **posibilidad de estar en movimiento**, excepto si el buque se encuentra en astillero.

La carga o descarga de mercancías o pesos, las mareas, el viento, las corrientes o la acción de embarcaciones que pasen cercanas pueden provocar y provocan movimientos que se deben tener controlados.

El problema se plantea cuando el buque comienza a escorarse. No es cómodo trabajar sobre planos inclinados; pueden producir resbalones por derrames de combustible que a su vez producirán contaminación marina, unido al hecho de trabajar en una zona que puede volverse inestable.

Puede parecer un hecho de poca importancia, pero ese movimiento del buque puede producir mareos al personal poco habituado, y es bien sabido que una persona mareada es una persona casi inoperativa para realizar trabajos.

No obstante, los principales problemas de los SEI a la hora de intervenir en un buque son los relativos al **acceso**.

Relativo a este punto debemos tener la siguiente consideración; si está el buque atracado en puerto o está el buque en la mar (fondeado o navegando).

Si el buque está navegando la intervención se complica enormemente, los bomberos deberían acceder helitransportados, aunque debemos descartar esta posibilidad, puesto que no existen formación ni procedimientos en nuestro país para este tipo de intervenciones. La opción más factible en caso de acceder por la mar sería por la escala de práctico y con el buque fondeado, y siendo transportados por una embarcación (lancha de prácticos, remolcador u otra embarcación auxiliar)





En caso de estar el buque atracado debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las mareas: Son los cambios en el nivel del mar producidos por las acciones gravitatorias de la luna y el sol. Entre pleamar y bajamar transcurren 6 horas y 15 minutos aproximadamente y la amplitud de la marea puede variar entre unos 4 metros en mareas vivas y el metro y medio en mareas muertas. En puertos del Mediterráneo los cambios en el nivel del mar provocados por las mareas son inapreciables al ser éste un mar cerrado. Debemos tener este aspecto muy en cuenta a la hora de posicionar la autoescala y a la hora de establecer rutas de evacuación de emergencia en el buque.
- Los cabos: Son las amarras que unen el buque al muelle y están fabricadas de material sintético que en caso de incendio provocarán un denso humo tóxico. Debido a los movimientos que pueden producirse en el buque durante la intervención, se debe mantener un perímetro de seguridad en el área de influencia de los cabos en caso de rotura que pueden almacenar una gran tensión. La operación de tensar o soltar cabos sólo debe realizarse por personal entrenado; por lo tanto es tarea a realizar por la tripulación si se encontrase a bordo.



- El viento: El viento es un aspecto que se debe considerar siempre en una intervención en un buque, debemos tener en cuenta que las zonas portuarias son zonas siempre expuestas al viento que suele tener mayor intensidad en las horas centrales del día.
- Las corrientes y el tráfico portuario: Pueden provocar movimientos que dificulten el trabajo del grupo de intervención o que separen al buque del muelle.

En lo relativo al acceso por tierra tendríamos las siguientes opciones: o directamente desde el muelle, en el caso de que la regala estuviese al mismo nivel que el muelle realizando el acceso con una plancha, desde la autoescala, o la más favorable desde la **escala real**.

La escala real es el acceso que dispone el buque que consta de unas pequeñas ruedas que ruedan por el muelle en el caso de que el buque sufra movimientos verticales, dispone de varios peldaños metálicos y de una red de seguridad; en el caso de que el buque esté en lastre y con la marea llena, la escala puede tener un gran grado de inclinación.

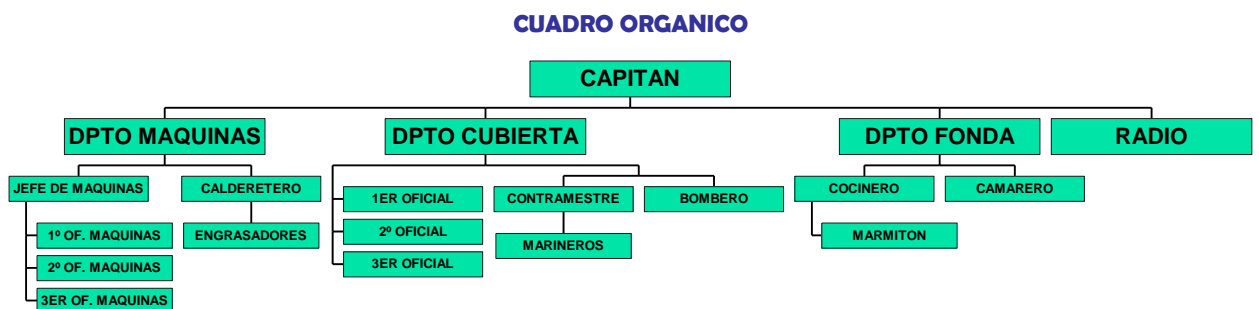


El ancho de la escala es muy escaso lo que dificulta el traslado de material, que preferiblemente deberá realizarse con grúas, aunque también se pueden tener preparadas sisgas para subir mangueras.



## La tripulación

La composición de la tripulación varía según el tipo de buque, hay que tener en cuenta que durante la estancia del buque en puerto es muy probable que algún miembro de la tripulación no se encuentre a bordo. La tendencia actual es a reducir el número de tripulantes, no obstante la composición clásica de un buque mercante es la siguiente:



El Capitán es el máximo responsable del buque, es el que coordinará la emergencia en todo momento, a no ser que delegue en el mando de bomberos o abandone. En este caso el primer Oficial sustituirá al Capitán en sus funciones. En ocasiones, es probable que rechace asistencia externa.

Nótese que en la tripulación existe la figura del bombero; es decir el que opera con bombas en cargas líquidas; bomberos en cuanto a lucha contra incendios son todos los miembros de la tripulación.

### **El cuadro orgánico**

El cuadro orgánico o cuadro de obligaciones y consignas, es aquel en el que se reflejan las tareas a realizar por los miembros de la tripulación en caso de emergencia (fuego, hombre al agua, abordaje y varada o abandono), teniendo en cuenta como habíamos comentado que durante la estancia del buque puede haber personal en tierra, puede ser que tengan dificultades para cumplir los cometidos del cuadro orgánico.

### **El plano de lucha contra incendios**

Los planos de lucha contra incendios deberán estar permanente expuestos en puerto y se situarán dentro de un cartucho estanco a la intemperie en una zona de fácil acceso, normalmente junto a los portalones de embarque por ambas bandas.

Los planos se mantendrán permanentemente al día, y reflejarán cualquier modificación que se realice en astillero o cualquier cambio en el equipo de lucha contra incendios.

Los planos vendrán en inglés y francés o inglés y el idioma de abanderamiento del buque.

# Fire



# Plan

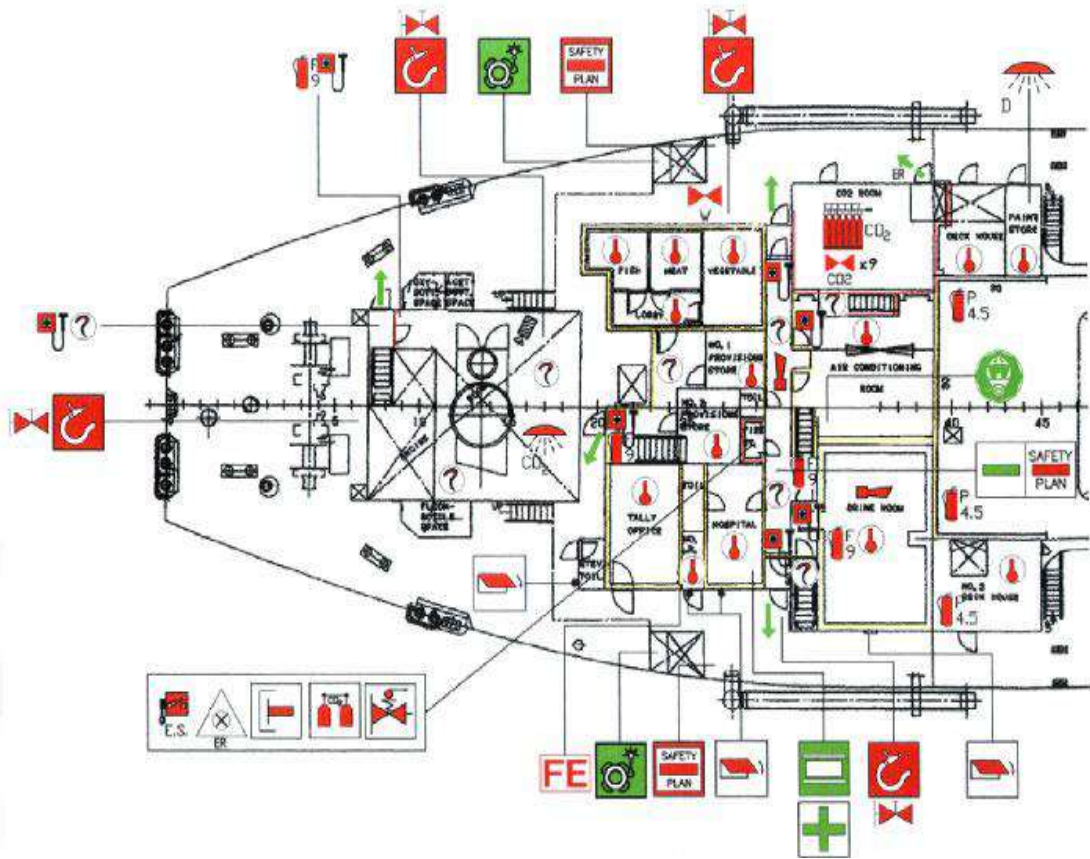
En los planos se dispone de información para los servicios de extinción de tierra de:

- Tipos de mamparos.
- Sistemas de detección.
- Pulsadores de alarma.
- Instalación de rociadores.
- Extintores portátiles.
- Medios de acceso a los distintos compartimentos y cubiertas.
- Cierres de ventilación y paradas de combustible.
- Sistemas fijos de extinción de incendios (gas, polvo, espuma, agua).
- Mangueras, bombas contra incendios e hidrantes.
- Generador de emergencia.
- Conexión Internacional a tierra.






El Capitán o el Oficial del buque se reunirán con el mando de bomberos para analizar la situación de emergencia y transferir la máxima información posible en base a lo dispuesto en el plano de lucha contra incendios. Es ésta una situación que hace diferente una intervención en un buque con respecto a una intervención en tierra, la posibilidad de obtener un plano con los medios existentes a bordo, y lo que es más importante; toda la **información** necesaria acerca de la localización del incidente, víctimas, y medidas adoptadas.












## Simbología












Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
1.1		División de clase A	
1.2		División de clase B	
1.3		Zona vertical principal	
1.4		Puerta contra incendios de bisagra de clase A	<p>El signo se encontrará en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá WT a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá SWT a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>
1.5		Puerta contra incendios de bisagra de clase B	<p>El signo se encontrará en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá WT a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá SWT a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>



Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
1.6		Puerta contraincendios de bisagra, de cierre automático y clase A	<p>El signo se encontrará en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá WT a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá SWT a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>
1.7		Puerta contraincendios de bisagra, de cierre automático y clase B	<p>El signo se encontrará en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá WT a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá SWT a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>
1.8		Puerta contraincendios corredera de clase A	<p>El signo se encontrará en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá WT a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá SWT a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>
1.9		Puerta contraincendios corredera de clase B	<p>El signo se encontrará en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá WT a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá SWT a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>






Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
I.10		Puerta contraincendios corredera de cierre automático de clase A.	<p>El signo se encontrará en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá <b>WT</b> a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá <b>SWT</b> a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>
I.11		Puerta contraincendios corredera de cierre automático de clase B.	<p>El signo se añadirá en el emplazamiento de la puerta e indicará el sentido en el que ésta se abre y se cierra.</p> <p>Se añadirá <b>WT</b> a la derecha del signo si la puerta es estanca.</p> <p>Se añadirá <b>SWT</b> a la derecha del signo si la puerta es semiestanca.</p>
I.12		Telemando o dispositivo de cierre de la ventilación.	<p>El color del círculo y una letra situada a la derecha del signo indicarán lo siguiente:</p> <p><b>A</b> = azul, para los espacios de alojamiento y servicio;</p> <p><b>M</b> = verde, para los espacios de máquinas;</p> <p><b>C</b> = amarillo, para los espacios de carga.</p>
I.13		Telemando de lambrera.	
I.14		Telemando de puertas contraincendios o puertas estancas.	A la derecha del signo se añadirá <b>WT</b> para indicar que se trata de un telemando de puertas estancas o <b>FD</b> para indicar que se trata de un telemando de puertas contraincendios.

Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
1.15		Válvula de mariposa contra incendios	<p>El color del círculo y una letra situada a la derecha del signo indicarán lo siguiente:</p> <p>A = azul, para los espacios de alojamiento y servicio;</p> <p>M = verde, para los espacios de máquinas;</p> <p>C = amarillo, para los espacios de carga.</p> <p>El número de identificación de la válvula podrá figurar debajo del signo.</p>
1.16		Dispositivo de cierre de las aberturas de ventilación	<p>El color del círculo y una letra situada a la derecha del signo indicarán lo siguiente:</p> <p>A = azul, para los espacios de alojamiento y servicio;</p> <p>M = verde, para los espacios de máquinas;</p> <p>C = amarillo, para los espacios de carga.</p> <p>El número de identificación del dispositivo de cierre podrá figurar debajo del signo.</p>
1.17		Telemando de las válvulas de mariposa contra incendios	<p>El color del círculo y una letra situada a la derecha del signo indicarán lo siguiente:</p> <p>A = azul, para los espacios de alojamiento y servicio;</p> <p>M = verde, para los espacios de máquinas;</p> <p>C = amarillo, para los espacios de carga.</p> <p>Podrá indicarse el número de identificación de la válvula.</p>

Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
1.18		Telemando de los dispositivos de cierre de las aberturas de ventilación	El color del círculo y una letra situada a la derecha del signo indicarán lo siguiente:  A = azul, para los espacios de alojamiento y servicio;  M = verde, para los espacios de máquinas;  C = amarillo, para los espacios de carga.  Podrá indicarse el número de identificación de los dispositivos de cierre.

Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.1		Plano de los dispositivos de protección contra incendios o de la protección estructural contra incendios	
3.2		Telemando de las bombas contra incendios	
2.3		Bombas contra incendios	El tipo, la cantidad de agua suministrada por unidad de tiempo y la carga de presión se indicarán a la derecha del signo o en la leyenda.





N°	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.4		<p>Telemando de la bomba contra incendios de emergencia o de la bomba contra incendios alimentada por la fuente de energía eléctrica de emergencia</p>	
2.5		<p>Bomba contra incendios de emergencia</p>	<p>El tipo, la cantidad de agua suministrada por unidad de tiempo y la carga de presión se indicarán a la derecha del signo o en la leyenda.</p>
2.6		<p>Telemando del dispositivo de cierre de las bombas de combustible</p>	
2.7		<p>Telemando del dispositivo de cierre de las bombas de aceite lubricante</p>	
2.8		<p>Telemando de las bombas de sentina</p>	
2.9		<p>Telemando de la bomba de sentina de emergencia</p>	
2.10		<p>Telemando de las válvulas de combustible</p>	

N°	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.11		Telemando de las válvulas de aceite lubricante	
2.12		Telemando de las válvulas de las bombas contra incendios	
2.13		Estación de emisión teleaccionada	Debajo del signo se indicará el espacio que se protege. Los agentes extintores se identificarán mediante un color en la parte inferior del signo y una letra a su derecha, según el siguiente código: gris - CO <sub>2</sub> para el anhídrido carbónico o N para el nitrógeno; marrón - H para otros gases que no sean CO <sub>2</sub> ni N (se indicará el tipo de gas); blanco - P para el polvo, y verde - W para el agua.
2.14		Conexión internacional a tierra	
2.15		Toca contra incendios	
2.16		Válvula de sección del colector contra incendios	Se indicará el número de referencia de la válvula a la derecha del signo.








Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.17		Válvula de sección del sistema de rociadores	<p>Se indicará el número de referencia de la válvula a la derecha del signo.</p> <p>Este signo también podrá emplearse para los sistemas equivalentes que utilicen agua como medio extintor.</p> <p>Las válvulas de los sistemas de rociadores automáticos del tipo de tuberías vacías se indicarán en la leyenda.</p>
2.18		Válvula de sección del sistema de polvo	Se indicará el número de referencia de la válvula a la derecha del signo.
2.19		Válvula de sección del sistema de espuma	Se indicará el número de referencia de la válvula a la derecha del signo.
2.20		Instalación fija de extinción de incendios	<p>Los agentes extintores se identificarán mediante un color en la parte central del signo y una letra en la parte superior, según el siguiente código: gris – CO<sub>2</sub> para el anhídrido carbónico o N para el nitrógeno; amarillo - F para la espuma; marrón - H para otros gases que no sean CO<sub>2</sub> ni N (se indicará el tipo de gas); blanco - P para el polvo, y verde - W para el agua.</p>
2.21		Batería fija de extinción de incendios	<p>Los agentes extintores se identificarán mediante un color en la parte inferior del signo y una letra en la parte superior, según el siguiente código: gris – CO<sub>2</sub> para el anhídrido carbónico o N para el nitrógeno; amarillo - F para la espuma; marrón - H para otros gases que no sean CO<sub>2</sub> ni N (se indicará el tipo de gas); blanco - P para el polvo, y verde - W para el agua.</p>



Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.22		Botella fija de extinción de incendios situada en una zona protegida	Los agentes extintores se identificarán mediante un color en la parte central inferior del signo y una letra en la parte superior, según el siguiente código: gris – CO <sub>2</sub> ; para el anhídrido carbónico o N para el nitrógeno; amarillo - F para la espuma; marrón – H para otros gases que no sean CO <sub>2</sub> ni N (se indicará el tipo de gas); blanco – P para el polvo, y verde – W para el agua.
2.23		Tronco de alimentación de espuma de alta expansión (toma de salida)	Si es necesario, se indicará debajo del signo el espacio que se protege.
2.24		Válvulas del sistema de aspersión de agua	Si es necesario, se indicará debajo del signo el espacio que se protege.
2.25		Instalación de gas inerte	
2.26		Cañón	Los agentes extintores se identificarán mediante un color en la parte central del signo y una letra a su derecha, según el siguiente código: amarillo – F para la espuma; blanco – P para el polvo, y verde – W para el agua.
2.27		Manguera y lanza	Se indicará la longitud de la manguera a la derecha del signo; si se utiliza un solo tipo de manguera, la información podrá figurar en la leyenda. Los agentes extintores se identificarán mediante un color en la parte inferior del signo y una letra a su derecha, según el siguiente código: amarillo – F para la espuma; blanco – P para el polvo, y verde – W para el agua.

N°	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.28		Extintor	Se indicarán el tipo de agente extintor (CO <sub>2</sub> para el anhídrido carbónico; F para la espuma; H para otros gases que no sean CO <sub>2</sub> (se indicará el tipo de gas); P para el polvo; W para el agua) y la capacidad (kg para los gases y el polvo, litros para el agua y la espuma) a la derecha del signo. Los agentes se identificarán mediante un color en la parte inferior del signo, según el siguiente código: gris para el anhídrido carbónico, amarillo para la espuma, marrón para gases que no sean CO <sub>2</sub> , blanco para el polvo y verde para el agua.
2.29		Extintores con ruedas	Se indicarán el tipo de agente extintor (CO <sub>2</sub> para el anhídrido carbónico; F para la espuma; H para otros gases que no sean CO <sub>2</sub> (se indicará el tipo de gas); P para el polvo; W para el agua) y la capacidad (kg para los gases y el polvo, litros para el agua y la espuma) a la derecha del signo. Los agentes se identificarán mediante un color en la parte central del signo, según el siguiente código: gris para el anhídrido carbónico, amarillo para la espuma, marrón para otros gases que no sean CO <sub>2</sub> , blanco para el polvo y verde para el agua.
2.30		Lanzaespuma portátil o depósito de respofo pertinente	
2.31		Pañol de incendios	Se indicará el número del pañol a la derecha del signo. El contenido principal de cada pañol de incendios se indicará en la leyenda.

Nº	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.32		Espacio o grupo de espacios protegidos por un sistema de extinción de incendios	Se indicarán el tipo de agente extintor (CO <sub>2</sub> para el anhídrido carbónico; F para la espuma; H para otros gases que no sean CO <sub>2</sub> ; (se indicará el tipo de gas); P para el polvo; W para el agua; S para los sistemas de rociadores o de agua a alta presión) y la capacidad (kg para los gases y el polvo, litros para el agua y la espuma) en la parte superior del signo. Se añadirá el sufijo "L" para los sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local. Los agentes se identificarán mediante un color en el signo, según el siguiente código: gris para el anhídrido carbónico, amarillo para la espuma, marrón para otros gases que no sean CO <sub>2</sub> , blanco para el polvo, verde para el agua y naranja para los sistemas de rociadores o de agua a alta presión.
2.33		Nebulizador de agua	
2.34		Fuente de energía eléctrica de emergencia (generador)	
2.35		Fuente de energía eléctrica de emergencia (batería)	
2.36		Cuadro de distribución de emergencia	
2.37		Compresor de aire para los aparatos respiratorios	

N°	Signo gráfico	Referencia	Observaciones sobre el uso
2.38		Cuadro de mandos del sistema de detección de incendios y de alarma contra incendios	
2.39		Pulsador/ interruptor de la alarma general	
2.40		Avisador de accionamiento manual	El empleo de este signo es opcional y queda a discreción de las autoridades competentes.
2.41		Espacio o grupo de espacios protegidos con detectores de humo	Se identificará el espacio o espacios.
2.42		Espacio o grupo de espacios protegidos con detectores de calor	Se identificará el espacio o espacios.
2.43		Espacio o grupo de espacios protegidos con detectores de llamas	Se identificará el espacio o espacios.
2.44		Espacio protegido con detectores de gas	

**Nota:** Plano de lucha contra incendios y símbolos del buque petrolero “Mar Virginia” de la Naviera W.W. Marpetrol

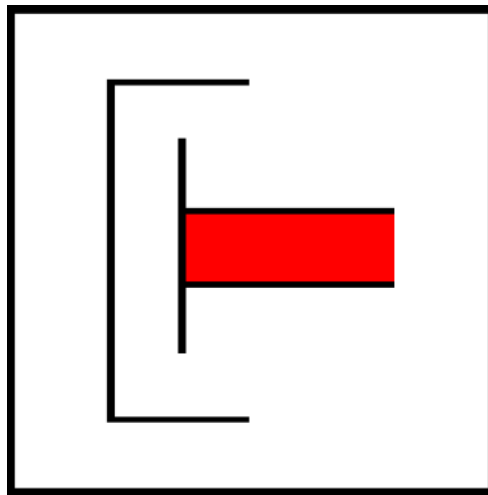
## **La conexión Internacional a tierra.**

Existen diversos racores de conexión entre mangueras de lucha contra incendios en el mundo.

En nuestro país tenemos el homologado Barcelona, en Alemania el racor Storz, en Francia el Guillemín, en Gran Bretaña el British, en EEUU el racor de rosca, en países asiáticos el Nakajima.

Dada la internacionalización del transporte marítimo es habitual encontrar distintos racores en los barcos que atracan en nuestros puertos, el problema se plantea cuando los bomberos quieren utilizar las tomas contra incendios del buque, ya sea mediante el bombeo propio del buque o alimentando el ramal contra incendios desde tierra.

Para solucionar este problema, el barco colocará su propia conexión internacional, presentando la plancha con una junta para asegurar la estanqueidad.



Las medidas están estandarizadas

Descripción	Dimensiones
<b>Diámetro exterior</b>	<b>178 mm</b>
<b>Diámetro interior</b>	<b>64 mm</b>
<b>Diámetro del círculo de pernos</b>	<b>132 mm</b>
<b>Ranuras en las bridas</b>	<b>4 agujeros de 19 mm de diámetro espaciados de forma equidistante en el círculo de pernos del diámetro citado y prolongados por una ranura hasta la periferia de la brida.</b>
<b>Espesor de las bridas</b>	<b>14,5 mm como mínimo</b>
<b>Pernos y tuercas</b>	<b>4 juegos de 16 mm de diámetro y 50 mm de longitud</b>

Por lo tanto los bomberos deberán llevar al menos un Conexión Internacional en el camión, si no disponen de ella deberían solicitarla a la Autoridad Portuaria.



#### **4. TERMINALES PORTUARIAS**



Las instalaciones portuarias varían según el tipo de terminales, atraques, fondeaderos, tamaño y capacidades de cada puerto.

Las terminales de petróleo y plantas químicas pueden tener equipos y medios propios de emergencia. Estos equipos y medios deben de ser tenidos en cuenta y evaluados por los mandos de la emergencia.

Algunas instalaciones cuentan con edificios desde los cuales hay una vista de la zona portuaria y con sistemas de comunicaciones, lo que los hace muy útiles para establecer el puesto de mando en caso de emergencia.

Los bomberos deben de estar familiarizados con las instalaciones y recursos del puerto dentro de su jurisdicción.

Básicamente podemos encontrarnos con las siguientes terminales:

- **Astilleros y diques secos**



Los astilleros y diques secos se encuentran entre las zonas más peligrosas para responder a una emergencia. Algunos astilleros tienen sus propias brigadas. Los incendios ocurren muy a menudo debido a negligencias cuando se realizan trabajos a bordo de corte, soldadura, etc.



Los buques que se encuentran reparando se encuentran normalmente en las siguientes condiciones:

- A menudo, no se encuentra toda la tripulación.
- Los sistemas de extinción de incendios, tanto fijos como portátiles, pueden encontrarse fuera de servicio porque están siendo reparados y/o en mantenimiento.
- Posibles aberturas en mamparos y cubiertas para realizar trabajos pueden crear riesgos de caídas, favorecer la propagación de incendios, o hacer ineficaz la utilización del sistema fijo de extinción.
- Escaleras internas y los pasillos pueden estar cerrados o anulados debidos a trabajos de mantenimiento o reparación.
- Accesos, puertas estancas y otras aberturas pueden estar aseguradas para impedir que se cierren.
- Equipos de soldadura y otros equipos pueden encontrarse en cualquier parte del buque con el consiguiente riesgo.
- El buque no dispone de los generadores arrancados, por lo tanto la electricidad la toma de tierra, lo que se denomina “cold ironing”.

Los bomberos tienen que saber que los materiales, piezas de repuesto, equipos, motores auxiliares, cabos de atraque, mangueras de aire, etc, son un obstáculo a la hora de desplazarse. Normalmente el buque que se está reparando tiene la mayoría de sus equipos fuera de servicio.

- **Terminales de contenedores**

Terminales donde se manipula carga transportada en contenedores.



## **Contenedores Marinos**

El transporte de contenedores por vía marítima, mantiene un constante crecimiento a nivel mundial, por su carácter **multimodal** y teniendo en cuenta la facilidad del manejo, transporte y la reducción de los daños en las mercancías transportadas.

Las intervenciones de bomberos en las terminales de contenedores son estadísticamente las más habituales de entre las terminales portuarias.

Un contenedor es un recipiente de carga para el transporte aéreo, marítimo o terrestre. Las dimensiones del contenedor se encuentran normalizadas para facilitar su manipulación. Por extensión, se llama contenedor a un embalaje de grandes dimensiones utilizado para transportar objetos voluminosos o pesados: motores, maquinaria, pequeños vehículos, etc.

Los contenedores suelen estar fabricados principalmente de acero, pero también los hay de aluminio y algunos otros de madera contrachapada reforzados con fibra de vidrio. En la mayor parte de los casos, el suelo es de madera, aunque ya hay algunos de bambú. Interiormente llevan un recubrimiento especial anti-humedad, para evitar las humedades durante el viaje. Otra característica de los contenedores es la presencia, en cada una de sus esquinas, de alojamientos para los twistlocks, que les permiten ser enganchados por grúas especiales, así como su trincaje tanto en barcos como en camiones.

### **Dimensiones del contenedor**

Existen diferentes medidas para contenedores variando en largo y alto, pero básicamente consideramos que hay dos tipos de contenedores en cuanto a su medida; de 20 pies (6,08m) ó 40 pies (12,19m) con un volumen interno aproximado de 32,6 m<sup>3</sup> y 66,7m<sup>3</sup> respectivamente. El ancho se suele fijar en 8 pies y el alto en 8 pies y medio.

Las dimensiones de los contenedores están reguladas por la norma ISO 6346.

## **Tipos de contenedores:**

- Dry Van:

Contenedores estándar. Cerrados herméticamente y sin refrigeración o ventilación.



- High Cube:

Contenedores estándar mayoritariamente de 40 pies su característica principal es su sobre altura.



- Reefer:

Contenedores refrigerados de las mismas medidas que el anteriormente mencionado, pero que cuentan con un sistema de conservación de frío o calor y termostato. Deben ir conectados en el buque y en la terminal, incluso en el camión si fuese posible o en un generador externo, funcionan bajo corriente trifásica.



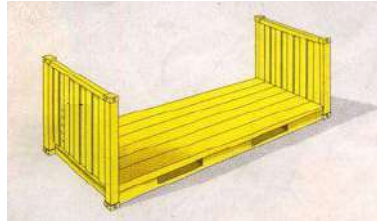
- Open Top:

Contenedor de las mismas medidas que los anteriores, pero abiertos por la parte de arriba.



- Flat Rack:

Contenedor que carecen también de paredes laterales e incluso, según casos, de paredes delanteras y posteriores. Se emplean para cargas atípicas.



- Open Side:

Contenedor que su mayor característica es que es abierto en uno de sus lados, sus medidas son de 20' o 40'. Se utiliza para cargas de mayores dimensiones en longitud que no se pueden cargar por la puerta del contenedor.



- Tank o Contenedor Cisterna:

Contenedor para transportes de líquidos a granel. Se trata de una cisterna contenida dentro de una serie de vigas de acero que delimitan un paralelepípedo cuyas dimensiones son equivalentes a las de un “Dry van”. De esta forma, la cisterna disfruta de las ventajas inherentes a un contenedor: pueden apilarse y viajar en cualquiera de los medios de transporte típicos del transporte intermodal.



- Flexi-Tank:

Contenedor para transportes de líquidos a granel. Suponen una alternativa al contenedor cisterna. Un flexi-tank consiste en un contenedor estándar (Dry Van), normalmente de 20 pies, en cuyo interior se fija un depósito flexible de polietileno de un solo uso denominado flexibag.



## **Carga máxima**

La carga máxima puede variar según la naviera y el tipo de contenedor. Los contenedores más normalizados internacionalmente de 20' tienen un peso bruto máximo de unas 29 t y los de 40' de unas 32 t.

Aunque, como muchas veces se traslada el contenedor vía terrestre desde la zona de carga al puerto, hay que atenerse a la legislación vigente en cada país sobre pesos máximos en camiones. La tara o peso del contenedor puede ir de 1,8 t hasta 4 t para los de 20' y de 3,2 t hasta 4,8 t para los de 40'.

## **Identificación**

La identificación de contenedores se efectúa mediante una combinación alfanumérica de 11 dígitos. Las primeras tres letras identifican al propietario y son asignadas a las compañías por el BIC (Bureau International Containers et du Transport Intermodal). La cuarta letra toma los siguientes valores:

- U para identificar a los contenedores propiamente dichos.
- J para el equipo auxiliar adosable.
- Z para chasis o trailers de transporte vial.

luego siguen 6 dígitos numéricos y por último un dígito verificador para asegurar la correcta relación con los 10 anteriores.

Este dígito verificador es de suma importancia pues garantiza en transmisiones y en el ingreso a sistemas asistidos por ordenadores su correcta escritura.



## **Trinca de contenedores.**

El contenedor es una de las piezas fundamentales en el traslado de mercancías dado su fácil traspaso de un medio de transporte a otro, el contenedor posee una estructura estandarizada que protege la carga de la intemperie y reduce los costos de maniobra en los transbordos.

El transporte de contenedores atiende mayormente al servicio marítimo y cada vez más al terrestre, debido a su fácil manejo el proceso de importación – exportación y a la rapidez y eficiencia en las operaciones de carga y descarga. Los contenedores son empleados para transportar cargas unitarizadas, ensacadas y empaquetadas.

Durante la carga terrestre el contenedor puede estar expuesto a frenadas, aceleraciones, vibraciones que pueden afectar la carga; asimismo durante el transporte marítimo hay balanceos que afectan la carga.

## **Normas generales de estiba.**

- El piso de madera es en listones para permitir anclar la carga con clavos o tornillos.
- Las paredes internas sirven para apoyar carga liviana.
- Hay puntos de fijación en el piso y en el techo (anillos de fijación) y barras de amarre para asegurar con cuerdas, cadenas, alambres y zunchos.

La mayoría de las cargas puede ser trincada usando los siguientes materiales:

- Vigas de madera, paletas de madera o plástico para distribuir el peso de la carga.
- Listones de madera, para asegurar la carga por secciones.
- Tablones móviles, madera terciada para separar varias capas de carga o segregar diferentes tipos de carga en secciones separadas.
- Cojines de espuma plástica y bolsas de aire, para reducir vibración y evitar que se mueva la carga.
- Serrín, para evitar rozaduras, llenar espacios vacíos y amortiguar espacios.
- Redes para asegurar espacios como cordeles, zunchos, alambres, etc.

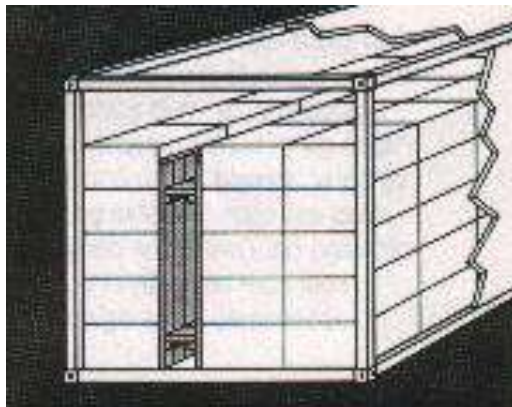
### **Las formas de estiba en función del material son:**

- Productos homogéneos:

Si la carga consiste en productos homogéneos, se debe utilizar el volumen por completo del contenedor. Este podrá llevar cajas de cartón, madera, etc.

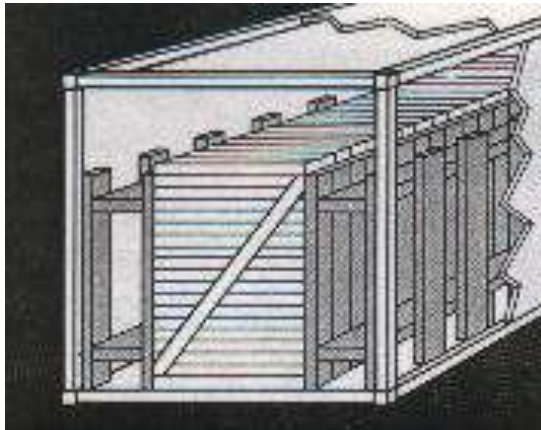
En el caso de las cajas de cartón, este sistema ayudara a evitar daños por rozadura. Cuando el espacio libre es inevitable se coloca una estiba de madera de manera que quede una brecha en el centro del contenedor. (Se comienza a empacar desde los costados y se va llenando hacia el centro).

Los productos frágiles pueden dañarse cuando se coloca una capa sobre otra, para lo cual se distribuye la presión colocando material de separación entre las capas, ya sea, madera o cartón.



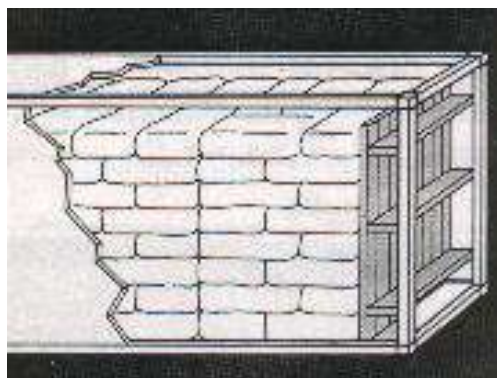
- Cajones grandes:

Las unidades grandes y pesadas que toman parte del ancho del contenedor deben colocarse en el centro y apoyarse contra el piso y lados. Estas unidades también deben asegurarse a los diferentes puntos de seguridad. Nunca deben apoyarse directamente sobre las paredes del contenedor, ya que estas no son suficientemente fuertes para soportar la presión de estas cargas, para esto se deberá usar madera.



- Carga en bolsas

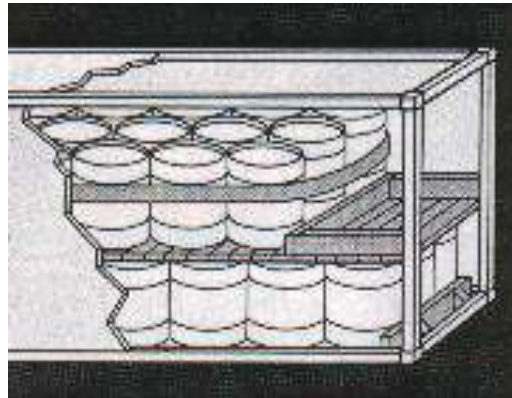
La carga en bolsa tiende a moverse durante el transporte creando mucha presión principalmente sobre las puertas y paredes laterales del contenedor. Para asegurar este tipo de carga, se coloca una capa sobre la otra en forma entrelaza. Para evitar que se caigan las bolsas durante la descarga, se coloca una estiba de manera contra la fila final. La carga en bolsa que se trinca en pallets, no presenta este problema y es más fácil cargarla y descargarla del contenedor.



- Tambores y barriles:

Los tambores se estiban verticalmente una al lado del otro y colocar plataformas de madera entre un piso y otro. Se debe asegurar la carga al extremo de la puerta contra los esquineros del contenedor.

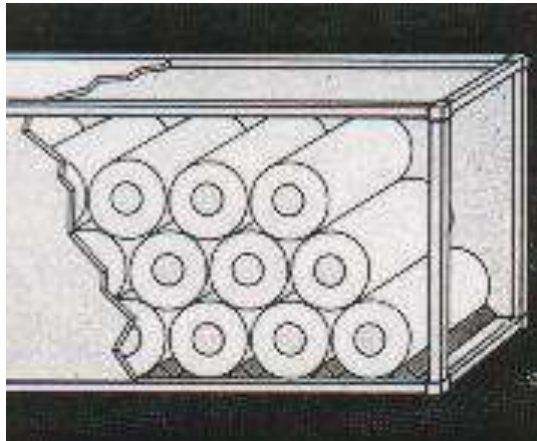
Los barriles de madera no están diseñados para soportar presión alrededor de la cintura cuando se estiban horizontalmente deben apoyarse a los extremos mediante listones de madera que eleven la parte media del barril de modo que este no haga contacto con el piso del contenedor. Se coloca cuñas para evitar que se rueden.



- Rollos:

Los productos cilíndricos pueden estibarse vertical u horizontalmente.

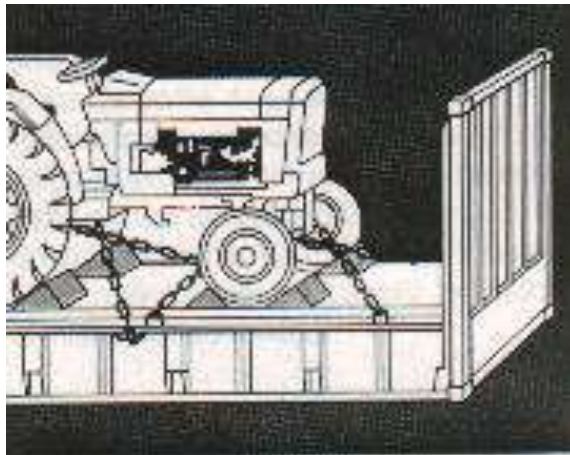
Cuando se colocan en forma vertical, los rollos deben colocarse juntos. Cualquier espacio vacío entre estos debe llenarse con bolsas de aserrín, papel corrugado o material similar suave. Se asegura la carga en el extremo de las puertas del contenedor mediante tablonces, cordeles o cuñas y se refuerza además las paredes del contenedor.



- Vehículos pesados y grandes:

Los vehículos, maquinaria agrícola y estructuras pesadas pueden estibarse en contenedores plataforma o flat-racks. Para transportarlos primero se aseguran el vehículo en el contenedor, clavando un marco firme de madera al piso alrededor de la base del vehículo.

Enseguida se amarran tensores de acero o cadenas. Los vehículos que se llevan sobre contenedores descubiertos deben asegurarse con cuñas delante y detrás de cada rueda. La altura de estas debe ser de por lo menos un tercio del radio de la rueda y se trinca con cadenas atadas a las ruedas o ejes.



- Carga refrigerada:

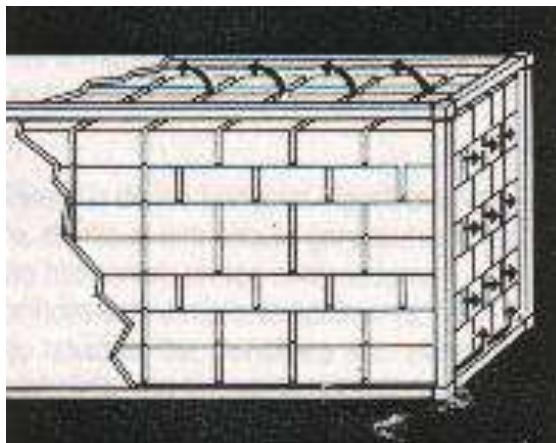
Los contenedores frigoríficos pueden generar ambientes con temperatura controlada, desde congelado hasta temperatura ambiente normal. Estos contenedores tienen un aislamiento de espuma de poliuretano que mantiene la carga refrigerada después que la unidad se desconecta.

Se debe tener en cuenta varios criterios:

- Optimizar la extracción de calor.
- Mantener la humedad adecuada del producto.
- Controlar el desprendimiento de gases y su efecto sobre el producto.
- Evitar el desarrollo de microorganismos dañinos.
- Proteger el producto de daño físico.

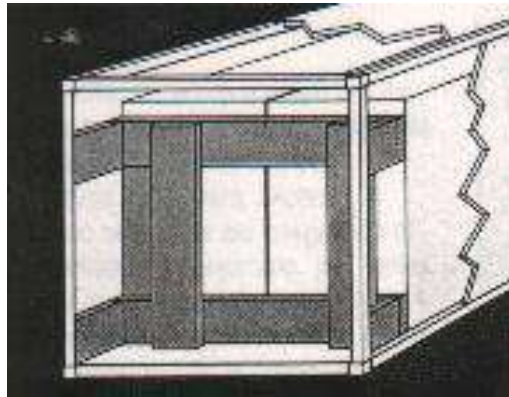
La carga congelada tiene distintas necesidades de intercambio calórico que aquellas a temperatura ambiente. El objetivo es impedir el flujo de calor, lo cual se logra mediante una estiba apretada en bloque, separada de las paredes y techo del contenedor. El aire frío circulara entre las paredes del contenedor y el bloque de carga, aislándolo efectivamente.

También se pueden dejar separaciones entre las cajas, formando canales longitudinales.



- Carga de alta densidad:

Las cargas muy pesadas con bajo centro de gravedad y sin riesgo de volcarse como el mármol pueden trincarse con la ayuda de varios elementos de fricción: puntales sobre el piso que controlan el movimiento, estructura de metal o madera que distribuyen el peso, pueden utilizarse cadenas u otros amarres para mantener estas piezas en su lugar.

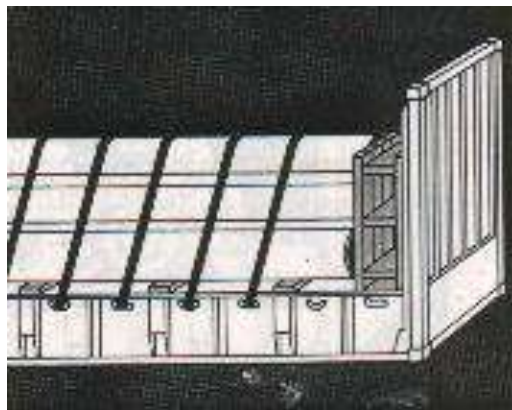




- Carga alargada

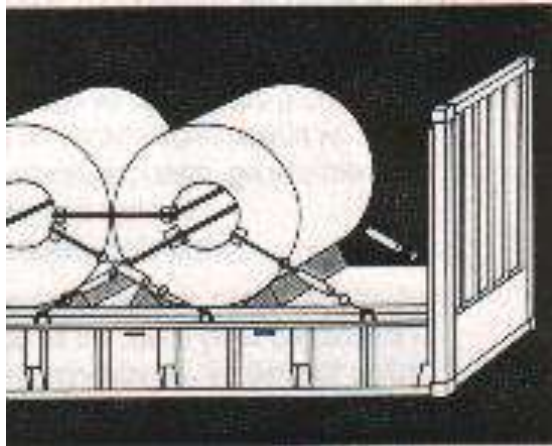
La carga alargada tales como tuberías y vigas deben colocarse transversalmente, a lo ancho del piso del contenedor-plataforma entre cada capa de carga. Dichas piezas tienden a deslizarse longitudinalmente, produciendo gran tensión en las paredes del extremo del contenedor. Para que esto no ocurra es necesario reforzar estas con maderas que deben estar a la altura de la carga.

Para reducir el deslizamiento se aumenta la fricción entre las capas con láminas de caucho, tablitas de madera, etc. También se debe eliminar la presión de las paredes laterales del contenedor, amarrando la carga en varios lugares con fuertes zunchos de acero.



- Rollos y bobinas

Al transportar rollos pesados deben evitarse movimientos; al alistar este tipo de carga se junta los rollos en pares y se amarra cada par con bloques de madera clavados al piso. Se refuerza los extremos del contenedor amarrando los rollos al piso del contenedor con cadenas o alambres. Se llenan los espacios vacíos con madera.



### **Localización de los contenedores:**

El sistema de localización se hace en base a 3 coordenadas:

Longitudinal: {Fila (Row): Bloque de contenedores en sentido longitudinal, eslora (Pr/Pp)}

Transversal: {(Bay: Bloque de contenedores en sentido transversal, manga (Br/Er)}

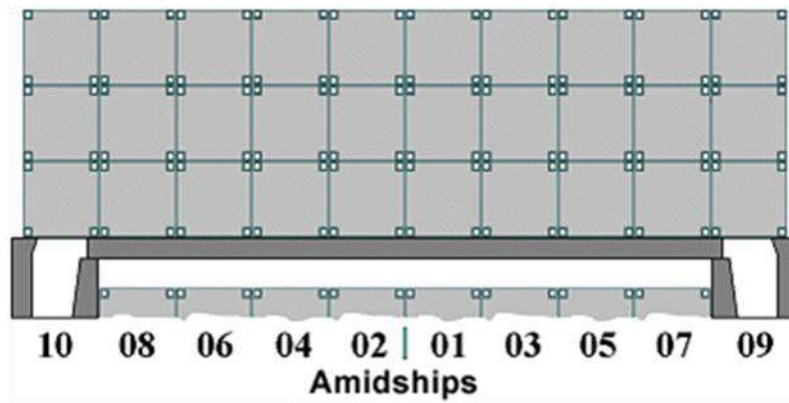
Vertical: {(Nivel (Tier): Bloque de contenedores en el sentido vertical, altura (Plan/Cbta)}

De esta forma se localiza la ubicación del contenedor a bordo del buque de forma inequívoca.

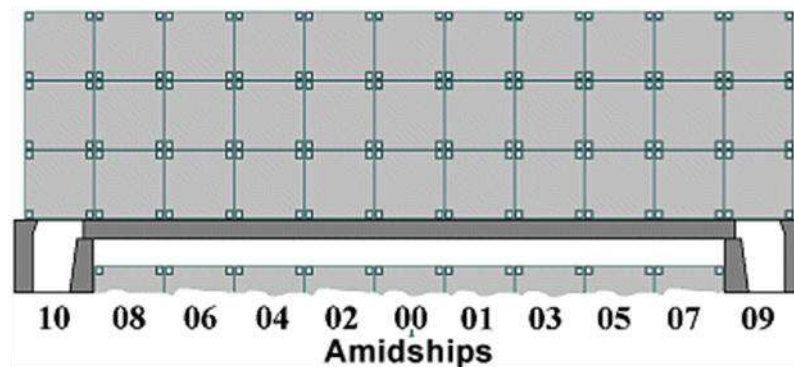


Cuando hay un número impar de filas, se numeran del centro hacia la izquierda y las pares del centro a la derecha.

En caso de filas impares, la fila central se numera como 00



Numeración de filas cuando hay un numero par de filas



Numeración de filas cuando hay un numero impar de filas

Es un medio rápido y seguro para mercancías con un alto valor añadido, siendo el transporte multimodal por excelencia. La eficacia de este sistema radica en que están establecidas unas mediadas Standard con el fin de que los medios de manipulación sean también comunes en todas las partes del mundo.

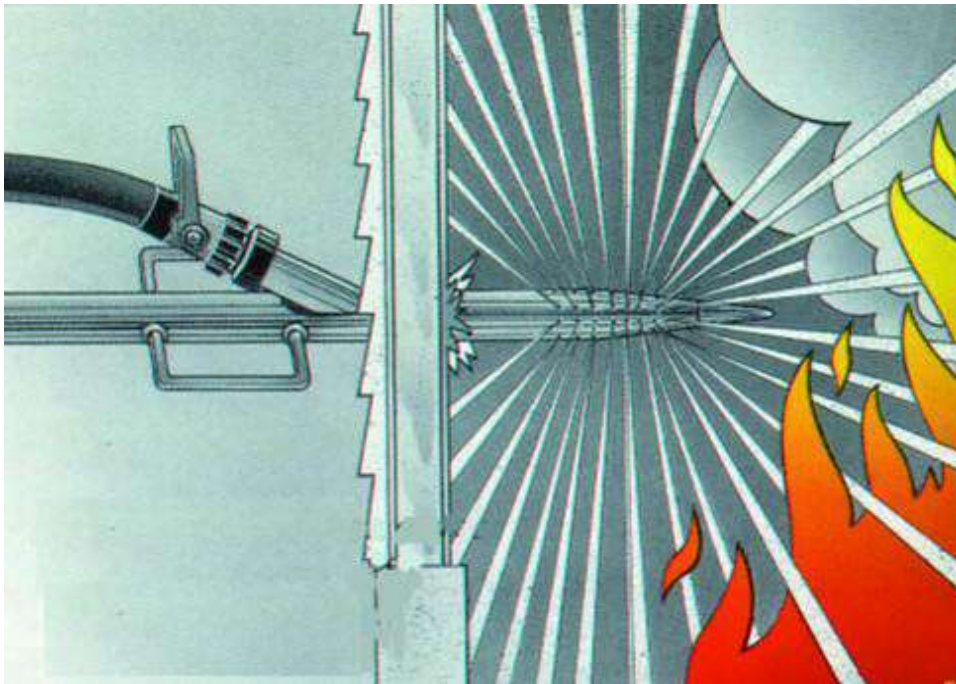
El tamaño de contenedor mas común tiene una mediada Standard de  $(8' x 8' x 20')$  pies. Este estándar de contenedores de 20' pies, es usado como medida de capacidad de carga de los buques porta contenedores y conocido como **TEU** (*twenty-foot equivalente unit*).

Con el tiempo, aparecieron los contenedores de 40' pies de  $(8' x 8' x 40')$  pies, y para todos ellos se diseñaron equipos, remolques, grúas que facilitarían la rapidez de su manipulación.

Normalmente las terminales de contenedores, necesitan contar con gran superficie para su almacenamiento en tránsito y puntos de control de accesos de camiones y trenes. Presentan una gran variedad de problemas a la hora de situaciones de emergencias, MMPP (algunas terminales cuentan con una zona dedicada especialmente a contenedores con este tipo de mercancías ), mala estiba de la mercancía dentro del contenedor, exceso de peso, derrames de cargas, MMPP no declaradas, mal etiquetadas, etc.

Los depósitos de contenedores suelen tener una gran actividad, las 24 horas al día y puede ser una zona peligrosa para los servicios que van dar una respuesta a una emergencia por la gran cantidad vehículos de tipo que están circulando por la zona. La conducción de vehículos entre las pilas de contenedores debe realizarse con precaución.

En el caso de que nos encontremos un contenedor humeando, lo primero que debemos hacer es obtener información de la materia que transporta, y valorar en el caso de que queramos extinguir el agente extintor a utilizar. Puede ser interesante extinguir sin tener que abrir el contenedor utilizando una lanza de penetración.



- **Terminales de cargas a granel**



En estas terminales se manejan: maderas, grano, mineral, carbón, chatarra, cemento, etc. que se transportan a granel en las bodegas del buque. Estas mercancías se encuentran almacenadas en silos o en pilas en el muelle y son cargadas y descargadas por medio de cintas, mangueras y tuberías.

Los medios que mueven grano en ocasiones han producido explosiones e incendios. El polvo generado por su manipulación puede encontrarse dentro de los límites de inflamabilidad y dar como resultado un incendio que tienen normalmente un acceso al lugar difícil. La aplicación de agua en algún caso puede estar limitada por aumento de volumen que se produce al humedecerse, sobre todo si se encuentra almacenado en un sitio cerrado y lleno.

- **Terminales de carga y descarga de explosivos**

El control estricto de la fabricación, circulación, almacenamiento, comercio, tenencia y utilización de explosivos está estrechamente vinculado con el mantenimiento de la seguridad ciudadana.

Durante su estancia en puerto, estas embarcaciones deberán permanecer en el lugar que les hubiera sido asignado. Solamente podrán efectuar movimiento cuando hubiesen obtenido el oportuno permiso de la autoridad portuaria.

El buque debe disponer a bordo del personal que constituye las guardias de puerto en cubierta y máquina, además del que pueda ser necesario para realizar cualquier maniobra de emergencia, e incluso para maniobrar en cualquier momento. Las guardias en puerto se organizarán siempre de acuerdo con el Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente del Mar y las resoluciones de la OMI sobre la materia.

Asimismo, debe mantenerse el buque, durante su estancia en puerto con materias reglamentadas, con las máquinas propulsoras listas para salir del mismo en cualquier momento. Por ello, no podrán efectuar reparación alguna que pueda impedir o retrasar la salida, salvo autorización expresa del capitán marítimo, previa consulta del operador de muelle o terminal, caso de estar el buque atracado en terminales especializados.

En muchos casos se requiere la presencia permanente de los bomberos durante las operaciones de carga y descarga de explosivos.

- Terminales de ro-ro y car-carriers.

Estas instalaciones están asociadas a ferrys, car-carriers, Ro-Ro, Ro-Pax, buques que transportan carga rodada, camiones, cajas de camiones o contenedores sobre plataformas rodantes. Los dos mayores peligros asociados a este tipo de terminales son los siguientes:



- Gran cantidad de vehículos muy próximos entre si con combustible de sus depósitos con la posibilidad de propagación del fuego inicial entre los distintos vehículos.
- Dificultades del camión de bomberos por la terminal debido al espacio tan reducido de maniobra.
- Grandes áreas y rampas abiertas en los buques para el movimiento de vehículos. Esta característica es un punto a favor a la propagación de in incendio o el derrame de combustibles.



- **Pantalanes y tomas de combustible.**

Algunos puertos incluyen atraques y otros recursos como tomas de combustible para buques de recreo. Las características de este tipo de atraques presenta un elevado riesgo de exposiciones, debido a la densidad de barcos en los atraques, personas viviendo a bordo, combustibles, materiales de construcción de los mismos, grandes cantidades de gasolina presente, medios fijos de extinción mínimos o nulos, y la poca experiencia de los usuarios de embarcaciones de recreo en el manejo de combustibles líquidos.

Los bomberos deben de tener en cuenta que un fuego en esta zona presenta una propagación muy rápida y un gran número de personas pueden encontrarse con sus rutas de escape bloqueadas. En ocasiones el tipo de construcción de estos pantalanes o muelles flotante, además de inestables, hace que no sean capaces de soportar un gran número de bomberos y sus equipos.

- **Muelles y embarcaderos**

Los muelles y embarcaderos son estructuras diseñadas para la carga y descarga de mercancías de los buques. Los bomberos deben de tener en cuenta el tipo de muelle en el que se encuentran. Unos muelles pueden estar contruidos con materiales mas sólidos que otros, desde muros de hormigón hasta pilares de madera, Con lo que el peso que pueden soportar (vehículos y equipos) pude ser muy distinto. Se debe de tener en cuenta aquellos muelles que están contruidos sobre pilares permiten que la mar se encuentre bajo ellos lo cual es importante en el caso de que combustible caiga al agua y se acumule por abajo el con el consiguiente peligro.

## Seguridad y control de accesos

La seguridad y control tanto de las mercancías como de personal es tarea de Autoridad Portuaria por medio de la Policía Portuaria.

El acceso está restringido al personal autorizado desde la entrada en vigor del Código de protección del buque y las instalaciones portuarias (PBIP) creado a raíz de los atentados del 11 de Septiembre y sus consecuencias.

Las mercancías que llegan al puerto pasan por un control. Este servicio puede ser de gran ayuda o de estorbo en caso de una emergencia debido al control de acceso por medio de barreras que pueden retrasar el acceso de los vehículos de emergencia.

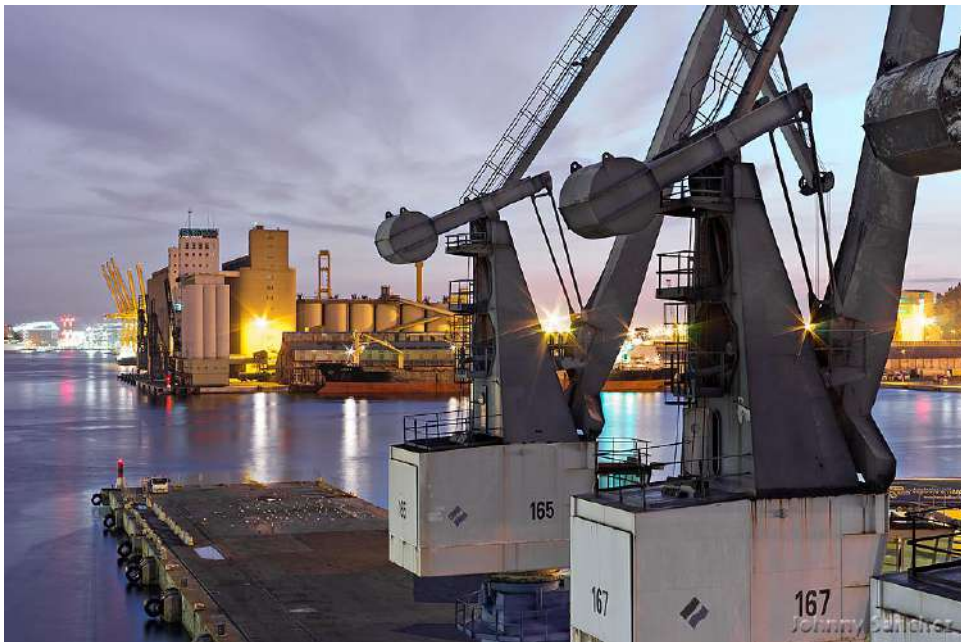
Los servicios de control, y vigilancia servirán en su caso para establecer un control de transeúntes (mirones) en el lugar de la emergencia. Puede ser un estorbo para los equipos de emergencia cuando vehículos comerciales intentan entregar medios y equipos suplementarios a la intervención, por lo tanto puede ser tarea de la Policía Portuaria balizar la zona del incidente y delimitar entradas y salidas.

En la preplanificación de los equipos de emergencia es clave identificar los accesos y puntos de control del puerto. Los movimientos de medios hacia y desde el puerto de los equipos de emergencia debe deben de tener prioridad en caso de emergencia.

Las instalaciones no detendrán las operaciones de otros buques o el tráfico comercial durante una emergencia salvo que sea absolutamente necesario.

## Equipo portuario

Además de servicios e instalaciones, el Puerto proporciona equipos especiales a los buques y a sus cargas. No todos los buques están dotados con el equipo adecuado para realizar la carga y la descarga. La mayoría de los puertos cuentan con grúas, tolvas, cintas transportadoras, equipos de succión y otros. Los puertos proporcionan además muelles terminales especializadas, almacenes, equipo contraincendios. Estos equipos pueden ser usados para trasladar materiales a otros sitios e impedir exposiciones o ayudar a acceder a un determinado punto de la emergencia pero se debe de tener en cuenta que todos estos equipos pueden llegar a ser un obstáculo para los equipos de emergencia o hacer llegar medios a un determinado sitio



## **5. TIPOS DE BUQUES Y SU PROBLEMÁTICA PARA LOS SEI**

Es muy importante para los SEI identificar los tipos de buques que atracan en los puertos en los que deben intervenir. Los buques varían principalmente en su tamaño y las distintas cargas que transportan, el tipo de propulsión, la configuración de los distintos sistemas a bordo, en sistemas y maquinas específicas. Este capítulo intenta dar una visión de los distintos tipos de buques más comunes, características, peligrosos y situaciones que se pueden encontrar los Servicios de Emergencia. El conocimiento de las distintas características de los buques es de gran ayuda para los mandos de la intervención en la valoración, desarrollo de las estrategias y tácticas adecuadas para controlar las emergencias.

Haremos referencia en estos capítulos a los buques regulados por el Convenio SOLAS. No haremos referencia a las embarcaciones de recreo, construidas la mayoría de ellas de fibra. La fibra de las embarcaciones de recreo es muy difícil de entrar en combustión, pero una vez que lo hace es muy difícil de apagar y prácticamente imposible trabajar sobre la embarcación, por lo que en estos casos lo mejor es refrigerar, y realizar un trabajo defensivo hacia las embarcaciones que estén atracadas en las proximidades. Un caso parecido al que tuvieron los bomberos de Barcelona en el Port Vell en el que el fuego de un yate de 20 metros afectó a otras 4 embarcaciones. (Periódico *“La provincia”* de 2 de febrero de 2008.)

Aunque son muy variados los tipos de buques existentes, podemos considerar que básicamente podemos encontrar:

## - Petroleros

Los petroleros son buques diseñados para el transporte de hidrocarburos líquidos crudos o refinados en espacios especialmente diseñados (tanques) en los que existen atmósferas inertes de valores inferiores al 5% de O<sub>2</sub> para evitar cualquier ignición al tener una atmósfera tan pobre en oxígeno. La inertización de los tanques se realiza mediante el enfriado y lavado de los gases procedentes de la propia combustión de los motores del buque o mediante Nitrógeno, siendo esta práctica más habitual hoy en día por ser este gas más limpio y seguro y no producir daños a la carga.

A los grandes petroleros se les denomina ULCC (Ultra large crude carriers) verdaderos monstruos de hasta 400 m de Eslora y hasta 500000 TPM, aunque la tendencia actual es a construir petroleros de tamaño medio más flexibles y no tan limitados en tamaño a la hora de entrar en puerto.

Son muy fáciles de identificar ya que son grandes cajones sin grandes finos en la proa y popa. Su principal característica es la presencia a lo largo de la cubierta y en su eje central, de las tuberías de carga y descarga del crudo. El resto de la cubierta aparece casi despejada. Dos pequeñas grúas situadas a estribor y babor se encargan de mover las mangueras que se conectan al muelle o a la plataforma para su carga y descarga.

Pueden tener atmósferas explosivas especialmente cerca de las zonas de venteo, por lo que es conveniente trabajar con medidores de gases de atmósferas explosivas ATEX (CH<sub>4</sub>) y tóxicas (CO y H<sub>2</sub>S).



- **Gaseros.**

Son buques diseñados específicamente para el transporte de gas a granel en estado líquido a baja temperatura.

No todos los gases transportados en buques gaseros son inflamables como el caso de amoniaco, cuyo peligro principal es la toxicidad y su baja temperatura.

Sin embargo los gases licuados más comunes son el gas natural licuado (GNL) y el gas licuado del petróleo (GLP).

El GNL es prácticamente metano que licúa por temperatura a  $-162^{\circ}\text{C}$  y que tiene un coeficiente de expansión de líquido a gas de unas 600 veces, el metano es más ligero que el aire.

El GLP es principalmente propano y butano que licúa por presión a  $-43^{\circ}\text{C}$  y que tiene un coeficiente de expansión de líquido a gas de unas 270, los GLP son más densos y pesados que el aire.

Ninguno de ellos son tóxicos, aunque si son axfisiantes.

Suelen cargarse en grandes tanques aislados, con forma esférica o prismática, mediante una barrera secundaria diseñada para contener derrames.



## - Quimiqueros

Pueden llegar a transportar una variedad muy elevada de productos diferentes, los hay que pueden cargar hasta 40 productos distintos de tanques independientes con bomba autodescargante, la única forma de identificarlos es consultando el plan de carga.

El tamaño es más bien pequeño; unos 150 m y unas 5.000 ó 10.000 TPM aunque pueden llegar a los 50.000 TPM.

Son buques de un elevado coste por las exigencias constructivas como el doble casco, tanques de acero inoxidable, o sofisticados sistemas de pintura.

Se identifican por un complejo ramal de tuberías repartidas sobre toda la cubierta, incluso aparece algún pequeño tanque en la cubierta por lo que el movimiento por cubierta con mangueras será complejo ante el rozamiento producido por las estructuras y la posibilidad de que los racores queden presos con las instalaciones.

Las variaciones de temperatura ambiente hacen que la carga se expanda y se contraiga con la posibilidad de salida de vapores que pueden ser explosivos, tóxicos, corrosivos o cancerígenos, algunos productos pueden reaccionar entre sí produciéndose peligrosas reacciones de polimerización.

Algunas cargas tales como los fosfatos se transportan debajo de una capa de agua que debe ser mantenida para evitar la reacción con el oxígeno del aire otras son aisladas del aire mediante una capa de nitrógeno.

Algunas cargas son transportadas a altas temperaturas para evitar la solidificación.



## - **Buques portacontenedores**

Se trata de una de las familias de buques de mayor tamaño. Los mayores llegan a los 390 metros de eslora con una capacidad para casi 11.000 contenedores, aunque aún no han finalizado su crecimiento en tamaño, habiéndose publicado estudios de portacontenedores de hasta 18.000 unidades. Se ha construido recientemente el buque “Enma Maersk” de 15.000 contenedores

Este desarrollo espectacular de tamaño ha sido posible merced a los avances en la construcción de potentes motores que han permitido a estos buques alcanzar velocidades de 25 nudos, potencias de 110.000 caballos y 250 Tm. de consumo diario de combustible.

Para manejar la descarga de este tipo de buques en los puertos se necesitan grúas especiales capaces de levantar 50 Tm. a 50 m. de alcance (hay muy pocas grúas de este tipo en el mundo).

El transporte de contenedores ha experimentado un tremendo auge durante los últimos años debido a la facilidad y comodidad del transporte intermodal, ni tan siquiera la reciente crisis económica ha frenado su desarrollo.

Los contenedores refrigerados “reefer” pueden presentar problemas, y de hecho los han presentado, en su circuito de frío, concretamente en los compresores.





- **Buques graneleros.**

Son un tipo de buque que pertenece a la familia general, también conocidos por la palabra inglesa “bulkcarries” se dedican al transporte de cargas secas a granel.

Suelen ser de gran tamaño (hasta 200.000TPM), superando en algunos casos los 300m de eslora. Normalmente navegan a baja velocidad.

Son fácilmente identificables por tener una única cubierta corrida con varias escotillas (normalmente impares) y unas correderas a uno o ambos lados por donde corren la tapa o tapas de las escotillas.

Pueden transportar cereales, minerales (mineraleros) o mixto “Oil/bulk/ore carrier” (OBO), que transporta cargas secas y crudo. En el caso del transporte de cargas pesadas sus bodegas están reforzadas para resistir golpes.

Algunos buques pueden tener medios propios de descarga con grúas.

Los cementeros y alumineros son un tipo especial de bulkcarrier ya que son muy especializados. Suelen ser pequeños (6.000 TPM) y tienen medios propios de carga y descarga mediante tuberías por medios neumáticos (sistema de fluidificación).

Los incendios que se produzcan en la carga pueden ser debidos a explosiones de polvo, combustión espontánea, autocalentamiento o reacciones violentas con el agua.



- **Buques de pasaje.**

Sin duda la mayor problemática de los buques de pasaje es la gestión de los pasajeros que como ejemplo cercano el ferry de Santander a Plymouth tiene una capacidad de 2400 pasajeros, cientos de camarotes y largos pasillos mucho más estrechos que los pasillos de un hotel. Hay que tener en cuenta que un buque para una persona no entrenada puede convertirse en un laberinto y buscar una salida o una cubierta expuesta puede ser realmente difícil a pesar de la señalización, aun más si los humos producen dificultades de visibilidad.

No se puede obviar el pánico y las reacciones imprevistas de gente que no está entrenada en formación de emergencias y las dificultades de la tripulación en la gestión de control de masas.

Otra gran dificultad sería el recuento de víctimas, teniendo en cuenta que no es fácil cuantificar cuántas se encuentran en tierra y cuántas a bordo, a pesar de los esfuerzos por establecer un punto de reunión para proceder al recuento.



- **Buques roll on-roll off (ro-ro)**

Sus siglas significan “rodar dentro – rodar fuera”. Transportan únicamente mercancías con ruedas que son cargadas y descargadas mediante vehículos tractores en varias cubiertas comunicadas mediante rampas o ascensores.

Se caracterizan por tener una gran porta abatible en la popa o proa que hacen las veces de rampa, así como una superestructura muy alta y larga.

Cargan vehículos, camiones, cargas rodantes y trailers cargados de contenedores.

Su aspecto es el de un gran cajón flotante.

Este tipo de barco lleva un sistema sofisticado de corrección de escora y que consiste en unas potentes bombas que “inyectan” el agua de lastre de un tanque a otro a medida que se produzca la escora corrigiendo esta.

Puede ser peligroso trabajar dentro del garaje o bodega en condiciones de poca visibilidad debido a que las rampas pueden estar abiertas o bajadas y que carecen de ninguna estructura que nos avise o nos proteja contra las caídas.

Las bodegas o garajes son grandes superficies que carecen de compartimentación por lo tanto un incendio en un coche supondrá que toda la zona se inundará de humo y la aplicación de agua puede producir superficies libres.



- **Remolcadores.**

Los remolcadores son buques que operan normalmente dentro del puerto y cuya función es ayudar a buques de mayor porte y menor maniobrabilidad en las maniobras de atraque y desatraque.

Pueden tener también funciones de salvamento y lucha contra incendios o lucha contra la contaminación y de remolque de altura.

Como buques no presentan dificultades específicas en las tareas de lucha contra incendios para los SEI, pero debemos hacer mención especial a ellos por los siguientes motivos:

- Pueden ser de gran ayuda durante la intervención, puesto que pueden ayudarnos con el traslado de material, el embarque de personal o empujando el buque contra el muelle en caso de que falten los cabos del buque afectado.
- Disponen de potentes cañones contra incendios de agua/espuma de caudales de entre de 10.000 a 40.000 l/min y de alcances de hasta 150 m de agua y de 100 m de espuma con el viento en calma; estos cañones serán de gran ayuda en labores de extinción y refrigeración, pero pueden ser un problema, como veremos más adelante, en relación al volumen de agua aplicada.



## **6. SISTEMAS FIJOS Y EQUIPAMIENTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS A BORDO.**

Un buque está equipado con un amplio sistema de lucha contra incendios. Cuando los bomberos llegan a bordo de un buque para una intervención es lógico que quieran llevar su equipo (lanzas, mangueras, equipos de respiración autónoma, linternas, aparatos VHF, sistemas portátiles de espuma, ventiladores de presión positiva, cámaras térmicas, etc), sin embargo como ya hemos comentado uno de los mayores problemas que se va a encontrar el SEI es el acceso y con el las dificultades para embarcar equipos, por lo tanto es importante conocer los medios con los que disponemos a bordo.

Están protegidos con sistemas fijos de gas los siguientes espacios:

- Sala de máquinas.
- Cámaras de bombas.
- Cocina (extractores).
- Bodegas que transporten mercancías peligrosas.
- Pañol de pinturas.
- Cualquier otro espacio que determine las Administración.

## **Los sistemas fijos de gas**

Existen diversos tipos de agentes gaseosos como agentes gaseosos siendo el más común el CO<sub>2</sub>, pero existen otros como el halón 1211 (la producción de halones se prohibió a raíz de las disposiciones del protocolo Internacional de Montreal del 1 de Enero de 1989 debido a la destrucción de la capa de ozono), o los sustitutos de los halones (Inergen, Argonite, y más actualmente el FM200) gases conocidos como “sustitutos de los halones” de gran eficacia, limpios con el medio ambiente, y no dañinos para las personas en las concentraciones que se utilizan para la extinción para un periodo de exposición corto. Como principal inconveniente está su elevado coste, lo que hace que la mayoría de los armadores se decanten por el CO<sub>2</sub> como gas extintor para los sistemas fijos.

No se permite la descarga automática de un sistema fijo de gas.

Las tuberías que conducen el agente extintor de incendios a los espacios protegidos llevan válvulas de control marcadas de modo que quede claramente indicado a que espacios llegan las tuberías. Cuentan con las medidas necesarias para impedir la descarga involuntaria del agente extintor en los espacios protegidos. Cuentan con los medios necesarios para que una señal acústica automática indique la descarga del agente extintor de incendios en un espacio de carga rodada o en cualquier otro espacio en el que habitualmente haya personal trabajando o al que éste tenga acceso. La alarma previa a la descarga se activa automáticamente, (por ejemplo, al abrir la puerta del dispositivo de descarga). La alarma sonará durante un tiempo suficiente para evacuar el espacio, y en cualquier caso, 20 segundos por lo menos antes de que se produzca la descarga del agente extintor. No obstante, en los espacios de carga tradicionales y en los espacios pequeños (tales como cámaras de compresores, paños de pinturas, etc.) en que sólo se vaya a producir una descarga local, no es necesario contar con tal alarma automática.



El Dióxido de Carbono es inodoro, incoloro y asfixiante. Se descarga desde unas botellas donde se encuentra licuado y cuando sale al exterior pasa al estado gaseoso, en su proceso de expansión alcanza unos  $-73^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo no es el enfriamiento el método principal de extinción, sino la sofocación al desplazar el Oxígeno del aire.

Los componentes básicos de un sistema de este tipo son un sistema de tuberías, un conjunto de botellas en función del volumen del espacio a proteger, un sistema de retardo y disparo. El sistema está diseñado para operar de manera independiente de una fuente de energía eléctrica. La descarga del  $\text{CO}_2$  requiere de un disparo previo que dispara la batería de botella y que ponga en funcionamiento el sistema de aviso acústico y luminoso en el lugar donde se va a proceder la descarga.

En ocasiones el sistema detiene alguno de los sistemas de ventilación con los que cuenta el espacio. El resto de ventilaciones deben ser controlados, por el servicio de extinción de incendios con la colaboración de los miembros de la tripulación. Algunos sistemas de  $\text{CO}_2$  que tienen una aplicación local pueden estar preparados para ser disparados de una manera manual además de un sistema de disparo automático.

A pesar de que el  $\text{CO}_2$  es más efectivo con fuegos de líquidos inflamables, en la extinción de fuegos de sólidos pierde eficacia especialmente en los fuegos que generen brasas.

Los espacios en los que se haya disparado un sistema de CO<sub>2</sub> es necesario que se mantengan bien aislados (herméticos) durante periodos importantes de tiempo, en ocasiones durante horas, por lo tanto los bomberos deberán controlar las temperaturas mediante cámaras térmicas en puntos concretos, para examinar la evolución de la eficacia del CO<sub>2</sub>.

Debido a que es posible que haya pérdidas de combustibles en esos espacios puede ser necesario descargar CO<sub>2</sub> adicional, con el fin de mantener la concentración necesaria. Las aberturas y ventilaciones que no han sido correctamente cerradas son la razón más común que hace que el sistema de CO<sub>2</sub> no resulte eficaz.

Concentraciones de CO<sub>2</sub> superiores al 4% puede causar la pérdida de la consciencia en las personas después de algunos minutos de exposición. Exposiciones prolongas por encima del 9% pueden causar la muerte. Existe un riesgo evidente de muerte si se dispara un sistema de CO<sub>2</sub> en un espacio ocupado por personas.

Se debe trabajar en todo momento con un ERA, en un espacio en el que se haya descargado CO<sub>2</sub>, haciendo mediciones periódicas de los porcentajes de O<sub>2</sub>, hasta que los medidores de atmósferas nos den parámetros admisibles.





#### Ventajas del dióxido de carbono:

- Agente limpio: no deja residuos que puedan dañar a los equipos.
- No es corrosivo.
- No es conductor de la electricidad.
- Se almacena fácilmente licuado.
- Mantiene su eficacia después de mucho tiempo de almacenamiento
- Relativamente económico y fácil de obtener en grandes cantidades.

#### Desventajas del dióxido de carbono

- Su descarga crea electricidad estática que puede llegar a inflamar atmósferas explosivas.
- Se descarga a temperaturas muy bajas, que puede llegar a dañar equipos sensibles o producir quemaduras por congelación en el caso de contacto directo con personas.
- Asfixiante para las personas, incluso mortal a determinadas concentraciones.
- No efectivo con materiales y sustancias que generan su propio oxígeno.

En un sistema de inundación total el CO<sub>2</sub> se expande cuando entra en contacto con la atmósfera, rellenando el espacio protegido. Al ser más pesado que el aire se acumula en las partes bajas y a medida que se acumula va ascendiendo hasta inundar completamente el espacio. El CO<sub>2</sub> no trabaja por enfriamiento, debe alcanzarse una determinada concentración para alcanzar la extinción por sofocación, hasta que la concentración de oxígeno de un espacio esté por debajo del 15%. Concentraciones del orden del 35% son necesaria para poder conseguir el necesario desplazamiento del oxígeno y conseguir extinguir el fuego. Puede ser necesario un porcentaje mayor dependiendo del tipo de combustible involucrado. En los espacios de máquinas, el sistema fijo de tuberías está diseñado para que en un plazo de 2 min. se pueda descargar el 85% del gas dentro del espacio considerado.

Los sistemas de anhídrido carbónico de inundación total requieren de dos pasos para su disparo. Cuentan con dos mandos separados para la descarga de anhídrido carbónico en un espacio protegido y para garantizar la activación de la alarma. Un mando abre la válvula de las tuberías que conducen el gas hacia el espacio protegido y el otro se descarga el gas de las botellas. Los dos mandos están situados dentro de una caja se indica claramente el espacio al que corresponda. Si la caja que contiene los mandos debe estar cerrada con llave, ésta se deja en un receptáculo con tapa de vidrio que pueda romperse, colocado de manera bien visible junto a la caja.

Cuenta con una señal acústica automática que indica la descarga del agente extintor de incendios en un espacio de carga rodada o en cualquier otro espacio en el que habitualmente haya personal trabajando o al que éste tenga acceso. La alarma previa a la descarga se activa automáticamente, (por ejemplo, al abrir la puerta del dispositivo de descarga). La alarma suena durante un tiempo suficiente para evacuar el espacio, y en cualquier caso, 20 segundos por lo menos antes de que se produzca la descarga del CO<sub>2</sub>. No obstante, en los espacios de carga tradicionales y en los espacios pequeños (tales como cámaras de compresores, pañoles de pinturas, etc.) en que sólo se vaya a producir una descarga local, no es necesario que cuenten con tal alarma automática. Durante este periodo de retraso se debe comprobar y chequear que todas las ventilaciones y puertas estancas estén cerradas, en definitiva que el local se encuentre lo más hermético posible.

Antes de disparar el sistema en el espacio es necesario evacuarlos, parar todos los sistemas de ventilación y cerrar todas las aberturas al exterior. Si alguna ventilación es de control remoto se debe chequear. Debemos chequear que esta cerrada ya que por efectos de la temperatura puede haber sufrido algún daño y no trabajar adecuadamente.

¡Importante! Deben trincarse las puertas del local de CO<sub>2</sub> para impedir que se cierren cuando se accede el compartimento, puesto que ya hubo muertes al producirse una fuga, y la presión generada por el CO<sub>2</sub> ser lo suficiente para impedir la apertura de la puerta.

Los sistemas fijos de anhídrido carbónico también existen para espacios pequeños tales como pañoles de pinturas, cámaras de compresores, zona de freidoras, y espacios de máquinas de reducidas dimensiones. Normalmente si un mismo buque cuenta con varios de estos sistemas, éstos tienen su sistema de disparo independiente. Algunos de estos sistemas pueden ser operados de manera manual o automática y no cuentan con un sistema de alarma automática para avisar en el interior del local, pero si para alertar a la tripulación que ha actuado el sistema.

### **Los sistemas fijos de polvo químico seco.**

Los buques que pueden transportar productos inflamables van provistos de sistemas fijos del tipo de productos químicos en polvo para la extinción de incendios en la parte de cubierta correspondiente a la zona de la carga.

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

El sistema destinado a la zona de la carga está constituido al menos por dos equipos independientes y autónomos de producto químico en polvo con sus correspondientes mandos, tuberías fijas del agente impulsor y cañones o mangueras salvo para buques de carga inferior a 1 000 m<sup>3</sup> que pueden llevar uno

Un cañón protege las zonas del colector de carga y descarga y que puede ser accionado tanto en su emplazamiento como por telemando.

El equipo está pensado para que una sola persona pueda manejarlo.

## **Los sistemas fijos de espuma**

En los buques también se pueden encontrar sistemas fijos que tiene a la espuma como agente extintor. Los sistemas de espuma en buque se pueden encontrar espacios de maquinas, salas de calderas y en cubierta.

El código de sistemas de seguridad contraincendios así como el capítulo II-2 del SOLAS establece para protección de espacios de maquinas, salas de calderas y otros espacios de maquinas la posibilidad de un sistema fijo de espuma de baja expansión cuya relación no debe ser superior a 12: 1 y que es capaz de producir una cantidad de espuma suficiente para cubrir con una capa de espuma de 150 mm. de espesor en un tiempo no superior a 5 min.

Estos espacios también pueden contar con un sistema fijo de espuma en este caso de alta, con una relación de expansión no superior a 1000:1 y con una capacidad de descarga, lo suficiente para llenar el mayor de los espacios protegidos por el sistema, a razón de 1 metro por minuto

El stock de espumógeno disponible es el necesario para producir un volumen de espuma 5 veces mayor que el volumen del mayor de los espacios protegidos.

Un sistema fijo de espuma esta formado fundamentalmente:

- Depósito de espumógeno (normalmente concentrado AFFF).
- Hidromezclador o dosificador que funcionará por efecto Venturi, en base a una presión y caudal determinado, con proporciones de entre el 1 al 6% de la mezcla espumante.
- Circuito de agua de la red de C.I. (el agua de mar es perfectamente útil para la producción de espuma, pero es conveniente endulzar los equipos una vez utilizados).
- Equipos formadores de espuma (boquillas, lanzas).
- Válvulas de corte, piano de distribución, válvulas antiretorno, puntos de purga manómetros, sistema de aspiración de aire en punta de lanza.

En los buques también se pueden encontrar sistemas fijos de espuma de baja expansión para la protección de la cubierta así como al interior de los tanques que hayan sufrido daños.

El sistema de espuma instalado en cubierta podrá utilizarse fácilmente y con rapidez.

El funcionamiento del sistema a base de espuma instalado en cubierta, permitirá la utilización simultánea del número mínimo requerido de chorros de agua proporcionados por el colector contra incendios.

Se suministrará concentrado de espuma en cantidad suficiente para asegurar que, como mínimo, se produce espuma durante 20 min en los buques tanque provistos de un sistema de gas inerte, o durante 30 min en los buques tanque que no estén provistos de dicho sistema.

La espuma procedente del sistema será proyectada por cañones o monitores. Cada uno de los cañones podrá abastecer el 50% como mínimo del caudal. En buques tanque de peso muerto inferior a 4000 TRB, la Administración podrá no exigir instalaciones de cañones y aceptar equipos portátiles únicamente.

El caudal de un cañón de espuma no será inferior a 400 litros por minuto, y su alcance, con el aire totalmente en reposo, no será inferior a 15 metros; es obvio que debemos utilizar los cañones contra incendios en la medida de lo posible siempre a favor de viento.



El puesto principal de control del sistema estará en una posición convenientemente situada fuera de la zona de la carga y adyacente a los espacios de alojamiento, y se podrá acceder a él y hacerlo funcionar fácilmente si se declara un incendio en las zonas protegidas.

La distancia desde el cañón hasta el extremo más alejado de la zona protegida por delante del mismo no será superior al 75% del alcance del cañón con el aire totalmente en reposo.

Un error habitual en las intervenciones con espuma es la utilización simultánea de agua rompiendo de esta manera la manta o capa de espuma producida; recordamos que el agua será necesaria para refrigerar zonas adyacentes o para proteger de la radiación térmica al equipo de ataque, pero no sobre la manta producida.

Es importante recordar también que para producir espuma de calidad, las válvulas contra incendios y los hidrantes deben estar abiertos totalmente, de otra manera el caudal producido puede ser inferior al caudal de trabajo de la instalación, y el proporcionador no realizará la succión del espumante correctamente.

En caso de intervenir en un buque tanque, los bomberos deberán preguntar por la operatividad de los cañones y equipos de espuma, puesto que la capacidad del tanque de espumógeno del buque es notablemente superior a las garrafas de espumógeno que llevemos en el camión.

### **Los sistemas fijos de agua**

Dentro de los sistemas fijos que tiene como agente el agua se encuentran en los buques:

- Sistemas fijos de extinción de incendios por aspersion de agua a presión y por nebulización.
- Sistemas automáticos de rociadores, de detección de incendios y de alarma contraincendios

Tal vez sea de todos sistemas los sistemas fijos de agua sean los ideales, si tenemos en cuenta que utilizan un agente que es abundante, fácil de almacenar, no es tóxico ni asfixiante para la persona y barato. Todos los buques de pasaje están obligados en todos sus espacios con sistemas de rociadores. Los componentes del sistema son los mismos que los de un sistema que se pueda encontrar en tierra: tuberías, válvulas de control y rociadores y en este caso una fuente inagotable de agua. El agua de contraincendios se puede suministrar a la línea de contraincendios del buque y a los sistemas fijos de rociadores a través de la Conexión Internacional de tierra si el incendio se produce en puerto. Estos equipos para que den una respuesta adecuada tienen que tener un mantenimiento adecuado.

En general un sistema fijo de agua puede llegar a controlar un fuego con una menor cantidad de agua que con líneas de mano. Sin embargo, un sistema fijo funcionando puede descargar una gran cantidad de agua en un corto espacio de tiempo. Una cantidad importante de agua acumulada por encima de la línea de flotación puede afectar de una manera importante la estabilidad del buque, como veremos más adelante. La posibilidad de ese líquido corra de banda a banda (efecto de superficies libres) afecta de manera

importante la estabilidad del buque. El encontrar una manera de poder achicar el agua o conseguir que vaya a las partes más bajas del buque es una prioridad.

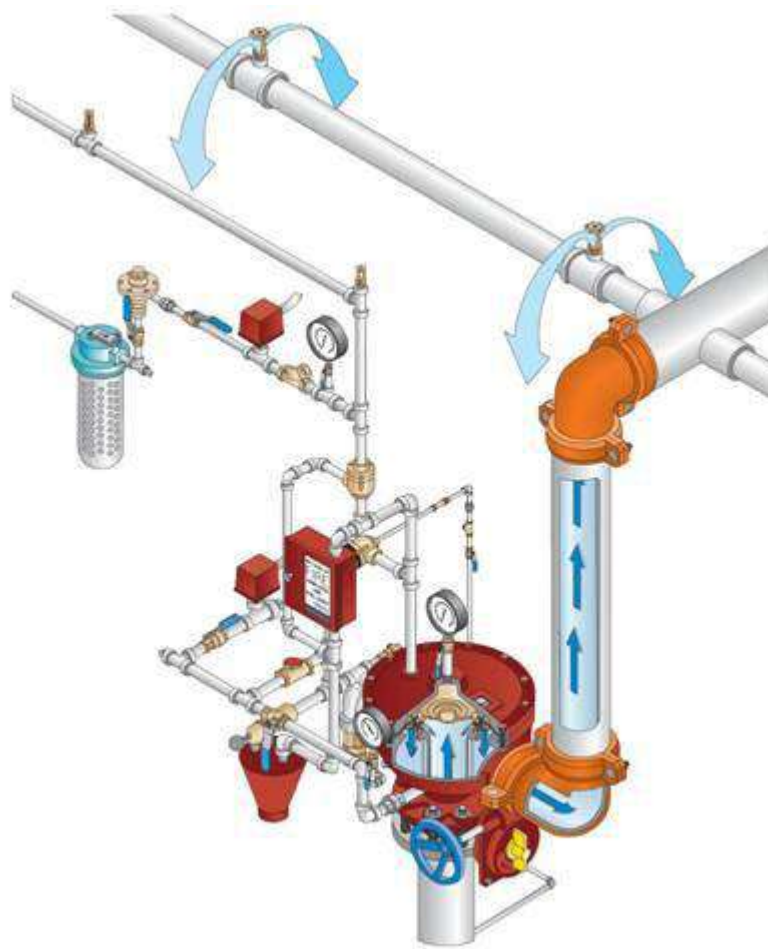
Un tanque presurizado mantiene al sistema de rociadores listo par a funcionar. El tanque de presión que tiene como mínimo un volumen igual al doble de la carga de agua equivalente a la que descargaría en un minuto bomba y la instalación esta diseñada para que en el tanque se mantenga una presión de aire suficiente para asegurar que, cuando se haya utilizado el agua dulce almacenada en él, la presión no sea menor en el sistema que la presión de trabajo del rociador más la presión ejercida por una columna de agua medida desde el fondo del tanque hasta el rociador más alto del sistema.

La bomba del sistema está destinada exclusivamente a mantener automáticamente la descarga continua de agua de los rociadores. Comienza a funcionar automáticamente al producirse un descenso de presión en el sistema, antes de que la carga permanente de agua dulce del tanque a presión se haya agotado completamente. Si es necesario bombeará agua de mar hasta que se detenga el sistema

Cada sección de rociadores cuenta con los medios necesarios para dar automáticamente señales de alarma visuales y acústicas en uno o más indicadores cuando un rociador entre en acción. Los sistemas de alarma están diseñados para que indiquen cualquier fallo del sistema. Dichos indicadores señalan en qué sección servida por el sistema se ha declarado el incendio, y estarán centralizados en el puente de navegación o en el puesto central de control con dotación permanente, y además, tienen también un indicador de alarmas visuales y acústicas en un punto que no se encuentre en los espacios antedichos, a fin de asegurar que la señal de incendio es recibida inmediatamente por la tripulación.

Cada sección de rociadores puede aislarse mediante una sola válvula de cierre. La válvula de cierre de cada sección está en un sitio fácilmente accesible, y está situada fuera de la sección conexas o en taquillas ubicadas en los troncos de escalera, y su ubicación esta indicada de modo claro y permanente. Cuenta con los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.





**Schematic of a pneumatically actuated deluge system**

El colector de contraincendios del buque es el primer medio con el podemos contar para hacer llegar agua al lugar donde se ha producido el incendio. Con el colector de contraincendios del buque se consigue que llegue agua a cualquier parte del buque, con la ventaja que tiene el contar con una fuente inagotable.

El sistema consta de bombas, tuberías, válvulas de control, tomas de contraincendios, mangueras y lanzas.

El número y la distribución de las bocas contraincendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua no procedentes de la misma boca contraincendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque

normalmente accesible a los pasajeros o a la tripulación mientras el buque navega, y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío. Además, estas bocas contraincendios estarán emplazadas cerca de los accesos a los espacios protegidos.

Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales pueden ser consideradas como bombas contraincendios siempre que no se utilicen normalmente para bombear combustibles, y que si se destinan de vez en cuando a trasvasar o elevar combustible líquido, estén dotadas de los dispositivos de cambios apropiados.

En los buques si se declara un incendio en un compartimiento que pueda inutilizar todas las bombas, hay otro medio consistente en una bomba contraincendios de emergencia que cumpla lo dispuesto en el Código de sistemas de seguridad contra incendios y con su fuente de energía y conexión al mar situadas fuera del espacio donde se encuentran las bombas contraincendios principales o sus fuentes de energía las cuales será de accionamiento independiente. Normalmente la fuente de energía de la bomba es un motor Diesel y el tanque de combustible de servicio contiene una cantidad suficiente de combustible para que la bomba pueda funcionar a plena carga durante tres horas como mínimo, y fuera del espacio de máquinas de categoría A se dispone de una reserva suficiente de combustible para que la bomba funcione a plena carga durante otras 15 horas. El equipo debe funcionar con escoras de hasta 22,5° y con asientos de hasta 10°.



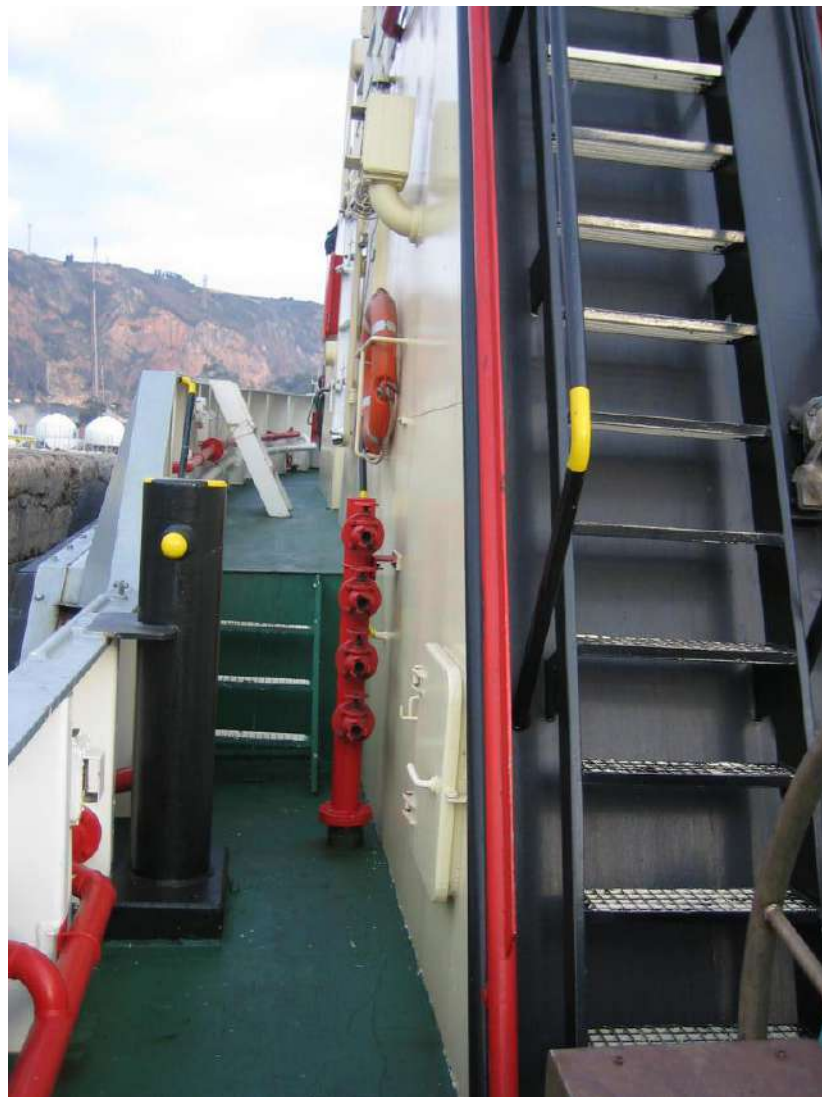
El acceso a la bomba de emergencia C.I. debe de ser seguro desde la cubierta exterior y alejada del espacio de maquinas que contenga las bombas principales. Estará en un lugar bien ventilado de forma que no pueda quedar fuera de servicio a causa del humo o del agua embarcada.

El diámetro del colector y de las tuberías contraincendios es el necesario para la distribución eficaz del caudal máximo de agua prescrito respecto de dos bombas contraincendios funcionando simultáneamente, salvo cuando se trate de buques de carga, en cuyo caso bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de 140 m<sup>3</sup>/h.

Cuenta con válvulas de aislamiento destinadas a separar del resto del colector contraincendios la sección situada dentro del espacio de máquinas en que se hallen la bomba o las bombas principales contraincendios. Se instalarán en un punto fácilmente accesible y a salvo de riesgos fuera de los espacios de máquinas. El colector contraincendios esta dispuesto de tal forma que cuando las válvulas de aislamiento están cerradas pueda suministrarse agua a todas las bocas contraincendios del buque, excepto a

las del espacio de máquinas antes citado, por medio de otra bomba contraincendios o mediante una bomba de emergencia contraincendios.

Tienen una válvula por cada manguera contraincendios de modo que cuando estén funcionando las bombas contraincendios se pueda desconectar cualquiera de las mangueras.



Todo sistema fijo de extinción de incendios por aspersión de agua a presión prescrito para los espacios de máquinas estará provisto de boquillas aspersores de un tipo aprobado.

El número y disposición de las boquillas habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración y asegurarán que el promedio de la distribución eficaz de agua sea de 5 l/m<sup>2</sup>/min. como mínimo en los espacios protegidos. Si se considera necesario utilizar regímenes de aplicación mayores, éstos habrán de ser satisfactorios a juicio de la Administración.

Se tomarán precauciones para evitar que las boquillas se obturen con las impurezas del agua o por corrosión de las tuberías, toberas, juntas, válvulas y bombas.

La bomba alimentará simultáneamente, a la presión necesaria, todas las secciones del sistema en cualquier compartimiento protegido.

La bomba podrá estar accionada por un motor independiente de combustión interna, pero si su funcionamiento depende de la energía suministrada por el generador de emergencia dicho generador podrá arrancar automáticamente en caso de que falle la energía principal, de modo que se disponga en el acto de la energía necesaria para la bomba. El motor de combustión interna independiente para hacer funcionar la bomba estará situado de modo que si se declara un incendio en el espacio o los espacios que se desea proteger, el suministro de aire para el motor no se vea afectado.

Se instalarán boquillas que dominen las sentinas, los techos de los tanques y otras zonas en que haya riesgo de que se derrame combustible líquido, así como otros puntos de los espacios de máquinas en que existan peligros concretos de incendio.

El sistema podrá dividirse en secciones cuyas válvulas de distribución se puedan manejar desde puntos de fácil acceso situados fuera de los espacios protegidos, de modo que no esté expuesto a quedar aislado por un incendio declarado en el espacio protegido.

La bomba y sus mandos estarán instalados fuera del espacio o los espacios protegidos. No debe existir la posibilidad de que en el espacio o los espacios protegidos por el sistema de aspersión de agua, dicho sistema quede inutilizado por un incendio.

El sistema se mantendrá cargado a la presión correcta y la bomba de suministro de agua comenzará a funcionar automáticamente cuando se produzca un descenso de presión en el sistema.

En barcos de última generación es habitual encontrar sistemas de agua nebulizada; el sistema es el mismo que el de agua de aspersión, pero se le añade un compresor a la línea con aire comprimido, de manera que se puede reducir el tamaño de gota 10 veces, con lo que conseguimos menor peso, mayor poder de absorción de calor, y menos daño en los equipos. Como habíamos comentado uno de los mayores problemas de los sistemas fijos de aspersión de agua es que pueden echar grandes cantidades de agua que pueden hacer zozobrar al buque (ver el desastre del buque “Aquille Lauro” que sufrió un incendio en la máquina, y se acabó hundiendo frente a la costa de Somalia en Diciembre de 1994 debido a las grandes cantidades de agua que descargó el sistema de rociadores).

### **El sistema de gas inerte**

El gas inerte es un gas o mezcla de gases en la que el contenido de oxígeno es tan bajo que es imposible la combustión. Este gas se puede obtener de la combustión de una caldera, de la exhaustación de un motor, desde un generador independiente o desde un tanque de almacenamiento.

El principal cometido del gas inerte es proporcionar protección contra explosiones en los tanques al desplazar al aire de los mismos (con su contenido de 21% de oxígeno). El gas inerte también se utiliza para ventilar tanques de carga y/o evitar condiciones de sobrepresión o vacío, este sistema es utilizado en buques tanque de más de 20000 TRB, principalmente en petroleros.

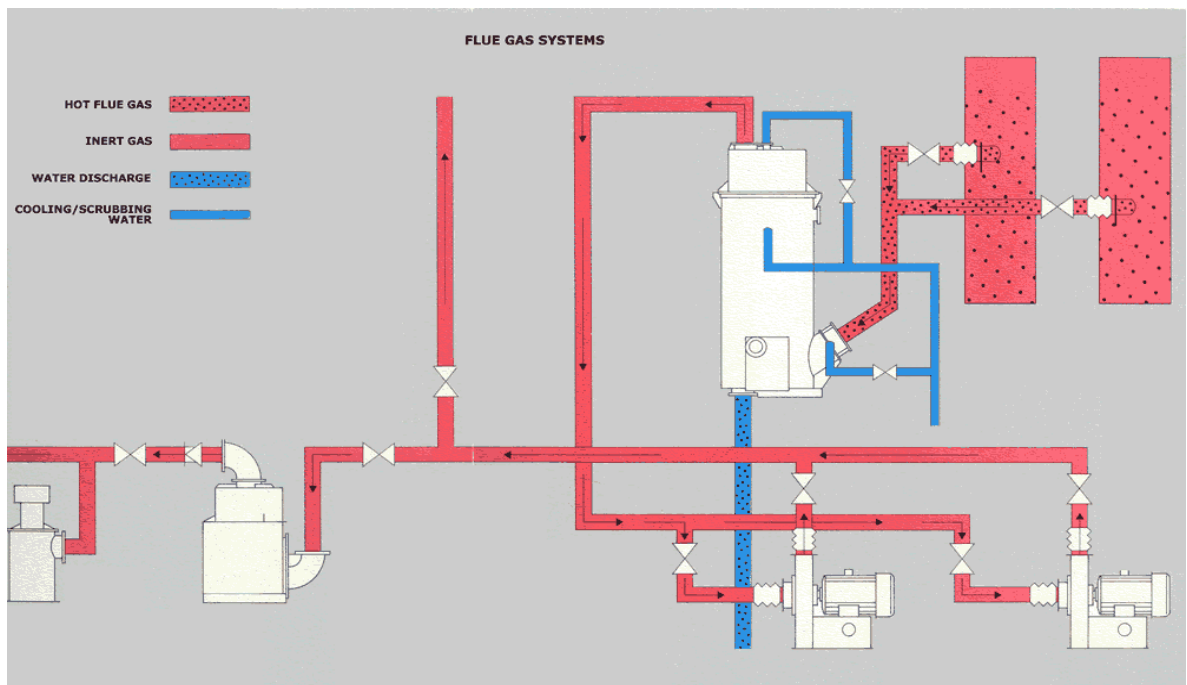
Antes de ser distribuido a los tanques, el gas inerte tiene que ser primeramente enfriado y purificado, ya que hay que eliminar las partículas sólidas y corrosivas como el azufre.

Se dice que un tanque es inerte cuando el contenido de oxígeno de su espacio libre es inferior al 8%.

En el proceso de descarga, el buque llegará con la planta de gas inerte chequeado y los tanques inertizados. El suministro de gas inerte se iniciará inmediatamente antes de comenzar la descarga con objeto de subir la presión en tanques.

En ningún momento se dejará que entre aire en el tanque, para ello siempre se mantendrá una presión positiva en el tanque. Antes de comenzar la limpieza de tanques se asegurará que el porcentaje de oxígeno sea inferior al 5%.

Las operaciones de lavado se interrumpirán si falla la planta de gas inerte, si el porcentaje de oxígeno es superior al 5%, o si la presión en el tanque es inferior a la atmosférica.



## **Los sistemas de detección**

Los sistemas fijos de detección de incendios que se encuentran en los buques son muy similares a los que podemos encontrar en edificios y centros comerciales, aunque alguna diferencia existe. Normalmente los buques cuentan con un mayor número de sistemas fijos de detección que un edificio o un centro comercial.

El objetivo de este capítulo es proporcionar a los bomberos información de los sistemas fijos de detección y de alarma contra incendios que se pueden encontrar a bordo de los buques.

La manera más eficaz de tener un rápido conocimiento de la existencia de un incendio es contar con un sistema de detección de incendios adecuadamente mantenido. Los alarmas manuales conocidos comúnmente como "pulsadores de alarmas" son un elemento gran utilidad y rapidez.

El fin de cualquier sistema fijo de detección de incendios sea de un edificio o un buque es la detección precoz del incendio, y proporcionar a las personas el tiempo suficiente para que puedan utilizar las rutas de escape así como proporcionar tiempo a los equipos de intervención para que actúen lo antes posible.

Un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios provisto de avisadores de accionamiento manual, dicho sistema estará en condiciones de funcionar inmediatamente en cualquier momento. No se utilizará para ningún otro fin, pero puede permitir el cierre de puertas contra incendios o funciones análogas desde el cuadro de control. El sistema y, el equipo está diseñado para soportar los cambios de la temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los choques, los golpes y la corrosión que normalmente se dan a bordo de los buques.



Cuentan con los medios que garantizan que cualquier avería (por ejemplo, un fallo de energía, un cortocircuito, una pérdida a tierra, etc.) que ocurra en un bucle no deje a todo el sistema fuera de servicio. Disponen de todos los medios necesarios que permitan restablecer la configuración inicial del sistema en caso de fallo (por ejemplo eléctrico, electrónico, informático, etc.); y la primera alarma contraincendios que se produzca no impide que otro detector inicie nuevas alarmas contraincendios.

El equipo eléctrico que hace funcionar el sistema de detección de incendios y de alarma contra incendios cuenta al menos dos fuentes de suministro de energía, una de las cuales será de emergencia.



Básicamente podemos encontrar tres tipos de detectores en función del espacio que quieran proteger:

- De humo: que son de tipo iónico (una pequeña fuente radiactiva de Americio que ioniza el haz de aire) o de oscurecimiento; en ambos casos el humo interrumpe la señas y se activa.
- De calor: los hay de dos tipos; termoestáticos (normalmente tarados a 78°C) y termovelocimétricos (que se activan cuando la temperatura se eleve a razón de 1°C por minuto), ambos están compuestos por dos placas con diferentes coeficientes de dilatación que en caso de calentamiento cierran un circuito y activan el detector.
- De llama: Son los menos utilizados, consisten en una cámara infrarroja que detecta el espectro de radiación producido por la llama.

También pueden existir detectores que funcionen como una combinación de ellos.

Los detectores están situados de modo que funcionen con una eficacia óptima. Se evita colocarlos próximos a baos o conductos de ventilación o en otros puntos en que la circulación del aire pueda influir desfavorablemente en su eficacia o donde estén expuestos a recibir golpes o a sufrir daños. Los detectores colocados en posiciones elevadas quedarán a una distancia mínima de 0,5 m de los mamparos, salvo en pasillos, taquillas y escaleras.

La activación de uno cualquiera de los detectores o avisadores de accionamiento manual inicia una señal de incendio visual y acústica en el cuadro de control y en los indicadores. Si las señales no han sido atendidas al cabo de dos minutos, suena automáticamente una señal de alarma en todos los espacios de alojamiento y de servicio de la tripulación, puestos de control y espacios de máquinas.

El cuadro de control estará situado en el puente de navegación o en el puesto principal de control con dotación permanente. Los indicadores señalarán, como mínimo, la sección en la que haya entrado en acción un detector o un avisador de accionamiento manual. Al menos un indicador estará situado de modo que sea fácilmente accesible en todo momento para los tripulantes responsables. Si el cuadro de control se encuentra en el

puesto principal de control contraincendios, habrá un indicador situado en el puente de navegación.

Las patrullas de incendios constituirán un medio eficaz para detectar y localizar los incendios y notificarlo al puente de navegación y a los equipos de lucha contra incendios.

En buques que transporten más de 36 pasajeros se mantiene un eficiente sistema de patrullas de modo que se pueda detectar rápidamente todo comienzo de incendio. Cada uno de los componentes de la patrulla de incendios debe de estar adiestrado de modo que conozca bien las instalaciones del buque y la ubicación y el manejo de cualquier equipo que pueda tener que utilizar.

Cada miembro de la patrulla de incendios esta provisto de un aparato radiotelefónico portátil bidireccional.

### **Los sistemas de comunicación**

Es conocido por los servicios de extinción de incendios que uno de los aspectos claves en una emergencia, y uno de los que más problemas genera, es el de las comunicaciones. Las comunicaciones deben ser fluidas, claras y concisas; y es un aspecto que se ha de entrenar.

En algunas ocasiones los servicios de extinción necesitaran el uso de los sistemas de comunicación de a bordo si sus equipos portátiles no funcionan en determinados lugares, principalmente en aquellos espacios situados por debajo de la línea de flotación, hay que tener en cuenta que el buque es una gran masa metálica que puede llegar a inutilizar los equipos.

Es impensable entra en un interior de un buque a extinguir un incendio incomunicado; pedir presiones de los equipos de respiración autónoma, solicitar la presencia de un equipo de apoyo, informar de las acciones tomadas, etc. Son todas acciones de las que el mando debe tener información para que la emergencia se resuelva con éxito y seguridad.

Existen numerosos sistemas de comunicación a bordo. Van desde radios portátiles a sistemas de telefonía fija o sistemas de megafonía. En algunas ocasiones los servicios de extinción necesitaran el uso de los sistemas de comunicación de a bordo si sus equipos portátiles no funcionan en determinados lugares. La señalización y la comunicación mediante el código de banderas puede ser un medio elemental pero útil para la comunicación para los servicios de extinción.

La coordinación con lo servicios de salvamento, prácticos, etc. 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).

Las radios portátiles de los servicios de tierra trabajan en la frecuencia de 800 MHz mediante repetidores que no suelen trabajar bien cuando trabajamos en el interior de la estructura del buque. Se han dado buenos resultados usando radios que trabajan en las frecuencias de 150 MHz a 400 MHz.



Los buques están equipados con un sistema de telefonía interior autoinducido e independiente de la tensión eléctrica que permite la comunicación entre el puente y las siguientes localizaciones:

- Camarada maquinas
- Zona de proa.
- Camarotes de oficiales de maquinas y cubierta.
- Cámara de bombas.
- Servo.

Suelen ser teléfonos de ruedecilla o de teclas con dos o tres números de identificación. Normalmente al lado del teléfono hay un listado con los números de las distintas localizaciones.

En los buques de pasaje el sistema de comunicación interna es mucho más complejo y extenso tanto el de servicio de la tripulación como el que existe a disposición de los pasajeros. En los buques de guerra los sistemas están preparados para trabajar con un sistema de energía propia o también la tripulación hacer tendidos de emergencia para tener permanentemente comunicadas las partes esenciales del buque.

Los buques también están equipados con un sistema de alarmas para alertar a la tripulación de distintos tipos de emergencias. La sirena del buque es otro de los elementos que se utiliza para emitir distintas señales de emergencia, la más común de todas es la **alarma general de emergencia**, que está constituida por siete o más pitadas cortas, seguidas de una pitada larga, del silbato o la sirena del buque, y además por la señal que den un timbre o una bocina eléctricos u otro sistema de alarma equivalente, alimentados por la fuente principal de energía eléctrica del buque o la de emergencia. Esta alarma continúa funcionando una vez que se haya activado hasta que se desconecte manualmente o sea interrumpida temporalmente por un mensaje difundido por el sistema megafónico.



### **Bombas contraincendios**

Una de las principales diferencias entre un incendio en tierra y un incendio en el puerto, es que la fuente de agente extintor; es decir de agua, es inagotable, al contrario de lo que ocurre en un camión de primera salida en el que dispondremos de unos 10000 litros de agua en el mejor de los casos. Esto es sin duda una ventaja, pero como venimos insistiendo nunca debe convertirse en un factor adverso a nuestra seguridad.

Las bombas contraincendios de los barcos pueden aportar grandes caudales, pero no levantarán grandes presiones, uno de los motivos por los que desaconseja la utilización de mangueras de 25 mm, que producirán grandes pérdidas de carga a una presión de salida no muy elevada (unos 7 Kg/cm<sup>2</sup>).

Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales pueden ser consideradas como bombas contraincendios siempre que no se utilicen normalmente para bombear combustibles, y que si se destinan de vez en cuando a trasvasar o elevar combustible líquido, estén dotadas de los dispositivos de cambios apropiados.

Los buques llevarán al menos dos bombas contraincendios de accionamiento independiente, y los buques de pasaje de arque bruto igual o superior a 4000 al menos tres.

En los buques si se declara un incendio en un compartimiento cualquiera puede inutilizarse todas las bombas, hay otro medio consistente en una bomba contraincendios de emergencia que cumpla lo dispuesto en el Código de sistemas de seguridad contra incendios, con su fuente de energía y conexión al mar situadas fuera del espacio donde se encuentran las bombas contraincendios principales o sus fuentes de energía las cuales serán de accionamiento independiente. Normalmente la fuente de energía de la bomba es un motor diesel y el tanque de combustible de servicio contiene una cantidad suficiente de combustible para que la bomba pueda funcionar a plena carga durante tres horas como mínimo.

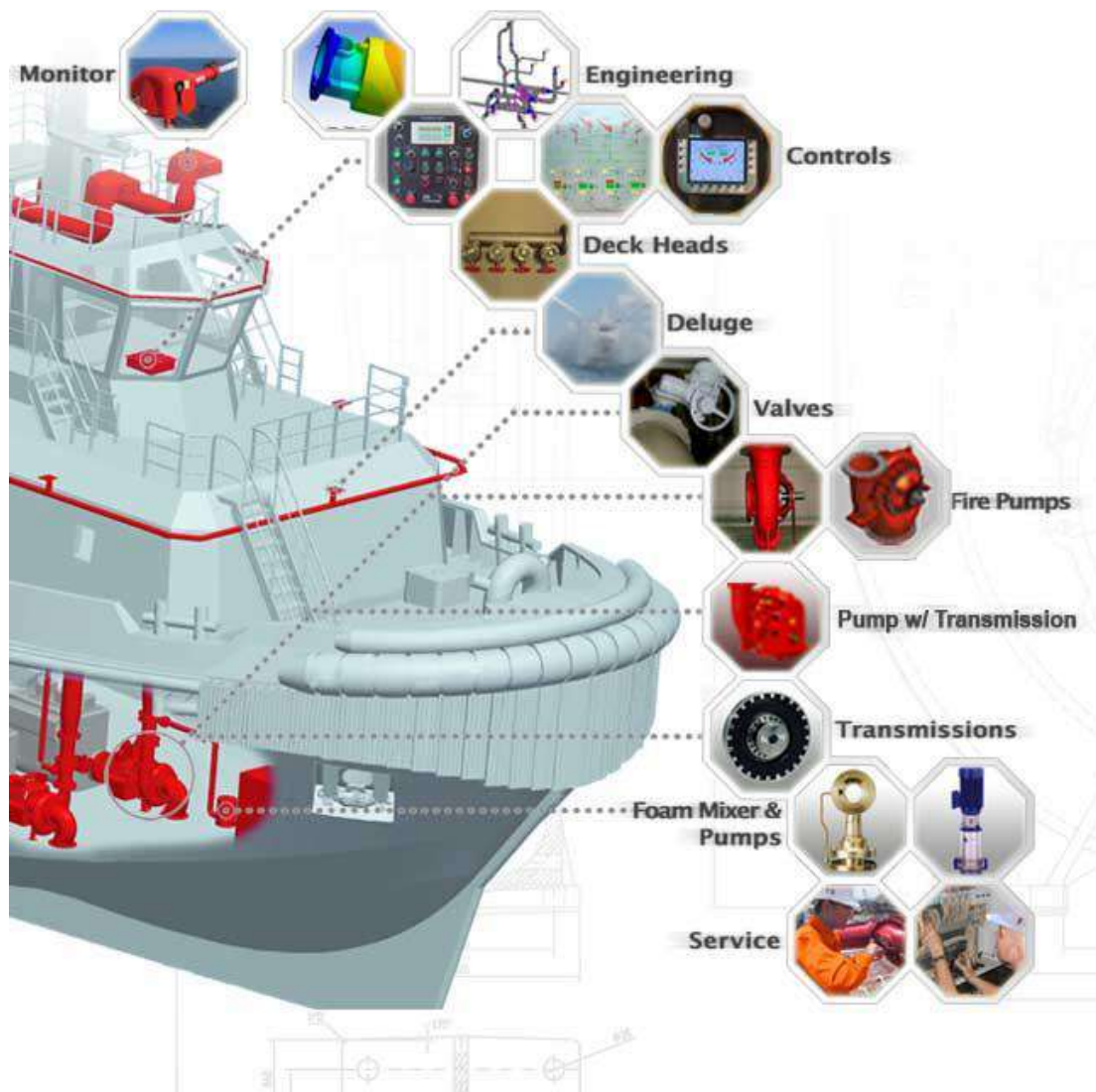
El acceso a la bomba de emergencia C.I. debe ser seguro desde la cubierta exterior y alejada del espacio de máquinas que contenga las bombas principales, situada en un lugar bien ventilado de forma que no pueda quedar fuera de servicio a causa del humo o del agua embarcada.

El diámetro del colector y de las tuberías contraincendios es el necesario para la distribución eficaz del caudal máximo de agua prescrito respecto de dos bombas contraincendios funcionando simultáneamente, salvo cuando se trate de buques de carga, en cuyo caso bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de 140 m<sup>3</sup>/h.

Cuenta con válvulas de aislamiento destinadas a separar del resto del colector contraincendios la sección de éste, situadas dentro del espacio de máquinas en que se hallen la bomba o las bombas principales contraincendios, y se instalarán en un punto fácilmente accesible y a salvo de riesgos, fuera de los espacios de máquinas. El colector contraincendios está dispuesto de tal forma que cuando las válvulas de aislamiento están cerradas pueda suministrarse agua a todas las bocas contraincendios del buque, excepto a

las del espacio de máquinas antes citado, por medio de otra bomba contraincendios o mediante una bomba de emergencia contraincendios.

Tienen una válvula por cada manguera contraincendios de modo que cuando estén funcionando las bombas contraincendios se pueda desconectar cualquiera de las mangueras.





## Mangueras y lanzas

Las mangueras contraincendios en los barcos, son las mismas que las que utilizan los servicios de extinción de tierra; es decir mangueras de triple capa con recubrimiento exterior de kevlar, tan sólo podemos encontrar diferencias como habíamos visto en los racores de conexión.

La longitud de las mangueras serán de 15 metros en sala de máquinas, 20 metros en cubierta y 25 metros en las cubiertas de petroleros de mas de 30 metros de manga.

Las tomas contraincendios en los buques son de 45mm y ocasionalmente de 70mm, así que no encontraremos mangueras ni tomas contraincendios de 25 mm en los barcos, y como veremos más adelante es más que probable que no las echemos en falta.

Las lanzas contraincendios de los barcos son muy simples, del estilo de las que podemos encontrar en una boca de incendio equipada de tierra (BIE), llevan difusor de chorro, pero carecen de selector de caudal y de arco de apertura y cierre.



## Extintores

No es necesario subir extintores a un barco porque en un barco encontraremos decenas de ellos, principalmente de polvo y CO2 junto a instalaciones eléctricas.

La normativa SOLAS exige también la existencia de un extintor de espuma AFFF de 45 litros de capacidad en los espacios de máquinas.



Los extintores de los barcos están perfectamente revisados, puesto que los revisa el Oficial de seguridad (normalmente el 2º Oficial) y en ocasiones se recargan a bordo.

La altura del extintor sobre el suelo es inferior al 1,70 m que exige el Código Técnico de la Construcción, puesto que están situados a la altura de la cadera, con lo que son más accesibles y tienen mejor visibilidad en caso de incendio.



### **Manta contraincendios.**

Es habitual encontrar este tipo de mantas en la cocina, están construidas de material Nómex ignífugo y extinguen por sofocación.

En caso de incendio la manta es extraída fácilmente de su funda o armario mediante dos cintas que cuelgan al final del tejido que, una vez desplegado sirven de asideros

para utilizar la manta como escudo al acercarse al fuego y proteger las manos al depositarla sobre las llamas.



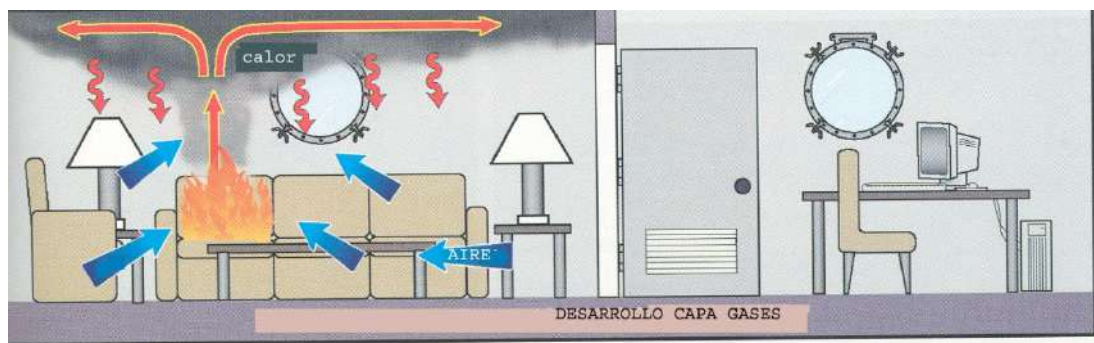
También pueden ser útiles para apagar a una persona que esté en llamas



## 7. FUEGOS EN ACOMODACIONES Y PASILLOS.

Dentro del área de lucha contra incendios existen un tipo de fuegos especialmente complicados que son los **fuegos de interiores**.

El principal problema que se presenta es la baja o nula visibilidad. Los humos y productos de la combustión están calientes y son menos densos que el aire, e irán ocupando partes altas inundando desde arriba hacia abajo un colchón de humos calientes y tóxicos. La altura que divide el colchón de humos calientes de los frescos se denomina **plano neutro**, y en función del tipo de material combustible y de la intensidad del fuego ocupará una posición más alta o baja.




Estos productos de la combustión son entre otros y en función del material combustible:

- Monóxido de Carbono.
- Dióxido de Carbono.
- Sulfuros de Hidrógeno.
- Cianuro de Hidrógeno.

Son todos ellos productos altamente tóxicos. Los bomberos deberán equiparse ineludiblemente con equipo de respiración autónomo (ERA). Es de vital importancia que el mando o una persona asignada lleve un control de la autonomía de los equipos que estén operando con el equipo; esta autonomía puede variar en función del consumo de aire que estará condicionado por el nivel de estrés del personal, de la fatiga y de su entrenamiento.

**B.A. CONTROL BOARD**

"A" 21 HOPE ST.  
IDENTIFICATION



CYL. PRESS. BAR	COMPRESSED AIR		
	1340	1800	2250
200	35	46	50
190	33	43	47
180	30	40	44
170	28	38	41
160	26	35	38
150	21		
140	18		
130	16		
120	14		
100	13		

HARD WORK MAY REDUCE DURATION

	TIME OF WHISTLE	LOCATION OF TEAM	REMARKS
WESTSHIRE F.B. STATION 2 NAME 2400 FF. SMITH CYL. PRESS 180 TIME IN 1450	1534	1st. FLOOR	1st. FLOOR TEAM No. 1 HOSEREEL
WESTSHIRE F.B. STATION 2 NAME 2400 FF. BROWN CYL. PRESS 190 TIME IN 1450	1537	1st. FLOOR	
NORTHSHIRE F.B. STATION 8 NAME 1800 FF. JONES CYL. PRESS 190 TIME IN 1505	1538	GROUND FLOOR	GROUND FLOOR TEAM No. 2 LINE OF HOSE
NORTHSHIRE F.B. STATION 8 NAME 1800 FF. BELL CYL. PRESS 180 TIME IN 1505	1535	GROUND FLOOR	
WESTSHIRE F.B. STATION 4 NAME 1240 FF. GRAHAM CYL. PRESS 132 TIME IN 1510	1531	BASEMENT	BASEMENT TEAM No. 3 SEARCHING GUIDE LINE 'A'
WESTSHIRE F.B. STATION 4 NAME 1240 FF. THOMPSON CYL. PRESS 132 TIME IN 1510	1531	BASEMENT	

Debemos comprobar las presiones de entrada y pedir lecturas las de manómetro de forma periódica. Calcularemos a la hora que sonará la alarma de baja presión de aire (50 bar), y procuraremos que dicha alarma no suene dentro de la zona de intervención.

Una de las diferencias más importantes entre un incendio en la zona de camarotes de un barco y un incendio en una zona análoga de tierra como puede ser un hotel, es el material del que están contruidos las paredes y techos y la forma en la que se propaga el incendio. En 1990 el buque “Scandinavian Star” sufrió un grave incendio en el murieron 158 personas, se requirió la presencia de la brigada de bomberos sueca con base en Lysekil, quienes tuvieron serias dificultades para controlar un fuego que se propagaba de una manera “que no habían visto nunca y a la que no estaban acostumbrados”.

Los buques están divididos verticalmente en secciones por **mamparos**. Pueden tener el mismo número que las cuadernas sobre la cual están apoyados o estar numerados secuencialmente de proa a popa. Proporcionan rigidez al casco y separan distintos espacios del buque y proporcionan protección estructural en caso de colisión, inundación o incendio. El mamparo de colisión esta 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 cosa

El conocer la subdivisión que establecen los mamparos y las zonas que se establecen puede ser de gran ayuda para confinar un incendio acceder a el para su extinción y hacerlos en su caso con una menor cantidad de agua.

Los mamparos estancos transversales dividen el casco en dos o más subdivisiones estancas. En la mayoría de los buques de carga los mamparos estancos transversales están separados por lo que una de esas zonas pude llegar a inundarse sin que por eso el buque se hunda. Una situación en la que dos zonas se vean afectadas por una inundación dará con mucha probabilidad que el buque llegue a hundirse si no es controlada.

En buques pequeños como remolcadores o buques de pesca, las cámaras de maquinas son los suficientemente amplias para hacer que el buque se hunda en caso de inundación.

Los buques de pasaje son capaces de soportar la inundación de por lo menos dos zonas sin correr el riesgo de hundirse. Los buques de guerra están diseñados para soportar la inundación de varias zonas y continuar a flote.

Los mamparos estancos se extienden desde la quilla hasta la cubierta por encima de la línea de flotación. En buques de mucho calado pasar de cubierta bajo una zona a otra separada por un mamparo estanco puede exigir un gran recorrido, por eso para permitir accesos de la tripulación existen puertas de cierre remoto estancas en dichos mamparos. Estas puertas pueden plantear un peligro para los bomberos en caso de una situación de incendio.

El agua de extinción de incendios puede llegar a dos o más subdivisiones si las puertas se encuentran abiertas.

El cierre de puertas automáticas operadas a control remoto pueden llegar a atrapar a los bomberos.

Las puertas pueden no cerrar herméticamente por culpa de las mangueras de contraincendios permitiendo inundaciones, o, probablemente las puertas pueden cortar o estrangular las mangueras cuando se cierran.

El buque se divide en zonas verticales principales y zonas horizontales mediante mamparos límite que ofrecen protección térmica y estructural. Las zonas verticales principales son aquellas secciones en que quedan subdivididos el casco, las superestructuras y las casetas mediante divisiones de clase "A", cuya longitud y anchura medias no exceden en general, en ninguna cubierta, de 40 m.

Las divisiones verticales de los buques se encuentran definidas en el capítulo II-2 del Convenio SOLAS de la siguiente manera:



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

- Son de acero u otro material equivalente.
- Están convenientemente reforzadas.
- 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 indicados a continuación:

clase "A-60"	60 min
clase "A-30"	30 min.
clase "A-15"	15 min.
clase "A-0"	0 min.

- 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 clase "B": Las formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos o forros interiores que satisfacen los criterios siguientes:

- Están construidas con materiales incombustibles y todos los materiales utilizados en la construcción y el montaje de las divisiones de clase "B" son incombustibles.
- Tienen un valor de aislamiento tal 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 indicados a continuación:

clase "B-15" 15 min.

clase "B-0" o min.

- Están construidas de manera que impidan el paso de las llamas.

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

Debido a esa forma de construcción de los buques, la transferencia de calor por **conducción** por las 6 direcciones posibles, hace que el fuego se propague en los buque de una forma única.

Definición que da el SOLAS para **material incombustible**: Aquel que sometido a una temperatura de 750°C ni arde ni emite vapores combustibles.

El material más común usado en la construcción naval es el acero pero en algunos buques se utiliza el aluminio, madera, fibra de vidrio en la construcción de su casco y otro tipo de compuestos.

## Tácticas de lucha contra incendios en interiores

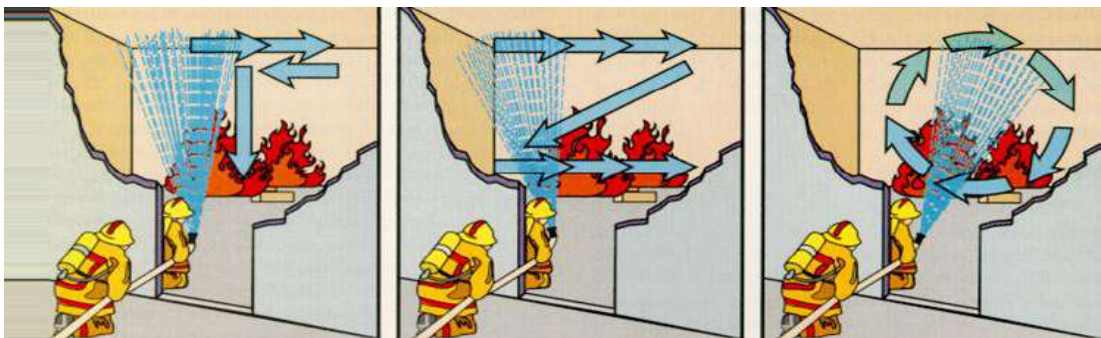
Es habitual que los bomberos ataquen los incendios en interiores con mangueras de 25 mm. Pero si se recibe una llamada para intervenir en un barco, es de suponer que el fuego se haya propagado por varias dependencias, y necesitemos manguera de 45 mm, que nos dará mayor seguridad y protección. No obstante 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.

El interior de un buque puede ser laberíntico y lleno de obstáculos, recordamos que en cada dependencia hay un atillo en el que es más que probable que el racor quede preso y el equipo clavado en su avance, 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.

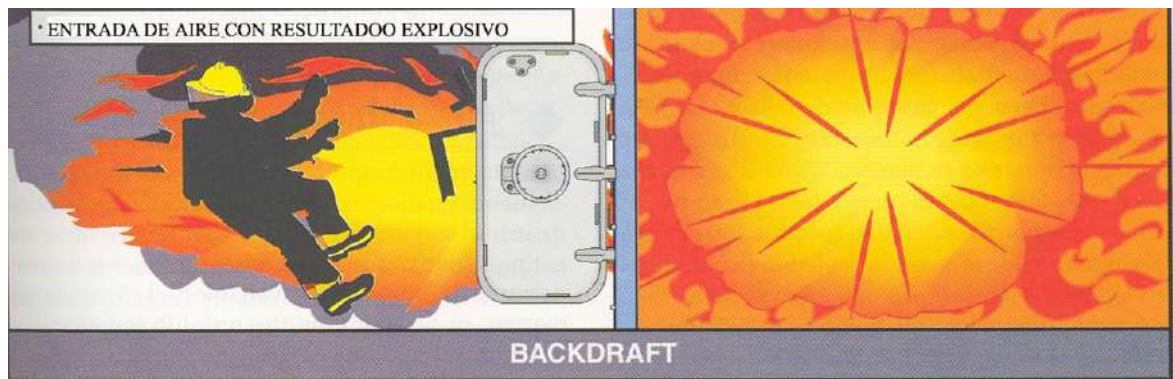


Por otra parte, insistiremos en la utilización de poco agua en interiores, el coeficiente de expansión del agua líquido a vapor a 100°C es de 1:1700, pudiendo llegar al doble a más altas temperaturas. Este vapor recalentado afectará gravemente a los bomberos produciendo mayor sensación de calor, rompiendo la estratificación del plano neutro y produciendo en consecuencia una mayor pérdida de visibilidad.

Las **técnicas** modernas de fuegos en interiores hablan de ataque indirecto a la capa de gases calientes que se encuentran en el techo en forma de T, de Z, o de O, hasta que nos podamos acercar al foco del incendio en el aplicaremos un ataque directo.



Un camarote o una dependencia interior de un barco puede considerarse como un local no ventilado. Los mamparos son totalmente estancos y los portillos y aperturas deben tener la misma resistencia térmica y estructural que el mamparo que los contiene. En algunos buques tanque los portillos no se pueden abrir, puesto que en el interior del buque hay una pequeña presión positiva para evitar la entrada de atmósferas explosivas en su interior, por lo que la utilidad de los portillos se limita a permitir la entrada de luz natural en el interior del camarote. Las puertas es habitual que se encuentren cerradas, por lo que en el caso de producirse un incendio el aporte de aire del exterior será prácticamente nulo. Este aspecto presenta una ventaja: el incendio es muy probable que se auto-extinga. Pero presenta al mismo tiempo una desventaja: la posibilidad de **backdraught** o explosión de humos. Entre los productos de la combustión existe la fuerte presencia de monóxido de carbono, un gas como habíamos dicho muy tóxico, pero al mismo tiempo inflamable; con un rango de inflamabilidad amplio con un límite inferior de inflamabilidad (LII) de un 4% y un límite superior de inflamabilidad (LSI) de un 74% y un punto ideal o estequiométrico de un 12% en volumen aproximadamente. El monóxido de carbono tiene una temperatura de autoinflamación de unos 620°C, siendo ésta una temperatura factible que se podría alcanzar en el interior de un camarote en caso de incendio. Por tanto, antes de entrar en un interior deberemos comprobar o chequear la temperatura que puede haber dentro mediante unos pequeños disparos de agua a las partes altas de la puerta, si observamos que el agua se evapora, debemos sospechar que en el interior hay una gran temperatura y debemos estar preparados para ello. Nunca entraremos en un interior desprotegidos, y debemos considerar la posibilidad de backdraught en todo momento, con mayor motivo si observamos mini pulsaciones por las partes bajas de la puerta, Lo que debemos tener claro es que no debemos quedar expuestos a una explosión de humos, que aunque muy improbable, es factible en un camarote de un barco; un espacio, pequeño, con techos bajos, y sin aporte de comburente del exterior.



Supongamos que llaman a los bomberos para intervenir en un buque que ha tenido un incendio en los camarotes, y en el que se encuentran víctimas. Como bomberos debemos tener claro que nuestra prioridad es el rescate de víctimas; si hay incendio debemos extinguir el fuego, y en algún momento deberemos ventilar la dependencia; la pregunta que se plantea es la siguiente: ¿Qué orden secuencial deberemos seguir? La respuesta la darán las circunstancias y la experiencia. Rescataremos a las víctimas tan pronto como nos sea posible, pero en una cubierta de camarotes con el plano neutro bajo, en condiciones de baja o nula visibilidad, y en unas dependencias que no conocemos esta tarea puede volverse dificultosa y ocuparnos mucho tiempo. Tal vez deberíamos optar por ventilar previamente la zona, para subir el plano neutro, eliminar los productos de la combustión y hacer descender las temperaturas tan elevadas. Para realizar una ventilación previa a la intervención, la herramienta más eficaz es un **ventilador de presión positiva**.



Hay que cumplir una serie de requisitos previos para realizar la operación de ventilación con presión positiva con éxito:

- Localizar el foco del incendio; teniendo en cuenta que el jefe de dotación estará situado en el muelle junto con el Capitán y de la información disponible, tener 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 es materialmente no posible. En un buque contamos con innumerables aperturas, del plano de lucha contra incendios y de la colaboración de la tripulación, por lo tanto este aspecto se puede considerar, teniendo en cuenta también 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.

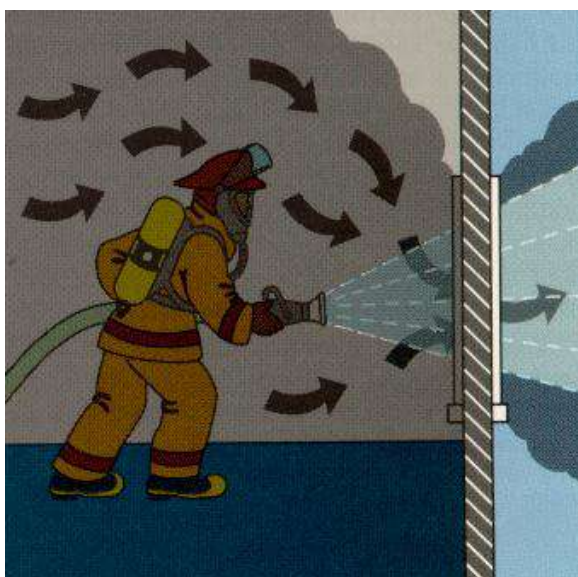
Toda la operación se debe realizar perfectamente coordinados y comunicados, el Jefe de dotación debe coordinar la operación, y conocer en todo momento las acciones realizadas.

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.

Si la ventilación se realiza posterior a la extinción, podremos realizar una **ventilación hidráulica horizontal y forzada con agua**. Una vez que hayamos realizada la extinción debemos tener en cuenta que vamos a generar gran cantidad de vapor de agua, que vamos a romper la estratificación de humos, y que la sensación de calor será incluso mayor, por lo que deberemos expulsar todos esos productos con el único arma del que disponemos, nuestra lanza de agua, para lo cual deberemos realizar los siguientes pasos:

- Abrir un hueco de apertura; deberemos buscar un portillo y forzar su apertura, teniendo en cuenta que el calor probablemente haya dilatado sus mecanismos de apertura.
- Una vez realizado el primer punto, nos situaremos a 1,5 ó 2 metros y agachados lanzaremos un chorro de agua al centro del portillo al máximo caudal posible (475 litros por minuto).
- Con el difusor de la lanza, abriremos el chorro hasta conseguir un cono que ocupe aproximadamente el 80% de la superficie del portillo o hueco de la salida.





Una vez extinguido y rastreado, procederemos al **rastreo**. Según estudios de la National Fire Protection Association (NFPA) en un incendio en interiores el 90% de las víctimas las encontraremos en la parte perimetral de las dependencias, buscando una puerta o una salida, por lo tanto con un rastreo perimetral de un camarote, podremos considerar que está correctamente rastreado, teniendo en cuenta que un camarote es una dependencia pequeña. En el caso de tener que trabajar en un ferry o en un buque de pasaje, debemos suponer que son muchos los camarotes a rastrear, pudiendo llegar a ser incluso cientos, y que debido a la autonomía limitada de los equipos de respiración, necesitaremos la asistencia de un segundo o un tercer equipo de rescate, y debemos informar de los camarotes que han sido rastreados, para no volver a repetir un trabajo ya hecho. Una de las opciones es marcar los camarotes rastreados con tiza, cinta de balizar o luces químicas.

## **8. FUEGOS EN CUBIERTA Y EN BODEGA.**

### **Incendios en cubierta**

Normalmente resultan del derrame de la carga sobre la cubierta por la pérdida de una tubería o una conexión de carga con tierra.

Estos derrames se contienen en cubierta debido a que los orificios de desagüe (trancaniles) están taponados para evitar el vertido accidental y por consiguiente la polución de las aguas producida por derrames accidentales u operacionales.

El personal que trabaje por cubierta debería trabajar con una ayuda a la flotabilidad teniendo en cuenta que en el buque se pueden producir escoras y derrames en cubierta que pueden producir caídas. El bombero debe tener en cuenta que una caída a la mar con el traje de bombero; cascos, botas y equipo de respiración dificultaría su flotabilidad. Además no podemos obviar que probablemente el bombero quedaría inconsciente al golpearse con el costado del buque o con el muelle, por lo que el uso de estos dispositivos es altamente recomendable, teniendo en cuenta además que apenas incomodan nuestro trabajo, puesto que llevan la flotabilidad por el frente y el ERA lleva la botella a la espalda.

En caso de incidente en la cubierta de un buque tanque, la zona sensible será la zona del **manifold** de carga debido probablemente a fuga en la zona de conexión de las bridas.

En este caso las acciones a tomar serán las siguientes:

- Parada automática de todas las operaciones mediante el dispositivo de emergencia ESD (Emergency shut down) que cerrará todas las válvulas y parará las bombas.
- Restringir totalmente la posibilidad de existencia de fuentes de ignición.

Si la fuga es de fase gas, debemos tener 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 contra 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 (criogénicos), si vamos a estar en contacto o muy próximos a la fuga a la hora de contenerla.
- Si el incendio es de gas y 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 lo conos de ataque el fuego a la zona que nos sea más ventajosa para acceder al cierre de la válvula.



- Si el incendio es de combustible líquido, 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 1101 de la NFPA: Standars for medium and high expansion foam system que de forma genérica establece 10l. 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 habremos perdido nuestra oportunidad de actuar con éxito puesto que el fuego podrá destruir la capa de espuma. Debemos considerar también la posibilidad de usar chorros de agua para barrer la cubierta o emulsionar el combustible.



## Incendios en bodega

Las bodegas de los buques son grandes espacios por debajo de la cubierta principal en la que se almacena la carga que se va a transportar. Para abrir las bodegas y proteger la carga disponen de escotillas o tapas que se accionan por medios hidráulicos. Se debe preguntar a la tripulación si se dispone de corriente para accionarlas

El único acceso a la bodega es por medio del tambucho que conecta con una escalera de bajada que generalmente es vertical en sus primeros metros y luego desciende en tramos.



Las escotillas y tambuchos son aberturas que permiten acceder a las bodegas y pasar de una a otra cubierta. No se encuentran a ras de cubierta sino que están elevadas sobre estas, por un lado para evitar caer por ellas y por otro que el agua cuando corre por la cubierta no entre en la bodega.

Los tambuchos tiene normalmente un sistema de mariposa, de trincas o de volante para hacerlos estancos

Las tapas de escotilla son elementos que cierran la bodega una vez ha finalizado la carga o la descarga. Funciona mediante energía eléctrica o hidráulica o mediante cables y grúas propias del buque. Para realizar la apertura y cierre de las tapas de escotilla por tanto es necesario que el buque cuente con energía eléctrica.

Las tapas de bodegas de los buques son parte importante de la estructura del buque pero puede ser posible forzarlas o realizar una abertura si se cuenta con las herramientas adecuadas. Por ejemplo las tapas de un buque portacontenedores pueden llegar a tener un grosor de 0.6 m. y un peso de 30 a 40 tons mayor que le de un container con carga Los equipos de intervención deben de tener cuidado con los buques portacontenedores que tienen sus bodegas abiertas y no tienen tapas. Estos buques cuentan con unas bombas en las bodegas para achicar el agua que puede entrar en esta por mal tiempo, lluvia, etc... En esta clase de buques sellar la bodega para aplicar un agente extintor gaseoso no va a ser posible.



En este tipo de intervenciones debemos tener las siguientes consideraciones:

- Determinar el tipo de carga. ¿Es mercancía peligrosa? ¿Reacciona con el agua?
- Determinar el estado de la bodega; es decir si la bodega está llena, vacía o a media carga.
- Averiguar si la bodega dispone de sistema fijo, tipo de agente extintor y si ha sido activado.
- Las bodegas y tapas adyacentes deben vigilarse y refrigerarse si fuera necesario.
- Hay controlar la cantidad de agua aplicada, teniendo en cuenta los daños a la carga, problemas de estabilidad y daños medioambientales.
- En cualquier intervención en espacios cerrados, como una bodega, que no sea debida a un incendio, deberá estar precedida de una medición de los niveles de O<sub>2</sub>, puesto que es habitual encontrar en estos espacios concentraciones inferiores a un 19%, ante cualquier duda se deberá utilizar siempre el ERA. Las cargas que desplazan o consumen oxígeno son muchas y variadas (mineral de hierro, carbón, grano, fruta, etc) y lo hacen aunque la bodega se encuentre prácticamente vacía.



Los **accesos** a los espacios de carga:



El acceso a las bodegas o tanques se realiza normalmente por medio de unas aberturas que se encuentran en la cubierta principal. Algunos buques tienen pasillos a lo largo de babor y estribor de las bodegas que permiten recorrerlas por su costado por debajo de la cubierta principal. Normalmente estos tambuchos de acceso a bodegas constan de una escalera vertical algunas otras cuentan con tramos mas o menos inclinados con un descansillo en su parte media en el caso de tanques de carga.

En muchas ocasiones esta escalera esta mal mantenida debida a golpes de la carga como consecuencia de los procesos de estiba, carga y descarga.





Es importante tener en cuenta el elevado grado de inclinación que tienen las escaleras de acceso a los espacios de cargas, obsérvese también que dichas escaleras carecen de contra-huella.

En el caso de que se tenga que acceder manguera de 45 mm, conviene recordar que el aporte de línea del equipo que se encuentre en cubierta ha de ser lento y controlado, puesto que de otra manera, la línea puede colgar por entre los candeleros y será muy difícil recuperarla debido a su peso y al rozamiento producido.

No obstante y como trataremos más adelante, es conveniente el uso de manguera de 45 mm para este tipo de intervenciones.

En las siguientes imágenes vemos a los bomberos de Las Palmas de Gran Canaria, trabajar sobre la cubierta del buque “Olivia” (fotos cedidas por los bomberos de Las Palmas de Gran canaria.)



Y cómo se ven obligados a retroceder, puesto que el caudal de su manguera no les ofrece protección.



Sin contar con una línea de apoyo.



## **9. FUEGOS EN LA SALA DE MÁQUINAS.**

Sabemos que cualquier emergencia por pequeña que parezca puede complicarse enormemente. Los expertos en emergencias siempre nos recuerdan que una emergencia es una situación dinámica que puede cambiar para bien o para mal; teniendo en cuenta esta premisa y sabiendo que no hay dos emergencias iguales, podemos afirmar que un incendio en una sala de máquinas de un buque es a priori una de las situaciones más complicadas con las que se puede encontrar un bombero en su vida profesional.

Algunas de las razones que alegamos para realizar esta afirmación son:

- Grandes presencias de combustible (gasoil, fueloil, aceite hidráulica, grasa consistente); los mayores motores Diesel del mundo son motores marinos. Por poner un ejemplo, los últimos barcos portacontenedores de la compañía Maersk, montan un motor Wartsila-Sulzer RTA96-C de 14 cilindros en línea, de dos tiempos, con una cilindrada de 25.480 litros y una potencia de 108.920 caballos que consume 6.000 litros de gasóleo a la hora.
- Todas las superficies son metálicas; esto tiene una doble complicación. Por un lado, en caso de incendio estas superficies estarán muy calientes y en contacto con el agua producirán grandes cantidades de vapor recalentado que afectará gravemente a los bomberos (recordamos que por cada litro de agua a 100°C se producirán 1700 litros de agua en fase vapor). Por otro lado, los combustibles allí presentes tienen un punto de inflamación o flash-point relativamente alto (por encima de 63°C según legislación SOLAS), pero tienen un punto de autoinflamación relativamente bajo (del orden de los 250°C), temperatura que se pueden alcanzar perfectamente las partes metálicas en un incendio, produciendo incendios y reigniciones.

- Una sala de máquinas es un pozo; es decir el acceso siempre será desde un plano superior con las dificultades que ello supone. Las corrientes convectivas siempre subirán por el único punto de acceso, dificultando enormemente la intervención, pudiendo salir por ese punto los gases producto de la combustión incluso ardiendo por encima de los 600°C. Si hubiera la posibilidad de atacar el fuego desde el mismo plano del incendio, la intervención sería mucho más sencilla.
  
- No hay posibilidad de compartimentación, y la ventilación horizontal no es posible. Una sala de máquinas es un gran espacio diáfano, en el que la única zona aislada es la sala de control. La única ventilación posible es la vertical por el punto de acceso o por las **lumbreras**.
  
- El fuego puede estar oculto, puede no ser visible al estar en la **sentina**, que es el pozo al que decantan todos los residuos de agua, aceite y combustible, o en el **cárter** del motor que es una zona donde se pueden acumular vapores explosivos, por lo que se dispone de sofisticados sistemas de detección en esta zona.
  
- Las planchas del suelo o **tecles**, pueden estar quitadas si en el momento que se produce un incendio se están realizando tareas de mantenimiento o reparación, algo habitual que se produzca si hay talleres de tierra a bordo. Siempre el bombero debe avanzar arrastrando los pies para evitar caídas, con más motivo en un barco en el que puedes encontrar escaleras en cualquier posición o planchas quitadas.



- Dificultades de avance con la manguera de 45 mm. No es sencillo descender con la manguera por las escaleras, puesto que si desde arriba nos aportan mucha manguera, ésta se puede colar por entre los candeleros. Además una vez que llegemos al plan de la máquina son diversos los obstáculos que nos encontraremos y en los que se pueden quedar presos los racores.

Los espacios de maquinas contienen equipos que impulsan al buque, y que generan electricidad.

La cámara de maquinas contiene equipos de detección de humos, controles remotos de puertas estancas, bombas de sentinas (pequeñas bombas de se encuentran en la parte mas baja del casco), controles para la distribución de energía por todo el buque necesaria para los distintos servicios a bordo y controles de ventilaciones.

La cámara de maquinas esta casi siempre debajo de la chimenea, aunque algunos buques son una excepción a esta regla como pueden ser los buques ro-ro, con el fin de tener una cubierta mas despejada.

Próxima la cámara de maquinas se encuentran pañoles donde se almacenan cosas que son necesarias para las cámaras de máquinas, como pueden ser líquidos inflamables, envases a presión o equipos de oxicorte, aunque en la actualidad es común que las botellas de estos equipos se encuentren en cubierta y bien por una línea fija o por medio de manguera se trabaje en las cámaras de máquinas. Dentro de la cámara de maquinas existen una serie de compartimentos que contienen equipos particulares como la sala de depuradoras.

Al espacio que cuenta con el equipo que hace funcionar el timón del buque se denomina **servomotor** y se encuentra en la zona de popa de la cámara de maquinas.

El motor principal de los buques mercantes se puede encontrar en el centro o a proa con respecto al casco del buque, aunque lo mas común es que se encuentre en la parte de popa, esta disposición deja la parte más ancha del buque para los espacios de carga y reduce la distancia del eje de cola (elemento que transmite el movimiento del motor a la hélice).

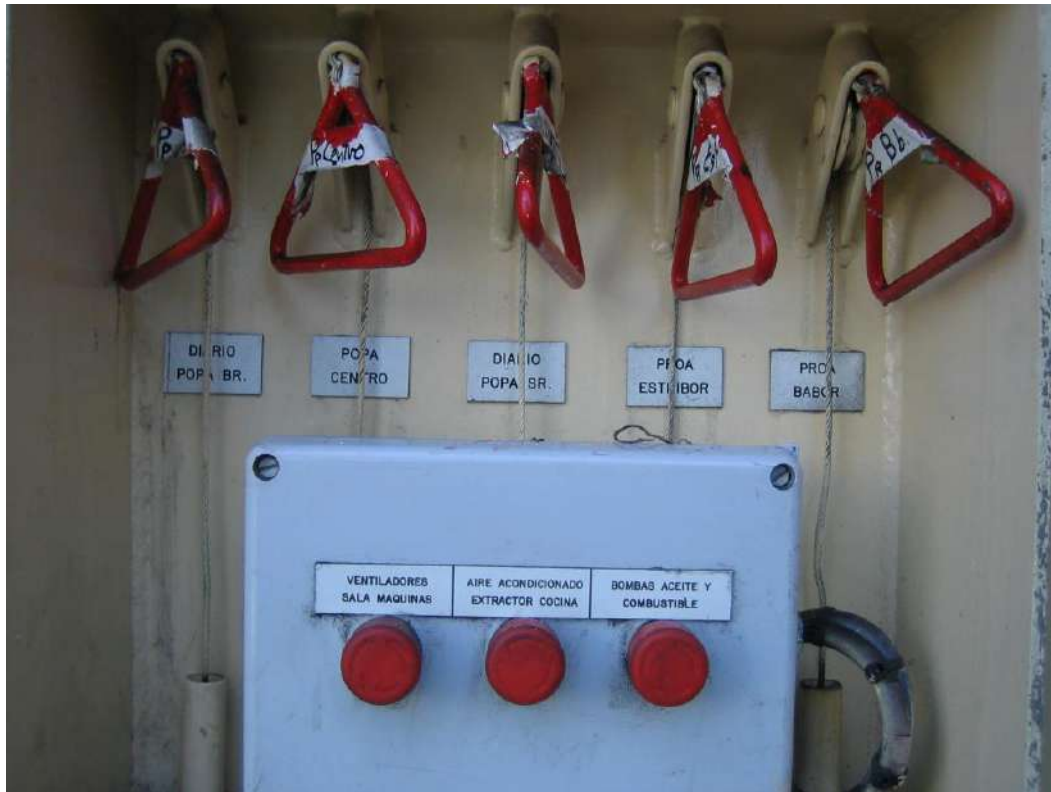
Se dispondrá de medios de control para abrir y cerrar las lumbreras, cerrar las aberturas de las chimeneas que normalmente dan salida al aire de ventilación y cerrar las mariposas de los ventiladores.



Se dispondrá de medios de control para detener los ventiladores. Los mandos de la ventilación mecánica de los espacios de máquinas estarán agrupados de manera que se puedan utilizar desde dos lugares, uno de los cuales estará fuera de dichos espacios. Los medios destinados a detener la ventilación mecánica de los espacios de máquinas estarán totalmente separados de los medios destinados a detener la ventilación de otros espacios.

Se dispondrá de medios de control para detener los ventiladores de tiro forzado y de tiro inducido, las bombas de trasiego de combustible líquido, las bombas de instalaciones de combustible, las bombas de suministro del aceite lubricante, las bombas de circulación de combustible caliente y los separadores de hidrocarburos (purificadores).





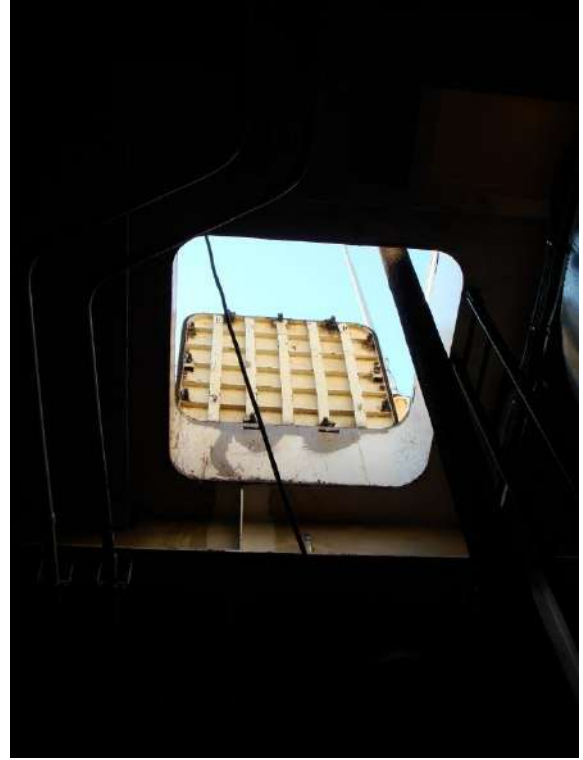
La normativa exige que en los espacios de maquinas existan al menos dos vías de evacuación y estarán además lo mas separadas posibles entre si. En algunos buques una de las vías de escape normalmente da al exterior y la otra al interior de la superestructura pero fuera ya del espacio de maquinas. El acceso normal a los espacios de máquinas del buque es a través de las puertas interiores del buque, desde la habitación. Otros accesos o vías de escape es una escalera vertical que va desde el punto mas bajo de la cámara de maquinas a la cubierta principal. Una puerta estanca protege los accesos a ese tronco de escape. Los equipos de intervención que intenten acceder a los espacios de maquinas a través de esas vías pueden encontrarse el tambucho cerrado desde dentro. Debemos tener en cuenta, que estos espacios son de reducidas dimensiones, y que un bombero es prácticamente seguro que en su intervención llevará puesto un equipo ERA, es probable que sea necesario pasar primero el equipo y después el bombero **sin desconectarse la máscara** durante la operación.



El espacio entre la maquina y la hélice es un espacio estanco conocido como el **servo**.

En esta zona se encuentra normalmente otra de las vías de escape de cámara de maquinas, compuesta de una escalera vertical hasta la cubierta exterior.

Las cámaras de maquinas cuentan también con unas aperturas compuestas de una tapa con muchos tornillos que se utiliza para sacar o meter piezas grandes en la cámara de máquinas,



Estas posibles aberturas son otro medio posible de introducir agente extintor (espuma de baja o media expansión) o ventilar la cámara de maquinas. El problema puede venir en su apertura debido a la dilatación de los materiales producida por el incendio.

La energía eléctrica que utiliza el buque lógicamente se produce a bordo. Los equipos que producen energía eléctrica a bordo son muy variados y van desde los equipos portátiles que se utilizan para pequeñas reparaciones hasta los equipos que proporcionan la energía eléctrica general del buque.

La fuente de energía eléctrica principal tendrá con capacidad suficiente para alimentar todos los servicios del buque, está constituida por dos grupos electrógenos cuando menos. La capacidad de estos grupos es tal que aunque uno de ellos se pare, el otro podrá mantener las condiciones operacionales normales de propulsión y seguridad así como los servicios de cocina, calefacción, refrigeración de carácter doméstico (gambuzas), ventilación mecánica y agua para las instalaciones sanitarias y agua dulce.

Además los grupos electrógenos tienen la capacidad suficiente para que en el caso de que deje funcionar uno de ellos, los grupos electrógenos restantes pueden proveer los servicios eléctricos necesarios para arrancar la máquina principal partiendo de la condición de motor principal parado.

Hay una red de alumbrado eléctrico principal que ilumina todas las partes del buque normalmente accesibles a los pasajeros o a la tripulación, que está alimentada por la fuente de energía eléctrica principal y en el caso de que se produzca una situación de emergencia entra en funcionamiento la red de alumbrado eléctrico de emergencia.

El buque durante su navegación consume combustible lo que hace que su peso disminuya y por consiguiente su calado se reduzca. Este gasto de combustible, que normalmente va almacenado en tanques en la parte más baja del buque hace que tenga una menor estabilidad. La reducción de calado, aparte de reducir su estabilidad hace también que la hélice suba reduciendo su eficacia. Para contrarrestar todos estos efectos el buque cuenta con unos tanques en la parte más baja del buque que se llenan o van llenando con agua salada. Al agua de mar usada para este propósito se conoce como agua de lastre y los tanques que la contienen tanques de lastre. Asociado a ellos hay una serie de tuberías y bombas que constituyen el **sistema de lastre**. Este sistema proporciona la manera de vaciar los tanques de lastre para disminuir el calado o llenar los tanques de lastre para aumentar el calado y la estabilidad; y moviendo agua de lastre de uno a otro tanque contrarrestar los cambios de escora o asiento.

En los buques también existen tanques que sirven de almacenamiento de los combustibles y líquidos inflamables utilizados, normalmente son tanques de fuel oil, tanques de diesel oil y tanques de aceite para el motor principal y los motores principales; existen también llamados los tanques de diario que son tanques desde los cuales ya se usa el líquido o combustible.

Tanto los tanques de combustibles, aceites como los tanques de diario varían de un buque a otro en función de su tamaño y sus características.

Los tanques de diario pueden ser de Fuel oil (a veces son dos) uno para el consumo del motor principal y otro para los motores auxiliares, tanque de diesel oil (a veces son dos), tanque de aceite para cilindros, para el consumo del día del motor principal. Se suelen llamar tanques de diario o almacenes también a algunos tanques de aceite del cárter del motor principal, al tanque de aceite de auxiliares, aceite de turbinas. Cuando se tienen dos tanques para un mismo servicio uno se usa de decantación y otro de servicio.

Los reboses de los tanques de fuel oil normalmente van al diario, al de decantación y en su caso al tanque de reboses de fuel oil. Los tanques de aceite normalmente rebosan al tanque de aceite sucio.

Algunos tanques es necesario que tengan calefacción como pueden ser los tanques de fuel oil, reboses de fuel oil, lodos, aceite sucio, etc. Los tanques almacenes de fuel oil se calientan a un mínimo de 45°C (normalmente 70°C) para poder trasegarlos. De aquí el fuel se manda al tanque de decantación (aquí es donde se purga el agua), se calienta a 60-80°C, y de aquí va las depuradoras, de estas va al diario donde se mantiene a 90°C aproximadamente.

El sistema de combustible trabaja con presión. Una bomba aspira el fuel del tanque de diario con una presión del orden de 4 kg/cm<sup>2</sup>, una bomba de circulación lo descarga a 8kg/cm<sup>2</sup>, de aquí va calentado y filtrado al motor principal y auxiliares donde llega a aprox. 7.6 Kg/cm<sup>2</sup>.

En ocasiones elementos tales como filtros cuentan con doble circuito para que mientras se procede a la limpieza de un filtro, el otro circuito pueda seguir aportando combustible, uno está en servicio y el otro está en stand-by o tiene algún sistema de by-pass para ponerlos fuera de servicio y limpiarlos.

Algunos incendios producidos en la sala de máquinas se debieron a una presión inadecuada en el trasiego de combustible lo que provocó pérdidas o fugas a presión, lo que provoca la pulverización del combustible, que al contacto con cualquier superficie caliente provoca su autoignición.

El orden y la limpieza son fundamentales para garantizar la seguridad en estos espacios.

## Técnicas de lucha contra incendios en la sala de máquinas

Antes de actuar en un incendio, debemos siempre **obtener información**; y esto es algo, como ya habíamos comentado, que en un barco es perfectamente factible.

Lo primero que deberíamos considerar es la **presencia de víctimas**, la intervención va a variar en función de esta circunstancia .

Más tarde consideraremos otros aspectos, como si se ha activado el sistema fijo, y si ha sido efectivo.

Como ya se había comentado en el Capítulo 5. Sistemas fijos y equipos de lucha contra incendio, es habitual que el sistema fijo más empleado a bordo sea el de CO<sub>2</sub>. La decisión de activarlo corre siempre a cargo del Capitán, más aún en el caso de que haya víctimas. En el caso de que ya se haya activado, debemos conocer que su eficacia es lenta, no es un agente que actúe de forma inmediata y el Servicio de extinción de incendios deberá chequear su eficacia, mediante la comprobación de temperaturas. Con ayuda de una cámara térmica, deberemos comprobar en un mismo punto de por ejemplo la chimenea, las variaciones de temperatura a intervalos de media hora.

Si la tendencia es a disminuir esos valores, el sistema está actuando, y en ocasiones se necesitarán 24h para que sea totalmente efectivo, si los valores no disminuyen o incluso aumentan deberemos buscar otra táctica.

Una vez considerado que el CO<sub>2</sub> como agente extintor no está siendo efectivo, podemos considerar que no lo es porque el espacio donde está actuando no se encuentra estanco, tendremos que considerar otro agente extintor, y en fuegos de tipo B, con líquidos inflamables, el mejor agente extintor es la **espuma**.

El problema que se plantea es buscar un hueco de entrada para introducir la espuma, y la verdad es que no disponemos de muchos. Puede ser como habíamos comentado por las **lumbreras**, o si esta posibilidad no está accesible deberá ser por el espacio de acceso a la sala de máquinas.

La pregunta que se nos plantea ahora es ¿Cuánta cantidad de espuma?, sabemos que la NFPA dispone de sus propias tablas según la Norma 1101 “Standars for medium and high expansion foam system”, aunque la realidad debería ser que deberemos hacer acopio de grandes cantidades de espuma. La propia Autoridad Portuaria puede tener convenios de colaboración con empresas suministradoras de espumógeno. Si la espuma aplicada es de la calidad necesaria, y la cantidad es suficiente, el incendio debería quedar controlado.

Si el incendio queda controlado, deberemos bajar a comprobar que realmente está controlado, o en su caso al rescate de víctimas.

Si el incendio no quedase controlado por cualquier motivo, y **si es posible**, también deberemos bajar. Decimos si es posible porque puede ser que el equipo de ataque decida que las condiciones del espacio hacen imposible la bajada, y decidan no bajar a pesar de las indicaciones del Jefe de dotación.

Para la entrada deberemos garantizar la **seguridad del equipo**, para lo cual deberán entrar dos líneas; una primera de agua con el arco cerrado y el difusor en forma de cortina para la protección de la radiación del fuego e inmediatamente después del segundo bombero de la línea de agua la línea de espuma preparados para extinguir cualquier foco que haya quedado o para atacar posibles reigniciones. La mayor dificultad de este método es la dificultad de coordinar dos líneas paralelas y conjuntas en un interior con varios tramos de escalera y de espacio reducido, por lo que muchos parques de bomberos optan por una sola línea de espuma AFFF que tenga la posibilidad de actuar en forma de cortina para la protección o en forma de chorro de ataque para la extinción. No es fácil bajar líneas por los tramos de escalera, porque ésta se puede colar entre los candeleros dejando clavado al grupo de ataque en una situación comprometida, ya que en el caso de exista fuego y debido a las corrientes convectivas, el grupo no estará seguro hasta que llegue al plan de la sala de máquinas.

La utilización de cámaras de imágenes térmicas será de gran utilidad para todos los fuegos en interiores en buques, pero en una sala de máquinas puede ser una herramienta fundamental dadas las condiciones de nula visibilidad que encontraremos y debido a que el foco del incendio pueda estar oculto debajo de los techos o en la sentina.





## **10. LA ESTABILIDAD DEL BUQUE.**

Está relacionada con la capacidad de un cuerpo que flota por recuperar la verticalidad cuando se ha desplazado de ella. Las embarcaciones deben ser estables, manteniendo la cubierta y el puente en la parte superior, mientras el casco permanece en contacto con el agua, sin volcarse al primer golpe de ola o la primera perturbación. Para determinar la estabilidad, deben localizarse el centro de gravedad del buque (punto donde se concentra el peso total del buque, muy influido por la colocación de la carga) y el centro de empuje (punto donde se concentra la fuerza de empuje, el cual se mueve con la inclinación del buque y es función de la forma de la sección transversal del casco). Para que un buque sea estable, el par que ejercen estas dos fuerzas debe tender a recuperar la verticalidad del buque. Si se coloca un tronco de árbol en el agua, flotará, pero al estar el centro de gravedad y el centro de empuje siempre en una misma vertical, no se produce ningún par recuperador, y el tronco puede girar libremente sobre sí mismo permaneciendo estable en cualquier posición (es un equilibrio indiferente). En los buques de casco plano y ancho, la estabilidad es, en general, buena. En los buques de casco alto y centro de gravedad elevado (colocación de cargas muy importante o cargas mal fijadas en pisos superiores) es posible la pérdida de la estabilidad y el vuelco del buque. Muchos veleros con palo muy alto, sometidos a fuertes inclinaciones por el viento, llevan un gran contrapeso en la quilla, que sitúa el centro de gravedad del conjunto en una posición inferior al centro de flotación, con lo que se asegura la estabilidad en todas las situaciones posibles.

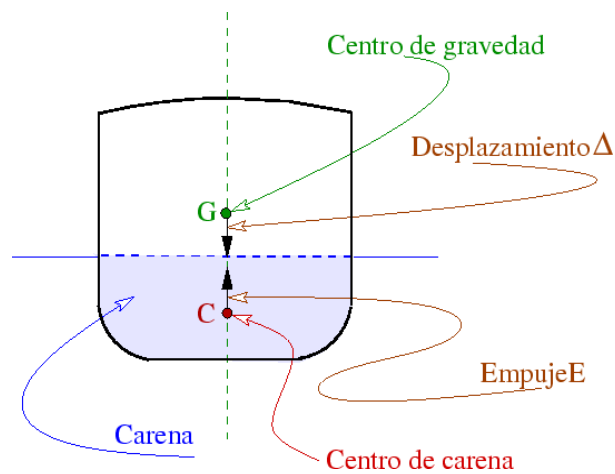
La estabilidad es la capacidad de adrizamiento de un barco tras una escora.

Es la tendencia que debe tener el buque en recobrar su posición inicial cuando ha sido apartado de ella por acción de fuerzas exteriores como puedan ser la mar o el viento.

Es evidente que sobre el barco actúa una fuerza vertical hacia abajo que tiende a hundir el barco. Esa fuerza es, obviamente, el peso total del barco que en náutica llamamos Desplazamiento y la hemos representado en la figura mediante el vector ( $\Delta$ ). Como en el caso de cualquier otro cuerpo, el peso es una fuerza que actúa aplicada sobre el Centro de gravedad del cuerpo (del barco en nuestro caso) representado por ( $G$ ) en la figura. También estará claro que si el desplazamiento fuese la única fuerza que actúa sobre el barco, a éste no le quedaría más remedio que hundirse. Puesto que esto no ocurre, y tampoco ocurre que el barco se desplace verticalmente hacia arriba (es decir, el barco no vuela), la única conclusión posible es que debe existir otra fuerza igual pero de sentido contrario actuando sobre el barco de modo que la fuerza neta en sentido vertical es nula. Esta segunda fuerza es el empuje y se ha representado mediante el vector ( $E$ ) en la figura. Así que con el barco en flotación tenemos necesariamente que:

$$\text{Empuje} = \text{Desplazamiento}$$

El empuje ( $E$ ) actúa sobre un punto ( $C$ ) diferente del centro de gravedad. Eso se debe al origen físico de esa fuerza que no es otro que el rozamiento de la parte sumergida del casco (la carena) con las moléculas de agua. Por eso, el punto ( $C$ ), que se llama centro de carena, está situado aproximadamente en el centro de gravedad de la carena (no de todo el barco). Es muy importante, con vista a los estudios de la estabilidad que seguirán, mantener en mente este hecho: El desplazamiento y el empuje actúan sobre puntos diferentes del barco. Mientras el barco se encuentre adrizado este hecho no tiene ninguna consecuencia, es decir, no afecta a la flotabilidad, pues tanto ( $\Delta$ ) como ( $E$ ) están dirigidos a lo largo de la línea que une sus respectivos puntos de aplicación. Es como si dos personas tiran con la misma fuerza pero en sentidos contrarios de los extremos opuestos de una mesa. El resultado es que la mesa no se moverá en ninguna dirección. Sin embargo, si esas dos fuerzas iguales pero opuestas, actuando sobre puntos distintos, no se ejercen a lo largo de la recta que une sus puntos de aplicación, el resultado es bien distinto: Se produce lo que en física se llama un **par de fuerzas** que trae como consecuencia la rotación de la mesa. Fíjese que sigue sin producirse traslación de la mesa puesto que sigue sin existir una fuerza neta en alguna dirección. La formación de un par de fuerzas (por un lado el desplazamiento del barco y por el otro el empuje con puntos de aplicación diferentes) es la clave para la estabilidad del barco.



### **Centro de gravedad (G)**

Es el punto donde se aplica el peso total del buque. No varía si no se produce traslación, carga o descarga de pesos.

Su posición se determina con un cálculo de momentos, en relación a un punto cualquiera. Dicho peso está constituido por el desplazamiento del buque en rosca y por el conjunto del resto de pesos existentes a bordo, es decir el peso total del buque.

### **Centro de carena (C)**

Es el centro de gravedad del volumen de agua desplazado por un flotador, para una condición dada. También 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" del inglés.

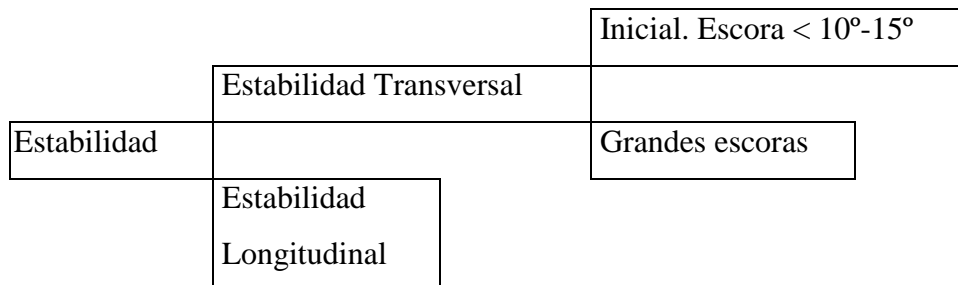
Dado el movimiento del buque en las olas, la posición del centro de carena es variable y depende de la forma y volumen de casco sumergido en ese instante.

## Tipos de estabilidad

Atendiendo al concepto de estabilidad podemos distinguir:

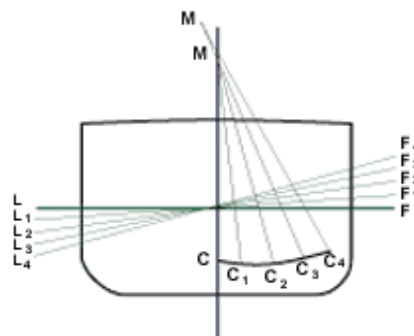
- a) **Estabilidad estática**, el conjunto de fuerzas que actúan sobre el barco en una escora determinada.
- b) **Estabilidad dinámica**, el trabajo que hay que efectuar para llevarlo desde el ángulo de inclinación hasta la posición de equilibrio.

A su vez, la **estabilidad estática** puede clasificarse en:



## Estabilidad Inicial

La estabilidad transversal se divide en **inicial** y para **grandes escoras**, según sea el ángulo de escora inferior o superior a 10°- 15° y ello es debido a que durante los 10°- 15° primeros de escora las verticales trazadas desde las sucesivas posiciones del centro de carena se cortan aproximadamente en un mismo punto llamado **metacentro (M)**, pero al ser mayores los ángulos de escora, el corte entre las verticales de las distintas posiciones de **C**, se hace en puntos diferentes

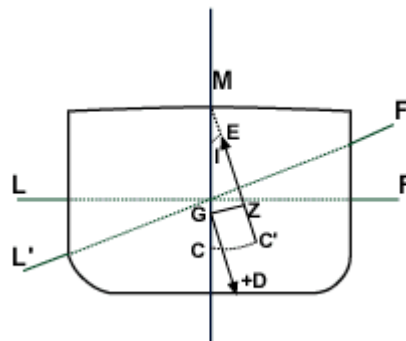


### Par de estabilidad

Si un buque adrizado escora un ángulo  $I$  inferior a  $15^\circ$ , pasara de la flotabilidad (LF) la flotabilidad ( $L'F'$ ) y el desplazamiento continuara actuando en (G) por no haberse variado la posición de los pesos.

Por el contrario, el centro de Carena (C), variara su posición a ( $C'$ ). En este momento, la nueva vertical de empuje del agua corta el plano diametral en un punto llamado Metacentro (M).

Observando la figura veremos que el Desplazamiento (D), está actuando hacia abajo sobre (G), y el empuje (E) sobre ( $C'$ ), y hacia arriba, creando de este modo un par de fuerzas, cuyo brazo es (GZ). Este brazo será perpendicular a la vertical del empuje (E), y al actuar sobre el buque lo hace girar en el sentido de la flecha adrizándolo. Momento del Par de estabilidad.  $ME = D \times GZ$ .



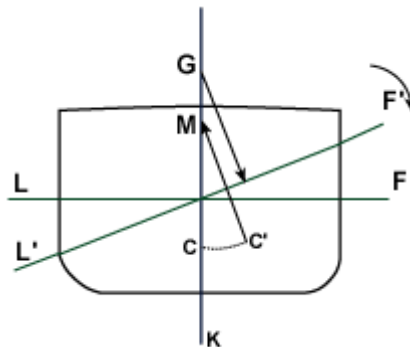
## Metacentro

Es el punto donde convergen el plano diametral del buque y la vertical trazada desde el Centro de Carena (C), cuando este último ha sido desplazado (C') a causa de una escora, siendo (M) el punto máximo hasta donde puede llegar el centro de gravedad (G), para que el buque sea estable.

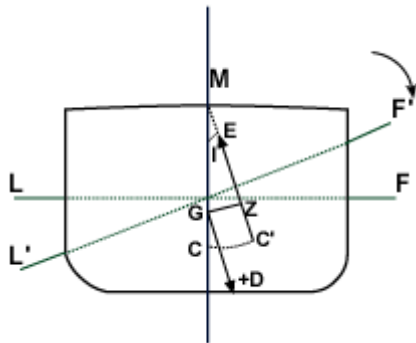
La distancia ( CM ), o Radio Metacéntrico, así como (KC), se encuentran en las curvas hidrostáticas, mientras que la distancia (KG), es la altura del Centro de Gravedad sobre la quilla, por lo que la altura metacéntrica (GM), será la diferencia entre (KM) y (KG).

$$KM = CM + KC$$

$$GM = KG - KM$$



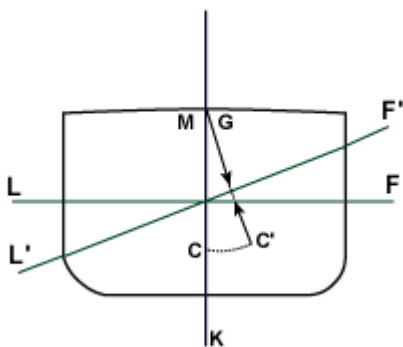
- **Equilibrio estable o estabilidad positiva**



Cuando al escorar un buque, a causa de una fuerza exterior, (M) se encuentre situado por encima de (C), el brazo del par generado hace adrizar el buque.

$$GM + KM < KG$$

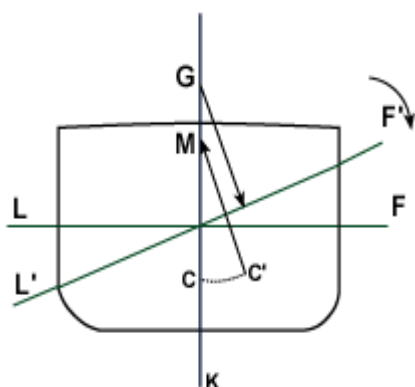
- **Equilibrio indiferente**



En el caso de que coincidan (G) y (M), no se genera ningún par de fuerzas por lo que el buque quedara en una posición escorada (GM) nulo.

$$KM = KG$$

- **Equilibrio inestable o estabilidad negativa**



Cuando el centro de gravedad se halla más alto que el metacento, el par de estabilidad hará girar al buque en el sentido de la flecha y hará que aumente su escora.

$$GM - KM < KG$$

## Movimiento de pesos a bordo y su influencia en la estabilidad, escora y el asiento

El movimiento de pesos puede ser debido a dos causas:

1. Carga y / o descarga
2. Traslado de los pesos

El movimiento de los pesos a bordo afecta a la estabilidad, escora y asiento del buque

### **Traslado de pesos**

El traslado de pesos dentro de un barco ya sea en sentido vertical, longitudinal o transversal, no implica la variación de su Desplazamiento, aunque si hay variación en la posición del Centro de Gravedad.

El movimiento del Centro de Gravedad está en función de:

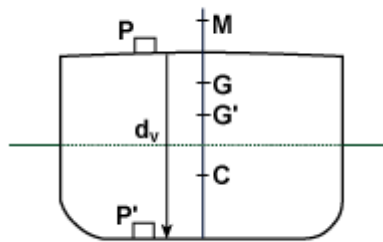
$$GG' = \frac{P \cdot d}{D}$$

$P$  = Peso en Tm  
 $d$  = Distancia del peso en m  
 $D$  = Desplazamiento



## Traslado Vertical

El traslado vertical de un peso en un barco hará subir o bajar el Centro de Gravedad (G)



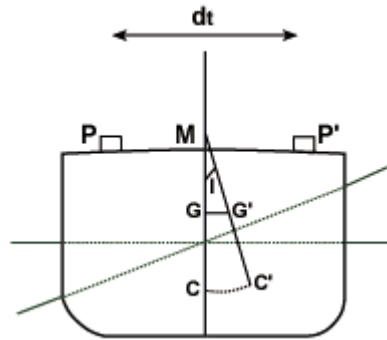
Afecta a la Altura Metacentrica (GM), teniendo en cuenta que, si bajamos el Centro de Gravedad (G) a (G'), tendremos mayor Altura Metacentrica (G'M) y mayor brazo del par de estabilidad (GZ) por lo que al escorar, habrá mayor par adrizante, y por lo tanto tendrá mayor estabilidad

Si subimos pesos asciende el (G), disminuye (GM) y (GZ) por lo que habrá menor par adrizante y menor estabilidad.

## Traslado transversal

El traslado transversal de un peso en un barco provocara una escora del mismo hacia la banda que fue desplazado el peso, también a la estabilidad cuando el barco balancea hacia la banda escorada (Disminuyendo el GZ)

El cálculo del ángulo de escora (I) se hará de forma práctica, con un clinómetro, o siempre cuando sea inicial, podremos averiguarlo en base al triangulo (GG'M)



### Traslado Longitudinal

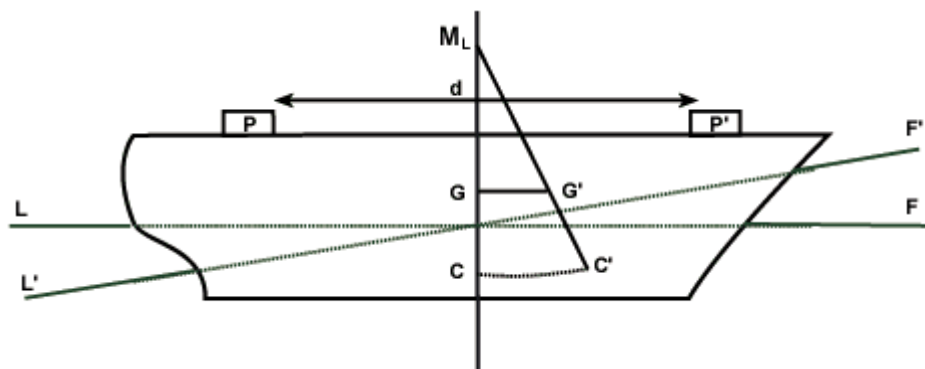
El traslado longitudinal de un peso en un barco, origina una alteración en el asiento y por lo tanto un cambio en los calados.

$A$  = Asiento en cm.

$a$  = Alteración en cm

$A = C_{pp} - C_{pr}$

$a = A_f - A_i$



El asiento será de signo positivo o apopante si el calado de Pp es mayor que el de Pr.  
Sera de signo negativo o aproante si es mayor el calado de Pr.

Cuando se tengan que trasladar pesos a bordo se calculara el asiento previamente

Cada barco tendrá calculado su (Mu), Momento Unitario, que definimos como el producto del peso en toneladas por la distancia de traslado, en metros, necesaria para variar el asiento del buque 1 cm.

De ahí que para calcular la alteración (a) al efectuar un traslado de pesos lo podamos calcular con la siguiente fórmula:

$$a = P \cdot dl / Mu$$

P = Peso trasladado en Tm

a = alteración en cm

dl = Distancia en m

Mu = Momento unitario en Tm x m

### **Carga o descarga de pesos**

Al cargar un peso aumentamos el (D) y para efectos del cálculo, será lo mismo que cargarlo en el centro de gravedad produciendo una inmersión y después trasladarlo al punto correspondiente.

Al descargar un peso, será lo mismo que trasladarlo al centro de gravedad y desde ahí descargarlo, produciendo una emersión.

### **Toneladas por centímetro (Tc)**

Cantidad de Tm a cargar o descargar para que el caldo medio varíe un cm.

### **Centro de flotación (Cf)**

Es el centro de gravedad de la superficie de flotación, es decir el punto sobre el cual el barco pivotara al cabecear.

Si cargamos un peso sobre este punto el barco no variará de asiento.

### **Superficies libres**

Al escorar el barco por efecto de un balance, en un tanque parcialmente lleno, se forma una cuña líquida que se desplaza de una banda a la otra, creando un momento de inercia del área de la superficie con respecto al plano diametral del barco.

Cuando por diversas razones haya a bordo una determinada cantidad de agua en el plan de la embarcación o llevemos un tanque de agua o de combustible parcialmente lleno, aparecerá un nuevo factor en la estabilidad que llamaremos **Superficies Libres**. Como el barco se mueve continuamente, el agua también se moverá tendiendo a su horizontalidad.

Cuando el barco se escora habrá un desplazamiento del agua en la superficie que irá de banda a banda, este desplazamiento será como si se hubiese trasladado un peso a bordo, por tanto, el centro de gravedad del barco se habrá desplazado a la misma banda.

Si consideramos que la embarcación es de fondo plano y hay una cierta cantidad de agua que se puede desplazar libremente, mientras la embarcación esté adrizada su equilibrio será indiferente coincidiendo el Centro de Gravedad con el Centro de Carena. En el momento que se produzca una escora el agua se desplazará libremente

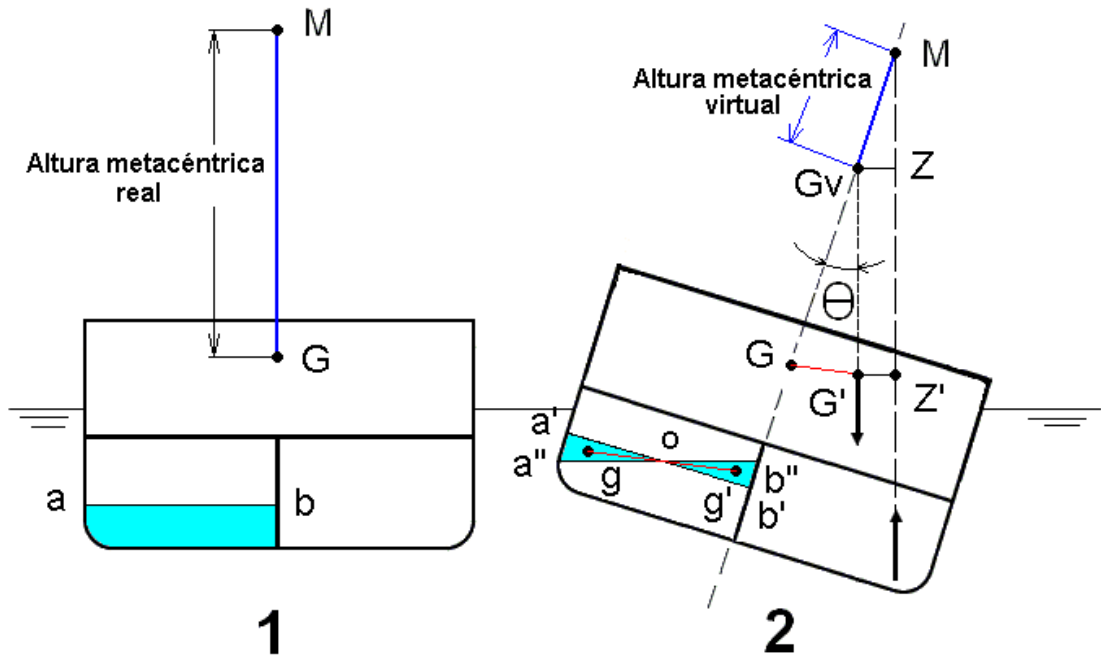
y, por consiguiente, el centro de gravedad  $G$  se habrá desplazado a  $G'$  donde gravitará el peso del barco. Pero como en física se puede trasladar una fuerza sin que se altere su efecto, podemos considerar que el peso del barco gravita en  $G_v$  o centro de gravedad virtual (situado en el plano diametral cuando el barco estaba adrizado). Por tanto, la altura metacéntrica habrá disminuido y si  $G_v$  queda por encima del metacentro  $M$ , se produce un par de estabilidad negativo que hará zozobrar el barco si recibe un golpe de mar o una racha de viento por la banda contraria a la escora.

Al escorar el barco no se desplaza toda la carga líquida sino una cuña superficial; por ello, en el valor  $GG_v$  (la subida del centro de gravedad) solamente interviene el momento de la inercia del área de la flotación con respecto al plano diametral del barco, siendo indiferente el volumen del líquido que contenga un tanque parcialmente lleno o el agua entrada a bordo en una embarcación sin cubierta o por una vía de agua.

### **Efecto de superficie libre sobre la estabilidad**

Cuando un tanque abordo se encuentra parcialmente lleno, y la superficie del líquido contenido en su interior está libre de mantener la horizontal durante el movimiento, se experimenta una pérdida de estabilidad o disminución del brazo ( $GZ'$ ).

Para estudiar este efecto supóngase una buque cuyo corte trasversal es el de la figura 1. La altura metacéntrica inicial es  $(GM)$ . El tanque parcialmente lleno cuya superficie  $(ab)$  se encuentra horizontal.



Si el buque es apartado de su vertical, un ángulo pequeño  $(\theta)$ , la superficie del líquido adoptará una nueva posición  $(a''b'')$  manteniendo la horizontalidad y verificándose que la cuña de base triangular  $(a''a'o)$  y de eslora(longitud) igual a la del tanque se desplaza a una nueva situación  $(b''b'o)$ .

El centro de gravedad  $(g)$  de la cuña  $(a''a'o)$  se desplaza a  $(g')$ , por lo que a los fines del análisis es como si se tratara de una **traslación transversal de pesos**, por esta razón el centro de gravedad del buque también experimenta un corrimiento hacia la banda de escora representado en la figura 2 por el segmento  $(GG')$ .

Nótese que este desplazamiento lateral puede visualizarse como si fuese una elevación del centro de gravedad del buque a una nueva posición  $(Gv)$ , el brazo adrizante es ahora  $(G'Z')$  o  $(GvZ)$ .

Entonces se ve claramente que acción o efecto de una superficie libre genera la elevación virtual del centro de gravedad con la consiguiente pérdida de estabilidad.

### Directrices para mantener la estabilidad:

- Controlar los calados, para detectar cambios de escora y/o asiento.
- Controlar la tensión de los cabos
- Corregir la escora (con las recomendaciones de la Tripulación)
- Cerrar todas las aberturas del buque quedar sumergidas por una escora del barco
- Cerrar puertas y puertas estancas por debajo de la cubierta principal
- Eliminar las superficies libres utilizando o las propias bombas de achique del barco o bombas portátiles.
- Controlar la cantidad de agua que se está aplicando, achicarla. El agua que entra en el buque a consecuencia de la extinción debe ser permanentemente removida. Al achique se le debe de dar total prioridad.
- Durante las tareas de extinción los espiches y salidas del agua pueden quedar obturados por hollines, plásticos o residuos; debemos controlar que esto no ocurra.
- Trabajar con la tripulación en la necesidad de vaciar o llenar completamente tanques de lastre. Vaciar tanque por encima del Centro de Gravedad y viceversa.
- Si es posible Descargar /Trasladar carga por encima del Centro de Gravedad
- Tener anticipado un **plan de abandono del buque** por problemas de estabilidad, puede ser que el acceso que hayamos utilizado para la entrada quede inutilizado por este motivo.
- Recordemos que una extinción no debe ser un hundimiento por aplicación de agua.



## 11. INTERVENCIONES CON MERCANCÍAS PELIGROSAS.

Se considera que casi el 90% del transporte mundial de mercancías se realiza por vía marítima y, aproximadamente la mitad de ellas son mercancías peligrosas. Son los puertos por tanto, zonas de gran almacenaje y transporte de mercancías que los bomberos deben saber identificar.

Con este tipo de sustancias, tan importante es saber lo que debemos hacer, que en muchas ocasiones no será más que una contención del derrame, como lo que no debemos hacer. Es habitual por parte de los bomberos la utilización de agua para las emergencias, en muchas intervenciones con mercancías peligrosas, su uso puede ser gravemente perjudicial.

¿Cómo podemos definir una mercancía peligrosa? Como un material u objeto que presenta riesgos para la salud, la seguridad o que pueden producir daños en el medio ambiente, en las propiedades o en las personas.

Las normas básicas para el transporte, se acuerdan en el seno de Organismos Internacionales, principalmente **Naciones Unidas**.

Existen diversas regulaciones internacionales en función del medio en que se transporten; el primer reglamento que reguló y clasificó las mercancías peligrosas fue el IMDG, el etiquetado es común a todos, debido al **transporte intermodal**, un contenedor puede combinar diversos medios durante sus transporte.



- El transporte por **carretera** está regulado por el ADR – Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de MMPP por Carretera que se aprobó en 1968 y que en España está en vigor desde 1972. Actualmente son 39 los países que han firmado el Acuerdo.

La versión actualmente en vigor es el ADR 2009.

- El transporte por **ferrocarril** está regulado por el RID “Reglamento relativo al Transporte Internacional de MMPP por Ferrocarril”, que prepara la Organización para el transporte internacional ferroviario (OTIF) a cuyo convenio pertenecen 44 países.

La versión actualmente en vigor es el RID 2009.

- El transporte por **vía aérea** está regulado por La Organización Aérea Civil Internacional (OACI) que edita los textos oficiales en forma de “Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de MMPP por vía aérea”, que son adaptados por la Organización Internacional de Transporte Aéreo (IATA) y aplicados por todos los operadores miembros de IATA.

- El transporte por **vía marítima** de MMPP se regula en el Código IMDG, y con el capítulo VII del Convenio SOLAS (Safety of Life at Sea) de la Organización Marítima Internacional (OMI).

No difieren, como hemos dicho, estas regulaciones internacionales entre sí. Si bien podemos considerar al IMDG como el más completo, pues contiene unas fichas de actuación en caso de derrames o incendios y una guía de primeros auxilios.

Según el RD 145/89, de 20 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Nacional de admisión, manipulación y almacenamiento de MMPP en los puertos, los documentos que deben llevar los vehículos que circulen por el puerto son:

- Carta de porte y declaración.
- Certificado de estiba del contenedor.
- Instrucciones para el conductor.
- Certificado de homologación para ciertos vehículos.
- Certificado de formación del conductor.
- Permisos relativos a la autorización para efectuar el transporte.

Y dichos vehículos deben ir marcados con:

- Paneles Naranja.
- Placas-etiquetas.

## Clasificación e identificación de las MMPP

- **Clase 1: Explosivos.**



Presentan riesgo de:

- Explosión en masa.
- Proyección.
- Incendio.

- **Clase 2: Gases.**

- Clase 2.1. : Gases inflamables (Hidrógeno, Acetileno, Propano)



- Clase 2.2.: Gases no inflamables y no tóxicos ( Dióxido de Carbono y Oxígeno)



- Clase 2.3. Gases tóxicos (Amoníaco, Fosgeno)



Los gases se pueden transportar en estado:

- Comprimidos.
- Líquido.
- Disuelto.
- Criogénicos.

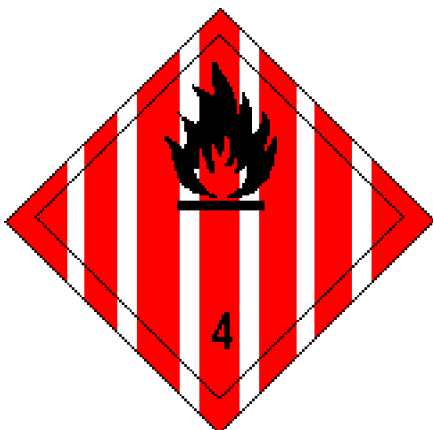
En caso de incendio, los recipientes que los contienen pueden sufrir una explosión física debido a una BLEVE (Boiled Liquid Expanded Liquid Explosion); es decir el gas en estado líquido está a una temperatura superior a su temperatura de ebullición, pero contenido en un recipiente. Debido a la presión ejercida por el gas, puede hacer que revienta el recipiente que lo contiene a cuyo riesgo de proyección de partículas, le añadimos la inflamación del gas en el caso de ser inflamable produciendo daños catastróficos. Por lo tanto en el caso de que un recipiente que contenga un gas licuado se vea envuelto en un incendio deberemos refrigerarlo con monitores y mantener un perímetro mínimo de seguridad de 100 metros.

- **Clase 3: Líquidos inflamables.**



Si tienen un flash-point o punto de inflamación inferior a 60°C se consideran muy inflamables (gasolina) y si tienen un punto de inflamación superior a 60°C se consideran inflamables (gasoil).

- **Clase 4.1. : Materias sólidas inflamables.**



Sólidos inflamables, que entran fácilmente en combustión y los que pueden provocar incendios por rozamiento. (celulosa, algunos polvos metálicos, naftalina, cerillas, fibras y azufre fundido).

- **Clase 4.2.: Materias que pueden experimentar combustión espontánea**



Son materias que al contacto con el aire pueden experimentar un calentamiento o combustión espontánea (carbón, desechos de celulosa, copra, desechos de fibras impregnadas en aceite, virutas de hierro o acero, harina de pescado)

- **Clase 4.3. : Materias que al contacto con el agua desprenden gases inflamables**



Son materias y objetos que reaccionan con el agua desprendiendo gases inflamables que pueden formar mezclas explosivas con el aire. (Litio, sodio, potasio, rubidio, cesio, carburo de aluminio, carburo cálcico y magnesio en polvo).

- **Clase 5.1.: Comburentes**



Son materias que sin ser necesariamente combustibles, pueden liberar oxígeno, favoreciendo la combustión.

- **Clase 5.2.: Peróxidos Orgánicos.**



Sustancias térmicamente inestables que pueden experimentar una descomposición exotérmica autoacelerada.



- **Clase 6.1.: Sustancias tóxicas**



Sustancias que pueden producir efectos perjudiciales para la salud de los seres humanos, lesiones graves e incluso la muerte, si se les ingiere, inhala o entran contacto con la piel.

- **Clase 6.2.: Sustancias infecciosas.**



Materias de las que se sabe o se cree que contienen agentes patógenos microorgánicos (incluidas las bacterias, los virus, los parásitos, los hongos, etc.)

- **Clase 7.: Materiales radiactivos.**



Son materiales que contienen radionúclidos y su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere, así como la clase de descomposición atómica que sufra.

- **Clase 8.; Corrosivos.**



Sustancias que por su acción química, causan lesiones graves a los tejidos vivos, pudiendo causar daños de consideración a otras mercancías o al medio de transporte.

- **Clase 9: Sustancias y objetos peligrosos diversos.**



Son materias y objetos que, a lo largo del transporte, supongan un peligro diferente de los que contemplan las restantes clases.

**Contaminante del mar**



Muchas de las sustancias que se han asignado a las clases 1 a 9 se consideran contaminantes del mar. Las sustancias contaminantes del mar deben de transportarse con arreglo al ANEXO III del MAPOL73/78 enmendado.

## Niveles de protección para los bomberos en intervenciones con mercancías peligrosas a bordo de buques

### Nivel I

El Nivel 1 de protección para bomberos consta de:

- Chaquetón ignífugo.
- Cubrepantalón ignífugo.
- Botas de puntera reforzada y suela de material no electroconductor.
- Guantes de temperatura.
- Casco.
- Linterna aprobada para atmósferas ATEX.
- Equipo de respiración autónoma.



Con este nivel de protección podemos realizar todas las tareas necesarias de la intervención, excepto aquellas para las cuales sea necesario entrar en contacto directo con el producto. Estas tareas pueden ser:

- Recabar información
- Realizar mediciones de toxicidad con detectores de gases o tubos colorimétricos.
- Balizar la zona
- Rescatar víctimas que no hayan entrado en contacto directo con el producto.
- Apoyar a los grupos de intervención con niveles superiores para su equipación o para la preparación de la herramienta necesaria.
- Cualquier otra tarea que se encomiende que no suponga entrar en contacto directo con el producto.

- **Nivel II**

El nivel II es el mismo que el nivel I más un traje antisalpicaduras. Se utiliza cuando tienes que realizar un trabajo (tapar una fuga o cerrar una válvula) en la que debes entrar en contacto directo con el producto, debemos tener en cuenta que el nivel I puede quedarse impregnado de producto por la permeabilidad de sus tejidos.



### - Nivel III

El nivel III o también conocido como traje NBQ (Nuclear, bacteriológico y químico) es en realidad un traje totalmente estanco antigas.

Hay que tener en cuenta que la utilización de estos trajes debe ser para trabajos muy puntuales dada su poca maniobrabilidad, su limitada autonomía en la utilización del ERA debido a que parte de la autonomía de la botella se utiliza para mantener una presión positiva dentro del traje (unos 30 l/min), y las limitaciones de visibilidad que produce el hecho de llevar una doble máscara (la de la careta del ERA y la propia del traje NBQ).

Todos estos aspectos hacen que el bombero, o la pareja de bomberos (mejor trabajar siempre en binomios) que vayan a intervenir con un nivel III en un barco deben tener claro el trabajo a realizar.

No debemos confundir mayores niveles de protección con mayor protección; es decir que cada traje está diseñado para una protección concreta. Por poner un ejemplo, los niveles II y III no son válidos para intervenciones con fuego.



## **12. CONCLUSIONES.**

En el marco de la actual situación de crisis económica es difícil la creación de un cuerpo de bomberos destinado a operar exclusivamente en los puertos.

Las normas de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) establecen que para que un aeropuerto esté abierto debe contar con un servicio de extinción de incendios operativo. Es cierto que en los puertos no transitan tantos pasajeros como en un aeropuerto, pero el reciente auge de los cruceros, y como vimos, la gran cantidad de mercancías peligrosas que por allí circulan, justificarían la presencia permanente de bomberos portuarios.

Los puertos operan 24 horas al día los 365 días del año, por lo tanto el SEI deberá estar compuesto por una dotación permanente, compuesta por al menos 5 bomberos más un Jefe de dotación en turnos rotativos.

La inversión sería importante en recursos humanos y materiales (parque, camiones y equipos) y en formación complementaria específica. La formación sería mayor en el caso de las unidades estuviesen preparados para operar mar adentro helitransportadas.

Esto ahora mismo puede parecer exagerado, aunque es habitual en otros países como Suecia, un país con gran formación e inversión en la lucha contra incendios, Inglaterra con el Maritime Incident Response Group (MIRG), o los pioneros en esta materia, los americanos de la Coast Guard (USCG), acostumbrados a trabajar en puerto y mar adentro.

La realidad en España es que los bomberos que operan en los puertos son los mismos que operan en los municipios a los que pertenece el puerto, por lo que se debería incentivar convenios de colaboración entre la Autoridad Portuaria y los SEI en materia de formación para la lucha contra incendios a bordo de buques.

No son muchas las intervenciones que se han tenido que hacer en Puertos y esperamos que esa siga siendo la tendencia, pues es signo de que las medidas de seguridad preventivas que se están llevando a cabo en las zonas portuarias están siendo efectivas.

### **13. NORMATIVA APLICABLE.**

- 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.
- 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. Capítulo II Puertos.
- Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias (ISPS). julio 2004.
- Real Decreto 277/2005, de 11 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de Explosivos, aprobado por el Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero.
- Código Internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos Químicos peligrosos a granel (CIQ).
- Código Internacional para la Construcción y el Equipo de Buques que transporten Gases Licuados a Granel (CIG).
- Guía Internacional de Seguridad para Petroleros y Terminales (ISGOTT).
- Código Internacional de Sistemas de Seguridad contra el Fuego (Código SSCI), adoptadas el 5 de diciembre de 2000 mediante Resolución MSC. 98 (73).
- SOLAS Capítulo II-2. Parte B: Prevención de incendios y explosiones y Parte C: Supresión de incendios.



- Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono de 1 de Enero de 1989.
- Instrucción Técnica Complementaria del Ministerio de Industria y Energía de Aparatos a presión nº 5 relativa a extintores contra incendios ITC MIE AP5.
- SOLAS Capítulo 2-I Construcción, estructura, compartimentado y estabilidad. Regla 14: Construcción y pruebas iniciales de mamparos estancos en los buques de pasaje y en los buques de carga.
- SOLAS Capítulo 2-I Construcción, estructura, compartimentado y estabilidad. Regla 19: Construcción y pruebas iniciales de cubiertas estancas en los buques de pasaje y en los buques de carga.
- SOLAS Capítulo 2-1 Parte C Instalaciones de máquinas.
- International Maritime Organization. Code of stability for all types of ships covered by IMO Instruments 1995.
- Real Decreto 1254/99, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en que intervengan sustancias peligrosas.
- Reglamento de transporte de Mercancías Peligrosas por carretera. ADR. BOE 11 de Julio de 2011.
- Código IMDG. Edición 2010.

## **14. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS**

- NFPA 312 *Standard for fire protection of vessels during construction, repair and lay-up*. 2011 edition.
- [www.intertransit.com/](http://www.intertransit.com/) *Tipos de contenedores marinos*.
- [www.navymar.com/](http://www.navymar.com/) *Tipos de buques*
- [www.fifisystems.com/](http://www.fifisystems.com/) Fire fighting systems (FFS Group)/ *Design and supply of marine external fire fighting systems*.
- [www.dupont.com/](http://www.dupont.com/) *Sustitutos de los halones*. Agentes limpios. FM200.
- Capt. Gárate Javier. *Manual de fuegos en interiores*, s.f. Centro de seguridad marítima integral “Jovellanos”.
- NFPA 1405 *Guide for land-based fire departments that respond to marine vessel fires*. Chapter 12.15. Accommodation and berthing space fires. 2011 Edition.
- M / V “Scandinavian Star” Sea marine casualty report.
- NFPA 1405 *Guide for land-based fire departments that respond to marine vessel fires*. Chapter 12.8. Tanker deck fires, Chapter 12.13. Fires in holds. 2011 Edition.
- NFPA 1101: *Standards for medium and high expansion foam system*.
- NFPA 1405 *Guide for land-based fire departments that respond to marine vessel fires*. Chapter 12.14 Machinery room fires. 2011 Edition.

- Barbara Adams. *Marine fire fighting for land based firefighters*. Second Edition. First printing. Fire Service training Asociaton. Engine room fires. Oklahoma State University. April 2010.
- Javier de Juana Gamo, Rubén López Pulido y Esteban Pacha Vicente. *La estabilidad de buques en la Organización Marítima Internacional*. Artículo técnico de la Reviste Ingeniería Naval. diciembre 2006.
- *Niveles de protección de los EPI para bombero en la intervención*. Revista Protección Laboral. Primer trimestre 2011. nº 65.
- [www.aptb.org](http://www.aptb.org) *El transporte de mercancías peligrosas*. Asociación profesional técnica de bomberos (APTB). 20 de abril de 2001.