

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS DE UN
BULK CARRIER DE 160.000 T.P.M.**

Lidia PÉREZ MAS



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Enero 2010**



ÍNDICE

Capítulo 1: Descripción del buque	5
1. Objetivo	6
2. Descripción general del buque	7
2.1. Tipo de buque	7
2.2. Disposición general	7
2.3. Dimensiones principales	8
3. Sistemas de extinción de incendios.....	9
Capítulo 2: Sistema fijo de CO₂	10
1. Introducción.....	11
2. Características del dióxido de carbono	12
3. Instalaciones fijas de dióxido de carbono	15
3.1. Sistema fijo de baja presión	15
3.2. Sistema fijo de alta presión	16
3.3. Sistema de inundación total	16
3.4. Sistema de aplicación local	17
4. Componentes de una instalación fija de alta presión.....	18
4.1. Espacio de almacenamiento del agente extintor	18
4.2. Botellas de CO ₂	18
4.2.1. Método de comprobación del grado de llenado de las botellas	19
4.3. Anclaje de las botellas.....	22
4.4. Válvula del cilindro	22
4.5. Actuadores	22
4.6. Válvula de venteo	24
4.7. Válvula de retención.....	24
4.8. Válvula de retención.....	24
4.9. Válvula de retención con salida a pilotaje	24
4.10. Tuberías.....	26
4.11. Boquillas de descarga.....	26
4.12. Sistemas de alarmas.....	26
5. Inspección y mantenimiento del sistema fijo por CO ₂	28
6. Cálculo del número de botellas de CO ₂	29
7. Dimensionamiento de la red de tuberías.....	32
8. Instrucciones de operación	33
Capítulo 3: Sistema general de C.I.	36
1. Introducción.....	37
2. Características del agua	38
3. Componentes de la instalación de C.I.	40
3.1. Abastecimiento de agua	40
3.2. Conexión internacional a tierra.....	40
3.3. Orificio de tomas de agua	41
3.4. Bombas C.I.	42
3.4.1. Clases de bombas C.I	43
3.5. Bomba de emergencia	44
3.6. Red de distribución de agua C.I.....	45
3.6.1. Componentes de la red	45

4.	Cálculos	52
4.1.	Mínimo caudal a suministrar por las bombas de C.I.	52
4.1.1.	Diámetro del colector de sentinas	52
4.1.2.	Capacidad unitaria de la bomba de sentinas	53
4.1.3.	Capacidad unitaria de las bombas principales	53
4.1.4.	Caudal necesario para cubrir los dos chorros de agua.....	53
4.1.5.	Selección de las bombas.....	54
4.2.	Colector del sistema general de C.I.....	54
4.3.	Pérdidas de carga	56
4.3.1.	Pérdidas de carga en el tramo de aspiración	56
4.3.2.	Pérdidas de carga en la descarga.....	57
4.3.2.1.	Tramo comprendido entre doble fondo y 3ª plataforma	57
4.3.2.2.	Tramo comprendido entre la 3ª y 2ª plataforma	59
4.3.2.3.	Tramo comprendido entre la 2ª y 1ª plataforma	59
4.3.2.4.	Tramo comprendido entre la 1ª plataforma y la cubierta	60
4.3.2.5.	Cubierta principal. Tramo desde el punto “c” hasta la “F”	60
4.3.2.6.	Tramo desde la “F” hasta la cubierta “B”	61
4.3.2.7.	Tramo desde la cubierta “B” hasta la cubierta “C”	62
4.3.2.8.	Tramo desde la cubierta “C” hasta la cubierta “D”	62
4.3.2.9.	Tramo desde la cubierta “D” hasta la cubierta “E”	63
4.3.2.10.	Tramo desde la cubierta “E” hasta el puente	63
4.3.2.11.	Tramo en puente	63
4.4.	Altura total manométrica	65
4.5.	Elección de la bomba	66
4.6.	Altura neta positiva disponible en la aspiración, NPSHd	68
4.6.1.	Cálculo de la NPSHd disponible en la aspiración	68
4.7.	Potencia consumida al calado de lastre	69
4.8.	Presión en la línea cuando el calado sea el de lastre	69
4.8.1.	Presión en la cubierta principal.....	69
4.8.2.	Presión en la última boca contra incendio de cubierta	69
5.	Instalación de contra incendios de emergencia	71
5.1.	Capacidad unitaria	71
5.2.	Elección de la bomba	71
5.3.	Cálculo de las pérdidas de carga en la aspiración	71
5.4.	Altura neta positiva en la aspiración de la bomba	73

Capítulo 4: Sistema de protección local 77

1.	Generalidades	78
1.1.	Introducción	78
1.2.	Mecanismo de extinción	78
1.3.	Aplicaciones.....	79
2.	Objetivo	81
3.	Funcionamiento de la instalación.....	83
3.1.	Funcionamiento en condiciones normales	83
3.2.	Funcionamiento bajo condiciones desfavorables	84
3.2.1.	Detección de dos o más conatos de incendio	84
3.2.2.	Fallo en el funcionamiento de la bomba	84
3.2.3.	Fallo en el sistema eléctrico que afecta a la apertura de las electroválvulas y automatismo	84
4.	Componentes de la instalación	85

4.1. Tanque de agua dulce	85
4.2. Bomba	85
4.3. Boquilla	86
4.4. Válvula de bola con actuador eléctrico	86
4.5. Válvula de bola	87
4.6. Válvula de retención.....	87
4.7. Válvula de pie o de asiento	88
4.8. Filtro	88
4.9. Tuberías.....	89
4.10. Accesorios.....	89
4.11. Soportes.....	90
4.12. Presostato	90
4.13. Detectores y alarmas	91
4.13.1. Detector de humo.....	91
4.13.2. Detector de llama	91
4.13.3. Alarmas acústicas	92
5. Cálculo de las boquillas rociadoras.....	93
6. Dimensionamiento de las tuberías	95
Capítulo 5: Extintores de incendio	98
1. Introducción.....	99
2. Clasificación de los extintores	100
3. Funcionamiento y partes de un extintor	109
4. Identificación de un extintor	111
4.1. Placa de timbre	111
4.2. Etiqueta de características.....	112
5. Verificación y mantenimiento.....	113
6. Normas básicas de utilización	114
7. Equipos portátiles lanzaespuma	117
7.1. Mantenimiento.....	118
8. Normativa aplicada al buque.....	119
Capítulo 6: Equipos de protección personal	122
1. Introducción.....	123
2. Trajes de protección contra el fuego.....	124
2.1. Trajes de penetración	124
2.2. Trajes de aproximación.....	126
2.3. Trajes de protección contra productos químicos	126
3. Equipo de bombero	127
3.1. Botas	127
3.2. Guantes.....	127
3.3. Chaquetón	128
3.4. Casco	128
3.5. Equipo respiratorio autónomo, (ERA)	128
3.6. Linterna de seguridad.....	130
4. Normativa	131
Anexos	132
A. Código de Sistema de Seguridad Contra Incendios, (SSCI)	133
B. MSCR/Circ. 913.	149

C. Teoría del fuego	158
D. Principales causas de los incendios a bordo.....	164
Bibliografía	168
Planos	170

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL BUQUE

1.- OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto titulado “**Sistemas de Extinción de Incendios de un BULKARRIER de 160.000 TPM**” es definir los diferentes sistemas de contraincendios que deben de instalarse tanto en habitación como en cámara de máquinas.

Para ello es esencial el conocimiento de la normalización en la cual se basará la Administración para la inspección de la instalación. En nuestro caso nos basaremos en las siguientes:

- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), consolidado del año 2004.
- Reglamento de la Sociedad de Clasificación “**Lloyd’s Register of Shipping**”

2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BUQUE

2.1.- TIPO DE BUQUE.

Nuestro buque es del tipo **BULKCARRIER** constituido por una cubierta, nueve bodegas sin entrepuente dispuestas a proa de la superestructura, cámara de máquinas y habitación situada en popa.

El buque está especialmente diseñado para el transporte de carbón, mineral o grano.

Los tanques de lastres se dispondrán en los espacios superiores y laterales de las bodegas, y en doble fondo.

Así mismo, dispone de tres túneles en la parte central del doble fondo, dos de ellos para la instalación de tuberías y uno diseñado como colector principal de lastre.

La bodega número 4 se dispondrá como bodega inundable para lastre. Las bodegas N° 1, 2, 6, 8 y 9 se podrán llenar con agua de lastre hasta un nivel máximo de 9 m. por encima de la tapa de doble fondo.

Los tanques de almacén del fuel-oil se dispondrán a ambos lados de la Cámara de Máquinas.

El buque será propulsado por un motor de baja velocidad directamente acoplado a la hélice de paso fijo a través de la línea de ejes.

2.2.- DISPOSICIÓN GENERAL

El buque se considera dividido en las siguientes áreas:

a) Casco:

Esta zona incluye toda la parte interna y externa del buque, excepto la habitación y cámara de máquinas.

El casco se divide por mamparos y cubiertas en los siguientes espacios:

- Pique de proa, caja de cadenas.
- Doble fondo y tanque de lastre lateral.
- Bodegas de carga.
- Tanques de agua dulce.
- Pique de popa (lastre) y sala de aparato de gobierno.

b) Habitación:

Esta zona comprende los espacios de acomodación de la tripulación con 27 camarotes.

c) Cámara de Maquinas:

Esta área incluye el interior de la Cámara de Maquinas, todos los tanques dispuestos entre el mamparo principal de proa de la Cámara de Máquinas y el mamparo principal de popa de C.M., incluyendo el doble fondo y los tanques de costado, tanques de fuel, el interior del guardacalor del motor y el interior de la chimenea.

El doble fondo de la C.M. incluirá los tanques de fuel-oil, tanque de rebose y sentina además de pozo de sentinas y cofferdams.

Los paños y talleres de electricidad y máquinas, la sala de control de C.M. y la sala de purificadoras de fuel se dispondrán en la C.M.

2.3- DIMENSIONES PRINCIPALES

Dimensiones del casco:

- Eslora total.....289,000 m.
- Eslora entre perpendiculares279,635 m.
- Manga de trazado.....43,20 m.
- Puntal de trazado24,20 m.
- Calado de diseño.....16.50 m.
- Calado de verano..... 17,85 m.

Capacidad de diseño:

- Capacidad total de bodegas de carga
incluyendo escotillas183,80 m³.
- Capacidad total agua en tanques de lastre.....54,600 m³.
- Capacidad total de lastre (incluyendo
piques y bodega inundable)75,600 m³.
- Agua dulce450 m³.

Propulsión y velocidad

La propulsión del buque se efectúa por medio de un motor principal de 16144 kW de potencia a 86 r.p.m.

El buque también cuenta con 3 motores auxiliares con una potencia de 708 kW cada uno a 720 r.p.m.

La velocidad del buque con un calado de 16,5 m será de 15 nudos y en condición de lastre con un calado de 9,8 m será de 15,6 nudos.

3.- SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

En el buque se instalarán los siguientes sistemas de extinción de incendios:

- Cámara de Máquinas:
 - Sistema de Alta Presión de CO₂.
 - Sistema General de Agua C.I.
 - Sistema de Protección Local.
 - Extintores Portátiles.

- Habilitación:
 - Sistema General de Agua C.I.
 - Sistema de Rociadores.
 - Extintores Portátiles.

El proyecto definirá los sistemas de extinción de incendios instalados en cámara de máquinas.

CAPÍTULO 2: SISTEMA FIJO DE CO₂

1.- INTRODUCCIÓN

Éste capítulo tiene como **objetivo** describir el sistema, diseño y cálculo de una instalación fija de extinción de incendio constituida por una red de tuberías que parte desde un depósito de suministro de CO₂ y llega hasta los lugares considerado como posibles riesgos de incendio, en los que se produce la descarga del agente extintor.

La instalación se realiza en la Cámara de Máquinas del buque, para ello hay que tener en cuenta lo expuesto en la normativa **SOLAS**, Capítulo II-2. Regla 10, punto 4.

Tipos de sistemas fijos de extinción de incendios.

- *El sistema fijo de extinción de incendios podrá ser uno cualquiera de los siguientes.*
 - *Un sistema fijo de extinción de incendios por gas que cumpla lo dispuesto en el Código de Sistemas de Seguridad de Contra Incendios (SSCI);(ver Anexo A)*
 - *Un sistema fijo de extinción de incendios a base de espuma de alta expansión que cumpla lo dispuesto en el Código de Sistema de Seguridad contra incendios;*
 - *Un sistema fijo de extinción de incendios por aspersión de agua a presión que cumpla lo dispuesto en el Código de Sistemas de Seguridad contra incendios.*

2.- CARACTERÍSTICAS DEL DIÓXIDO DE CARBONO

El dióxido de carbono posee varias propiedades que lo convierten en un agente útil para la extinción de incendio. No es combustible y no reacciona con la mayor parte de las sustancias y proporciona su propia presión para descargarlo del extintor o del cilindro donde se almacene.

En forma de gas o como sólido finamente dividido se le llama nieve o hielo seco, no conduce la electricidad y puede emplearse contra fuegos de equipos eléctricos en tensión. A su vez no deja residuos eliminando la necesidad de limpieza del agente. A continuación se describen las **propiedades básicas** del dióxido de carbono que influyen directamente sobre las propiedades de extinción.

Propiedades termodinámicas

En condiciones normales, el CO₂ es un gas. Se licua fácilmente por compresión y enfriamiento y puede convertirse en sólido si continúa comprimiéndose.

Propiedades de descarga

Una descarga típica de CO₂ líquido posee una apariencia de nube blanca, debido a las partículas finamente divididas de hielo seco transportadas con el vapor. Debido a la baja temperatura se produce alguna condensación de vapor de agua de la atmósfera, provocando niebla adicional, que persiste hasta algún tiempo después de que las partículas de hielo seco se han depositado. El efecto de enfriamiento del hielo seco es generalmente beneficioso para reducir las temperaturas después del fuego.

Electricidad estática

Las partículas de hielo seco que se producen durante la descarga de dióxido de carbono pueden estar cargadas de electricidad estática.

Densidad del vapor

El CO₂ tiene una densidad una vez y media superior al aire a la misma temperatura. La descarga fría tiene una densidad mucho mayor, lo cual explica su capacidad para reemplazar al aire por encima de las superficies en ignición y mantener una atmósfera sofocante. Si se usa el dióxido de carbono como inundación total, su mezcla con el aire resultará más densa que el aire atmosférico.

Efectos fisiológicos

El CO₂ está normalmente en la atmósfera a una concentración aproximada de 0,03%. En el cuerpo humano, el CO₂ actúa como regulador de la respiración, asegurando una cantidad de oxígeno adecuado al sistema. Hasta cierto punto, un aumento de CO₂ en la sangre aumenta la velocidad de la respiración, aumento que llega el máximo a una concentración del 6 al 7% de CO₂ en el aire. A mayores concentraciones, el ritmo de respiración disminuye, hasta llegar al 25-30% de CO₂ en el aire, que tiene un efecto narcótico que hace que la respiración cese inmediatamente, incluso aunque haya oxígeno suficiente. Una menor cantidad de oxígeno hace que esa concentración narcótica sea mucho mayor y pueda llegar a causar la muerte por asfixia.

Se considera que el umbral de CO₂ en el aire cuyos efectos dañinos resultan evidentes, es del 6-7%. Por encima del 9%, la mayoría de las personas quedan inconscientes en poco tiempo. Como la concentración mínima del CO₂ en el aire para extinguir el fuego es muy superior al 9%, hay que proveer las adecuadas medidas de seguridad con todos los sistemas de extinción de CO₂.

El hielo seco que se produce durante la descarga del CO₂ puede producir quemaduras dada su baja temperatura. Hay que avisar al personal de que no debe tocar en ningún caso el hielo seco, residual después de una descarga.

Propiedades de extinción

El dióxido de carbono es un eficaz agente extintor, principalmente porque reduce el contenido en oxígeno de la atmósfera hasta un punto en que no puede continuar la combustión. En condiciones adecuadas de control y aplicación, resulta también beneficioso el efecto refrigerante, sobre todo cuando se aplica directamente sobre el material que arde.

El dióxido de carbono es capaz de extinguir los fuegos de los siguientes tipos:

- Fuegos de **Clase A**, combustibles sólidos:
 - Por su efecto de enfriamiento es capaz de extinguir fuegos de ésta clase, siempre que sean poco profundos, ya que su calor específico es bajo y no produce empapamiento.
 - En los usos de aplicación local, la efectividad del agente dependerá de la detección temprana del fuego, para evitar formación de brasas muy profundas.
 - En los usos de aplicación local, además de la detección temprana, se deberá tener en cuenta la disposición del combustible, ya que un apantallamiento de la descarga impedirá la extinción de las zonas no accesibles directamente.
- Fuegos de **Clase B y C**, líquidos inflamables y gases combustibles:
 - En recintos cerrados. Extingue por desplazamiento del oxígeno, si se alcanzan las concentraciones necesarias. Es el uso de inundación total.
 - En recintos abiertos, o mediante aplicación local, este agente posee una menor efectividad.
- Fuegos de **Clase E**, fuegos con presencia eléctrica:
 - Debido a que no es conductor de la electricidad, este agente es idóneo para la extinción de esta clase de fuegos.

El dióxido de carbono no es capaz de extinguir fuegos de los siguientes tipos:

- Fuegos de productos que no precisen el oxígeno del aire para su combustión. Dichas sustancias suelen descomponerse y liberar oxígeno que forma parte de sus moléculas, con el que la combustión puede continuar de forma anaerobia.

3.- INSTALACIONES FIJAS DE DIÓXIDO DE CARBONO

Las instalaciones fijas de dióxido de carbono se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Sistema de almacenamiento:**
 - Sistema fijo de baja presión.
 - Sistema fijo de alta presión.
- **Método de aplicación:**
 - Sistema de inundación total.
 - Sistema de aplicación total.

3.1.- SISTEMA FIJO DE BAJA PRESIÓN

En éste tipo de instalaciones, el CO₂ se almacena en estado líquido a baja presión mediante una refrigeración continua: al disminuir la temperatura de condensación, también disminuye la presión de condensación.

El recipiente empleado para su almacenamiento es un depósito con aislamiento térmico. El CO₂ se refrigera mediante la circulación de un líquido criogénico a -18°C. De ésta forma se condensa, correspondiéndole una presión de 21 kg/cm².

Este sistema solo se emplea cuando se necesita almacenar grandes cantidades de dióxido de carbono que justifiquen el alto coste del sistema.

Argotec® Low Pressure System Components

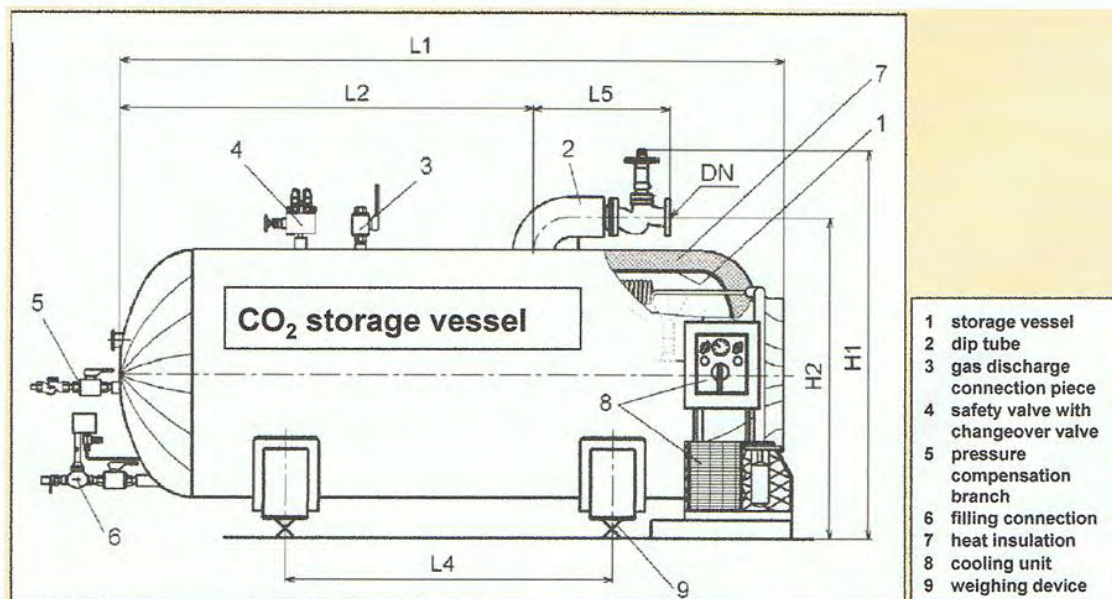


Fig.1: Sistema de baja presión.

3.2.- SISTEMA FIJO DE ALTA PRESIÓN

En las instalaciones que se emplea este sistema, el dióxido de carbono se mantiene a temperatura ambiente y, por lo tanto, a presión elevada. Los recipientes empleados son botellas de acero estirado sin soldaduras, conectadas entre sí formando baterías de accionamiento conjunto.

Dentro de las botellas, cuando el CO₂ se encuentra a una temperatura ambiente de 21°C, le corresponde una presión aproximada de 60 kg/cm². Si la temperatura ambiente aumenta, también aumentará la presión en el interior de las botellas. Por ello, en la ubicación de las baterías de botellas se tendrá en cuenta que la temperatura máxima del local no aumente peligrosamente (a 50°C le corresponde una presión de 160 kg/cm²).

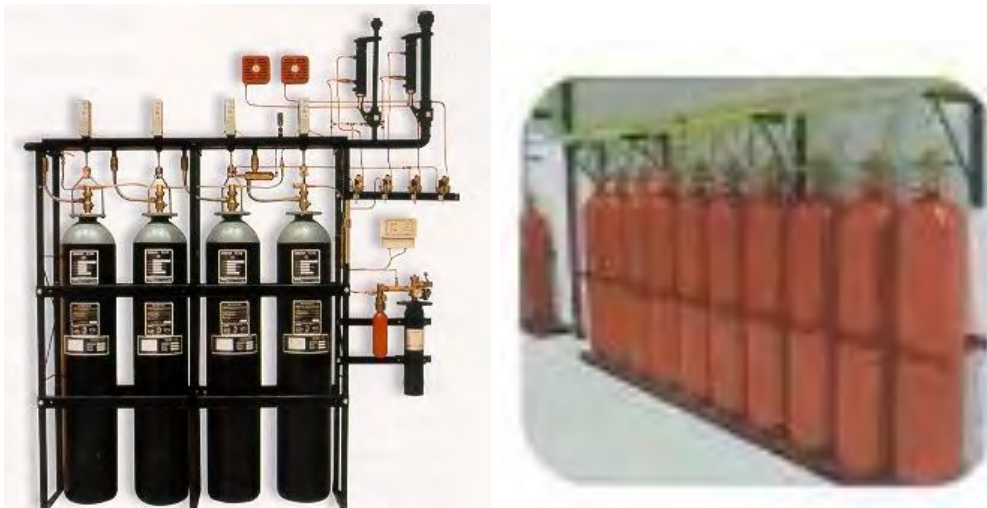


Fig. 2: Sistema de alta presión.

3.3.- SISTEMA DE INUNDACIÓN TOTAL

Los sistemas de inundación total se utilizan para la extinción de fuegos en recintos cerrados, o con pequeñas superficies abiertas respecto a la superficie total que lo delimita.

Fundamentalmente se usan para la extinción de incendios en equipos eléctricos, ya sea en pequeños recintos, o dentro de cubiertas o carcasas.

El esquema típico de estos sistemas es el siguiente:

- Batería de botellas de CO₂ (o depósito de baja presión);
- Batería de repuesto;

- Tubería de distribución;
- Boquilla de aplicación
- Sistema de mando y control.

En éstos sistemas el CO₂ se aplica mediante toberas, diseñadas y emplazadas de forma tal, que generan una concentración uniforme de CO₂ en todos los puntos del recinto. La cantidad de CO₂ requerida para conseguir una atmósfera extintora se calcula fácilmente, basándose en el volumen de la habitación y en la concentración requerida de CO₂ para el material combustible que se halla en el recinto.

La integridad del propio recinto constituye una parte muy importante del sistema de inundación total. Si el recinto es muy hermético la atmósfera puede mantenerse durante largo tiempo, a fin de asegurar el control total del fuego. Si hay aberturas en los costados y fondo, la mezcla más pesada de CO₂ y aire puede escapar rápidamente y ser reemplazada con aire que penetre por las aberturas más elevadas. Si la atmósfera de extinción se pierde rápidamente, pueden permanecer brasas incandescentes que provoquen la reignición cuando el aire alcance la zona de incendio.

3.4.- SISTEMA DE APLICACIÓN LOCAL

La aplicación de éstos sistemas es la extinción de incendios en espacios no confinados, mediante un descarga que cubra todas las superficies de los riesgos y las zonas adyacentes que puedan verse involucradas con la suficiente densidad de aplicación de agente extintor, durante el tiempo necesario para conseguir la extinción total del incendio.

En estos sistemas, el CO₂ se aplica directamente a las superficies en combustión mediante toberas especialmente diseñadas a dicho efecto. El **objeto** es cubrir todas las superficies combustibles mediante toberas emplazadas estratégicamente, a fin de extinguir todas las llamas lo más rápidamente posible. Cualquier zona adyacente a la que el combustible pueda propagarse debe ser también cubierta, porque cualquier fuego residual podrá provocar la reignición, una vez la descarga de CO₂ ha finalizado. La descarga debe durar al menos 30 segundos, o más tiempo si se requiere enfriar una fuente potencial de reignición.

Las boquillas de descarga, al contrario que en la mayoría de los sistemas de inundación total, deben ser de baja velocidad, tipo difusor.

Dadas las características del buque, así como los espacios a proteger, se ha optado por instalar un **Sistema de Alta Presión y de Inundación Total**. Es un sistema más económico y requiere menos mantenimiento que los sistemas de baja presión. También nos permite disponer de cantidades variables de agente extintor según sean las necesidades de los riesgos a cubrir por la instalación, mediante el agrupamiento de botellas.

4.- COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FIJA DE ALTA PRESIÓN

4.1.- ESPACIO DE ALMACENAMIENTO DEL AGENTE EXTINTOR

El local de almacenamiento del CO₂ debe cumplir los requisitos expuestos en la normativa **SOLAS**, Capítulo II-2, Regla 10, punto 4.3.

- *Cuando el agente extintor esté almacenado fuera de un espacio protegido, se hallará en un espacio situado a pop del mamparo de colisión y que no se emplee para otro propósito;*
- *La entrada a tal espacio de almacenamiento se efectuará preferiblemente desde una cubierta expuesta, y dicha entrada será independiente del espacio protegido;*
- *Si el espacio de almacenamiento se encuentra bajo cubierta, no se encontrará más debajo de una cubierta por debajo de la cubierta expuesta, y será posible acceder a él por una escalera o escala desde la cubierta expuesta;*
- *Los espacios que se encuentren bajo cubierta o los espacios a los que no se puede acceder desde la cubierta expuesta, dispondrán de un sistema de ventilación mecánico previsto para aspirar el aire de la parte inferior del espacio y que tenga las dimensiones necesarias para permitir 6 renovaciones de aire por hora;*
- *Las partes de acceso se abrirán hacia afuera, y los mamparos y las cubiertas que constituyan los límites entre dichos compartimentos y los espacios cerrados contiguos, incluidas las puertas y otros medios de cierre de toda abertura de los mismos, serán herméticos.*

Las instrucciones de operación están fijadas dentro de la sala de almacenamiento de forma permanente y fácilmente visible. También debe disponerse de la información del fabricante y/o compañía de mantenimiento de la instalación, las instrucciones de mantenimiento y de cualquier dato importante de la instalación.

4.2.- BOTELLAS DE CO₂

Los recipientes para almacenar el dióxido de carbono a alta presión son botellas de acero sin soldadura que están calculados para almacenar el producto en forma líquida a temperatura ambiente, de forma que resulten equipos seguros en su manipulación y sean fiables en su manejo. Debido a que la máxima presión del gas depende de la temperatura ambiente, es importante que esté calculado para resistir las máximas presiones previsibles.

En la figura 3 se puede observar que en el interior las botellas tienen un tubo buzo o sifón, de forma que al ser accionadas las válvulas de cilindro, la fase de CO₂ líquido sea la que salga por efecto de la presión interior, aprovechando así el efecto de enfriamiento de la nieve carbónica. Cuando el líquido ha salido en su totalidad, lo hace la fase gas ya con mucha menor presión y eficacia.

En los casos de inundación total ese gas remanente todavía es aprovechable, sin embargo, no lo es para el ataque directo o las llamas.

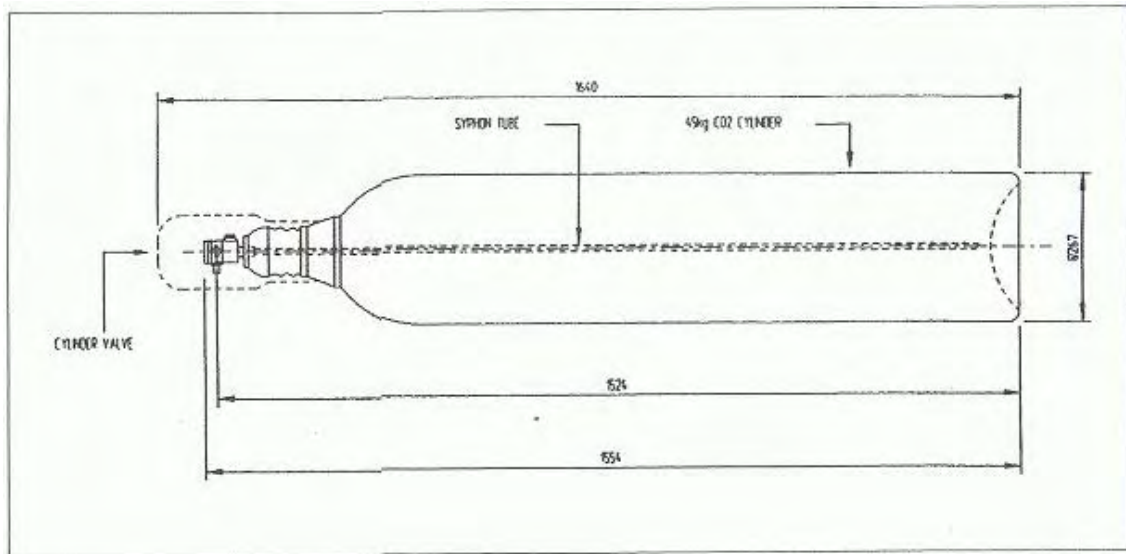


Fig. 3: Botella CO₂

4.2.1.- Método de comprobación del grado de llenado de las botellas.

El procedimiento más habitual se realiza en puerto y por las empresas instaladoras, a base de retirar las botellas del sistema y efectuar su pesada en tierra, donde se recargan en caso de falta de peso. Esta operación deja al buque sin la adecuada protección durante esos lapsos de tiempo.

Esta misma operación, menos costosa, más rápida y segura al evitar cargas y descargas de las botellas a tierra, es efectuar la pesada en el local donde se encuentran mediante una báscula que se puede instalar definitiva o provisionalmente para este fin. Así, el sistema sigue siendo operativo aun faltando una a una las botellas, gracias a las válvulas de retención en cada una de las conexiones al colector. Caso de necesitar recarga, sólo debería mandarse a tierra la defectuosa.

Otro método desarrollado en los últimos tiempos es mediante el uso de un detector por isótopo-radioactivo que puede identificar por diferencia de radiación transmitida, el nivel del CO₂ líquido en el interior de la botella en relación con la cámara de gas en la parte superior. Este método sólo se puede efectuar con temperatura del CO₂ inferior al punto crítico (31°C).

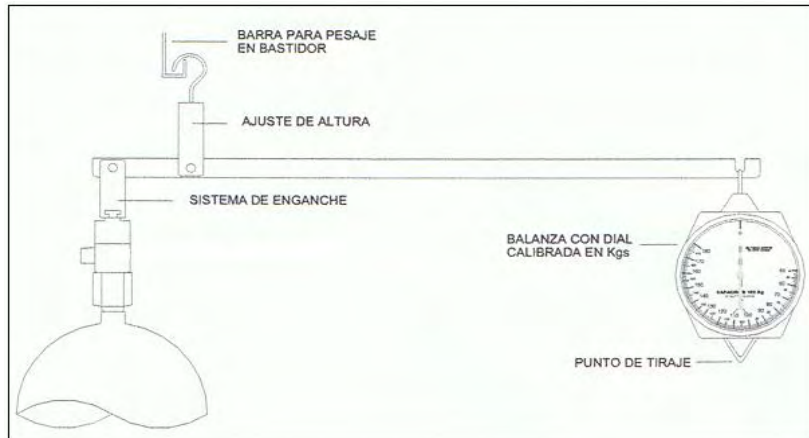


Fig.4: Sistema de pesaje

- **Descripción de funcionamiento.**

Para realizar esta operación primero se deben aflojar completamente las mordazas del bastidor, que sujetan el grupo de cilindros que se deseen pesar, luego se cuelga la palanca de la balanza del gancho de la misma en el riel superior del bastidor, y se engancha el extremo ranurado en la parte superior de la válvula del cilindro que se desea pesar ; con la balanza colocada en el otro extremo se tira hacia abajo del punto de tiraje hasta que la palanca se encuentre en forma paralela al piso y el cilindro se eleve del mismo algunos centímetros.

Si es necesario ajustar el tiro de la balanza, por ejemplo por que el cilindro no se eleva, girar el gancho de colgar en sentido horario para obtener más tiro y en sentido antihorario para obtener menos tiro.

Mientras se mantiene elevado el cilindro se puede leer en el dial de la balanza el pesaje del mismo.

Una vez terminado de pesar el grupo de cilindros y antes de comenzar con el próximo se deben ajustar las mordazas del bastidor. (Figuras 4 y 5)

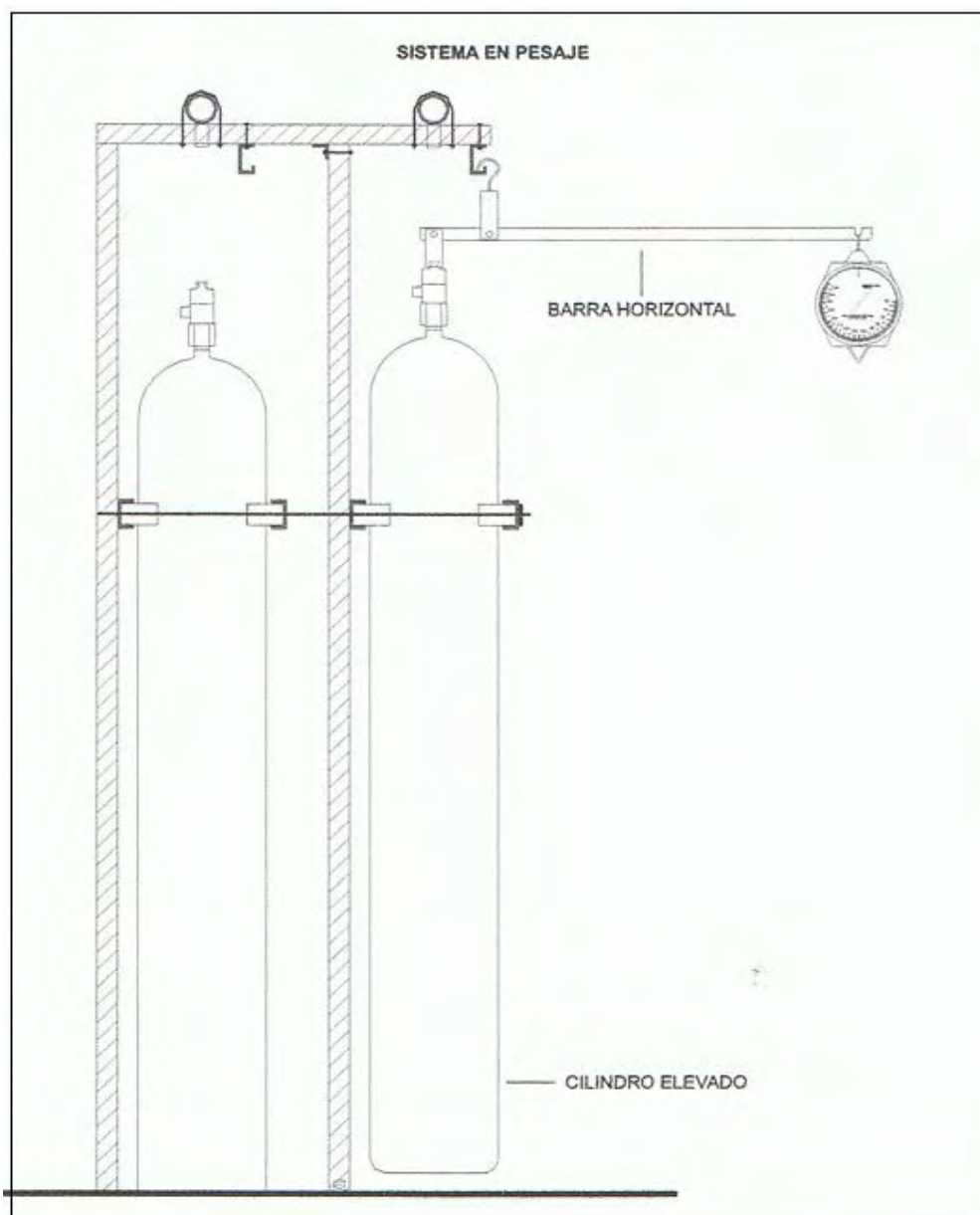


Fig.5: Sistema de pesaje.

4.3.- ANCLAJE DE BOTELLAS

Las botellas se disponen verticalmente en baterías de un máximo de 50 botellas, se instala una estructura metálica sobre el piso de la sala de almacenamiento, y en el interior de ella se sitúan las botellas en fila de dos. Esta estructura, se modifica en su longitud según la cantidad de botellas que deba contener. Se diseña en módulos de 5 botellas y para que las botellas no permanezcan en contacto con el suelo se dispone de un piso de madera sobre las botellas.

Para sujetarlas en el interior de esa estructura metálica, se utilizan una serie de guías y abrazaderas.

4.4.- VÁLVULA DEL CILINDRO

Ésta válvula va situada en la parte superior de la botella, y está diseñada exclusivamente para la industria contra incendios. Es servo asistida, y mediante una ligera carga de apertura se procede a la apertura de la válvula.

La válvula puede ser operada manualmente, eléctricamente o mediante presión:

- La forma manual se efectúa mediante palanca.
- Eléctricamente se produce mediante una electro válvula.
- Por presión se realiza la apertura a través de un sistema de pilotaje.

4.5.- ACTUADORES

Los actuadores son sistemas que tienen la misión de accionar la válvula del cilindro. Existen varias formas o métodos de realizarlo:

- **Actuador manual:** la apertura manual de la botella se realiza sobre una palanca, hay que quitar el pasador de seguridad y proceder a bajar la palanca hasta situarla horizontalmente. El extremo inferior se encarga de presionar un sistema que a su vez presionará el pistón de la válvula del cilindro.(Figura 6)
 - Al accionar la palanca se produce el movimiento descendente del pistón del actuador y se procederá a la apertura de la válvula del cilindro.
 - En el recuadro verde se puede apreciar el sistema de enclavamiento del actuador: tiene por **misión** la de mantener presionado el actuador una vez que ha sido accionado, para evitar que se cierre por el descenso de la presión en la línea de pilotaje o descenso de la presión manual.
- **Actuador neumático:** el funcionamiento de éste actuador se produce mediante la presión del propio gas de trabajo, que circula por una línea de pilotaje diseñada para abrir todas las botellas esclavas del sistema. Estos dos actuadores, van situados en la parte superior de la válvula del cilindro.
 - la dirección tomada por el gas hace que el pistón del actuador se desplace hacia abajo. El gas procede de la línea de pilotaje y al salir del actuador pasa de nuevo a esa línea para pasar a otro actuador.

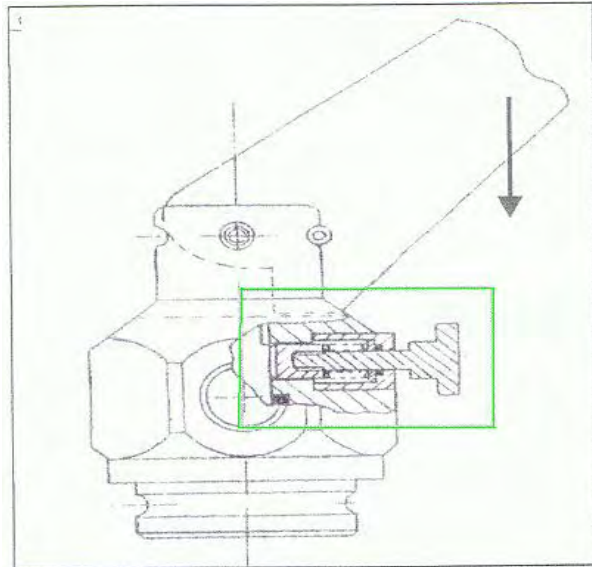


Fig.6: Actuador manual.

- **Actuador eléctrico:** el actuador eléctrico se sitúa en las válvulas de las botellas piloto de cada batería, igualmente que los actuadores manuales. Está permanentemente conectado sobre la válvula de la botella, posee una electroválvula que al ser puesta en tensión permite que el gas pase al actuador neumático de esa botella, para que realice la apertura de la válvula de la botella y pueda así descargar el gas hacia la línea de pilotaje.

El gas pasa a través de la electroválvula al ser accionada y se dirige hasta el actuador neumático que abre la válvula de la botella.

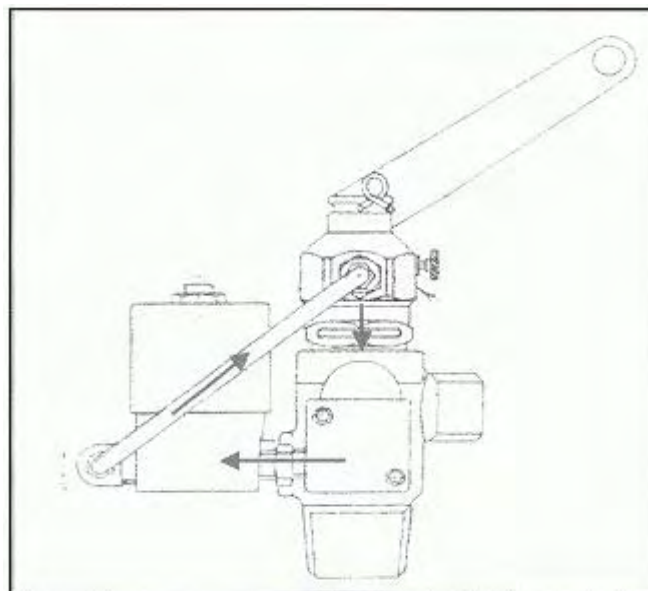


Fig.7: Actuador eléctrico.

4.6.- VÁLVULA DE VENTEO

Ésta válvula tiene como **misión** prevenir una accidental iniciación del sistema, en el caso de una lenta elevación de presión en el sistema de pilotaje, debido a alguna fuga.

La válvula permanece en posición abierta permitiendo que el gas de pilotaje que proceda de alguna posible fuga pase a la atmósfera, de este modo impide el accionamiento accidental de algún actuador neumático. Pero cuando el sistema está operativo ésta válvula se cierra automáticamente mediante la presión de trabajo del gas y permite que el CO₂ fluya por el sistema.

4.7.- VALVULA DE RETENCIÓN

Ésta válvula se sitúa entre la tubería de descarga de la botella y el colector, para evitar que el dióxido de carbono pueda regresar de nuevo a la botella, debido a que en el colector exista una presión mayor que en las botellas.

La **misión** fundamental es de evitar pérdidas del gas que pasa por el colector producida por una rotura de alguna válvula de botella o tubería de descarga.

4.8.- VÁLVULA DE RETENCION CON SALIDA A PILOTAJE

Ésta válvula se sitúa como la anterior entre la tubería de descarga y el colector, cumple también con la **misión** de la válvula anti retorno. Tiene la particularidad de que posee una salida hacia la línea de pilotaje para mantener la presión en dicha línea. Éste tipo de válvula se intercala aproximadamente entre 8 botellas de una misma batería.

4.9.- VÁLVULA DIRECCIONAL

La descarga de CO₂ a cada uno de los riesgos, se efectúa mediante una válvula direccional. El tamaño de éstas depende de los caudales que deben pasar por su interior. Están situadas a continuación del colector.

Ésta válvula se abre después de haberse producido la apertura de las válvulas de las botellas y ese gas entre en la línea de pilotaje de la válvula direccional y mediante una electroválvula pasa al interior de la válvula para proceder a su apertura. También tiene la posibilidad, de que en caso de fallo del sistema eléctrico, se pueda abrir mediante un mecanismo manual.

En la válvula de la figura 8, cuando la presión es aplicada en el actuador neumático el pistón se desplaza hacia arriba, se produce la apertura de la válvula y se activa el interruptor indicando que la válvula está abierta. También se puede realizar la apertura manualmente girando el volante en un sentido anti-horario, accionando igualmente el interruptor.

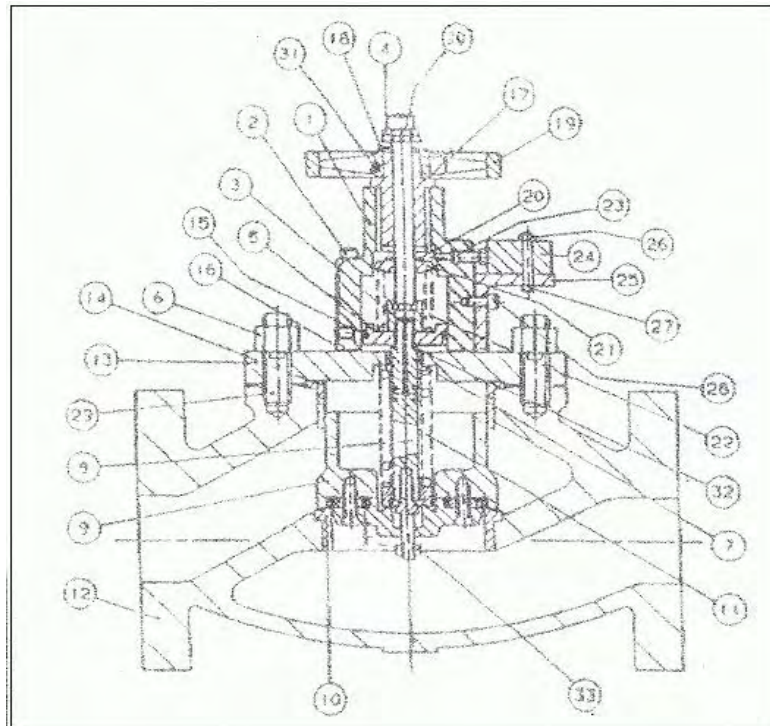


Fig.8: Válvula direccional.

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 1.- Cuerpo del actuador | 18.- Arandela |
| 2.- Tornillo | 19.- Actuador manual |
| 3.- Eje actuador | 20.- Clip |
| 4.- Tuerca | 21.- Leva del interruptor |
| 5.- Pistón del actuador neumático | 22.- Resorte |
| 6.- Tuerca | 23.- Pulsador |
| 7.- Guía | 24.- Micro interruptor |
| 8.- Eje principal | 25.- Soporte |
| 9.- Pistón principal | 26.- Tuerca |
| 10.- Asiento del pistón | 27.- Tornillo |
| 11.- Resorte | 28.- Tornillo |
| 12.- Cuerpo de la válvula | 29.- Tornillo |
| 13.- Cubierta de la válvula | 30.- Pasador |
| 14.- Camisa del pistón | 31.- Rosca |
| 15.- Junta tórica | 32.- Junta |
| 16.- Orificio para línea de pilotaje | 33.- Tuerca |
| 17.- Guía | |

4.10.- TUBERÍAS

La distribución del dióxido de carbono se realiza mediante los siguientes sistemas de tuberías:

- **Tubería de pilotaje:** son las tuberías encargadas de dirigir el gas para realizar la apertura de todas las botellas esclavas mediante sus actuadores. Su punto de salida son las botellas piloto de cada riesgo.
- **Tubería de descarga:** tiene como **misión** dirigir el gas desde la válvula de la botella hasta el colector determinado. Esta tubería tiene la particularidad de que está formada en su interior por un compuesto de goma, flexible y resistente, y está cubierto por una tela metálica, proporcionando así una flexibilidad que permite un montaje y desmontaje con más facilidad.

Las tuberías deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- Las tuberías deben estar fabricadas en materiales que se puedan soldar.
- Deben estar protegidas exteriormente e interiormente contra la corrosión, exteriormente mediante el pintado adecuado e interiormente mediante galvanizado.
- Siempre que sea posible se utilizarán conexiones soldadas. Sin embargo, en las conexiones desmontables que no puedan evitarse, así como las correspondientes a las válvulas y accesorios similares pueden utilizarse conexiones embridadas.

4.11.-BOQUILLAS DE DESCARGA

Existen muchos puntos de salida del gas, situados convenientemente repartidos por el espacio protegido, los aplicadores de CO₂ son boquillas especiales con salidas difusoras.

Las boquillas, se deben localizar de tal manera, que la descarga no salpique los líquidos inflamables, o generen nubes de polvo, que pudieran extender el fuego creando una explosión o afectar los contenidos del cuarto.

La orientación de cada uno de estos elementos debe hacerse según el elemento a proteger, en los supuestos de equipos aislados se buscará el encerramiento pro el sistema, o bien en nuestro caso de inundación buscando la orientación hacia abajo lo que además imposibilita la obturación de las salidas difusoras por suciedad o depósito y se dispondrá de forma que se distribuya el dióxido de carbono uniformemente por todo el local a proteger.

4.12.- SISTEMAS DE ALARMAS.

La Cámara de Máquina deberá de llevar un sistema de alarma que cumpla con los siguientes requisitos:

- La alarma será acústica y visual.

- La alarma acústica debe ser audible desde todos los puntos del espacio protegido y también cuando las máquinas estén en funcionamiento.
- La señal audible deberá poder ser claramente distinguida de las restantes señales acústicas, ajustando la presión del sonido o el “patrón” del mismo.
- La alarma debe anunciar, con anterioridad a la actuación de la descarga de CO₂, que se va a producir la descarga inminente del mismo.
- Entre el instante en que se active la alarma y el instante en el que se produzca el disparo de las botellas debe transcurrir un tiempo que permita la evacuación de todas las personas existentes en el espacio protegido, el tiempo antes citado no debe ser inferior a 20 segundos.
- El sistema de alarma debe ser diseñado de forma que no resulte posible que se produzca la inundación del espacio protegido antes de que transcurra el tiempo antes citado.
- El sistema de alarma debe activarse al producirse la apertura de la puerta del armario de disparo, y se dispondrá los medios necesarios para impedir el inicio de la descarga de las botellas antes de que transcurra el tiempo preestablecido anteriormente.
- Las alarmas acústicas y visuales deben continuar activadas mientras permanezcan abiertas las válvulas de inundación.
- La alimentación de energía eléctrica al sistema de alarma debe ser garantizado en caso de fallo del sistema eléctrico principal del buque.
- En el supuesto de que el método de accionamiento del sistema de alarma sea neumático, se debe asegurar que dicho sistema disponga de un suministro permanente de aire comprimido.

5.- INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FIJO POR CO₂

El sistema requiere unas atenciones mínimas que aseguren su operatividad en todo momento.

- **Semanalmente**, se efectuará una revisión ocular de la instalación, prestando una especial atención al estado de los precintos, sujeción de las botellas, estado de orden y limpieza en la zona que pudieran impedir el acceso o el accionamiento.
- **Mensualmente**, comprobar el estado de las boquillas u orificios de salida que se encuentren libres de obstrucciones por pinturas, aceite o depósitos, sobre todo en aquellos espacios que existan un alto grado de concentraciones pulvulentas en suspensión.
- **Anualmente**, la instalación se probará con aire comprimido o CO₂ para comprobar que esté libre de obstrucciones.
 - Se comprobará el llenado de las botellas por los distintos métodos usuales. Botellas con carga inferior al 90% del nominal deberán ser recargadas, estas pesadas se anotaran en hojas de registro dispuestas para éste fin.
 - Se comprobará el accionamiento de la alarma antes del disparo de CO₂.
- **Cada cinco años**, pasarán las pruebas hidráulicas que el reglamento de aparatos a presión determina, así como cualquier otra prueba que el estado de las botellas requieran.

6.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE BOTELLAS DE CO₂

En la Cámara de Máquinas, además de la Sala de Máquinas, existen otros compartimentos que también pueden ser considerados como riesgos de incendios:

- LOCAL DEL GENERADOR DE EMERGENCIA
- PAÑOL DE PINTURAS
- LOCAL DEL INCINERADOR
- PAÑOL ELECTRICO
- TALLER ELECTRICO
- LOCAL DE MAQUINARIA
- LOCAL DEL APARATO GOBIERNO
- CÁMARA DE CONTROL DE MÁQUINA
- CÁMARA DE PURIFICADORAS

Para calcular el número de botellas que se deben instalar hay que tener en cuenta lo dispuesto en el Código SSCI, Capítulo V. (ver Anexo A)

➤ **Cálculo para la Cámara de Máquinas**

El número de botellas se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Volumen total} = 9469 \text{ m}^3$$

$$40\% \text{ del volumen total} = 9469 \times 0,4 = 3787 \text{ m}^3 \text{ de CO}_2$$

$$\text{Densidad del CO}_2 = 0,56 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\text{Cantidad de CO}_2 = 3787 / 0,56 = 6763 \text{ kg de CO}_2$$

$$\text{N}^\circ \text{ de botellas} = 6763 \text{ kg} / 45 \text{ kg} = \mathbf{151 \text{ Botellas.}}$$

➤ **Cálculo para el resto de riesgo.**

Pañol de Pinturas:

$$\text{Volumen total} = 56,35 \text{ m}^3$$

$$40\% \text{ del volumen total} = 22,54 \text{ m}^3 \text{ de CO}_2$$

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂ = 22,54 / 0.56 = 40,25 kg de CO₂

Nº de botellas = 40,25 kg / 45 kg = **1 Botella.**

Local del Generador de Emergencia:

Volumen total=113 m³

40% del volumen total= 45,2 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂ = 45,2 / 0.56 = 80,7 kg de CO₂

Nº de botellas = 80,7 kg / 45 kg = 1,79 ~**2 Botellas.**

Local del Incinerador:

Volumen total=56,36 m³

40% del volumen total= 22,54 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂ = 22,54 / 0.56 = 40,25 kg de CO₂

Nº de botellas = 40,25 kg / 45 kg = 1,75 ~**2 Botellas.**

Pañol Eléctrico:

Volumen total=96,23 m³

40% del volumen total= 38,5 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂ = 38,5 / 0.56 = 68,74 kg de CO₂

Nº de botellas = 68,74 kg / 45 kg = 1,52 ~**2 Botellas.**

Taller-Eléctrico:

Volumen total=67,5 m³

40% del volumen total= 27 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂ = 27 / 0.56 = 48,21 kg de CO₂

Nº de botellas = 48,21 kg / 45 kg = 1,07 ~**1 Botella.**

Taller de Máquinas:

Volumen total=233,6 m³

40% del volumen total= 93,44 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 93,44 / 0.56 = 167 kg de CO₂

Nº de botellas = 167 kg / 45 kg = 3,7 ~**4 Botellas.**

Local de Aparato de Gobierno:

Volumen total=946 m³

40% del volumen total= 378,4 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 378,4 / 0.56 = 675,7 kg de CO₂

Nº de botellas = 675,7 kg / 45 kg = 15,01 ~**15 Botellas.**

Cámara de Control de Máquina:

Volumen total=175,5 m³

40% del volumen total= 70,2 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 70,2 / 0.56 = 125,4 kg de CO₂

Nº de botellas = 125,4 kg / 45 kg = 2,78 ~**3 Botellas.**

Cámara de Purificadoras:

Volumen total=246,37 m³

40% del volumen total= 98,55 m³ de CO₂

Densidad del CO₂ = 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 98,55 / 0.56 = 176 kg de CO₂

Nº de botellas = 176 kg / 45 kg = 3,9 ~**4 Botellas.**

7.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE TUBERIAS

Los diámetros de las tuberías, el número de toberas de CO₂ y la capacidad de descarga de las toberas deben ser adecuados para permitir la descarga del 85% de las botellas de CO₂ en un plazo de 2 minutos.

Debido a la complejidad que presenta el dimensionamiento de tuberías de un Sistema de C.I. de alta Presión de CO₂, la Sociedad de Clasificación aprueba la utilización de un método de cálculo reconocido como por ejemplo el de la” NFPA-NATIONAL FIRE PROTECCION ASSOCIATIONS”

Para calcular el diámetro de las tuberías se tendrá en cuenta el caudal que pase por ella y sobre todo las pérdidas de carga. Para ello se puede utilizar la siguiente tabla.

Diámetro Nominal DN		Diámetro Exterior (m.m.)	Diámetro Mínimo Interior (m.m.)	Max. Cantidad de CO ₂ (kg/min)
m.m.	Pulg.			
15	½”	21.3	13	45
20	¾”	26.9	19	100
25	1”	33.7	25	135
32	1 ¼”	42.4	32	275
40	1 ½”	48.3	38	450
50	2”	60.3	50	1100
65	2 ½”	76.1	65	1500
80	3”	88.9	76	2000
100	4”	114.3	101	4750
125	5”	139.7	123	9500
150	6”	168.3	150	15250

Los espesores mínimos de las tuberías están recogidos en la siguiente tabla.

ESPEORES MÍNIMOS				
Diámetro Nominal DN		Diámetro Exterior (m.m.)	Desde los cilindros de CO ₂ hasta la válvula direccional (m.m.)	Desde la válvula direccional hasta las boquillas (kg/min)
m.m.	Pulg.			
15	½”	21.3	3.2	2.6
20	¾”	26.9	3.2	2.6
25	1”	33.7	4.0	3.2
32	1 ¼”	42.4	4.0	3.2
40	1 ½”	48.3	4.0	3.2
50	2”	60.3	4.5	3.6
65	2 ½”	76.1	5.0	3.6
80	3”	88.9	5.6	4.0
100	4”	114.3	7.1	4.5
125	5”	139.7	8.0	5.0
150	6”	168.3	8.8	5.6

8.- INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

Las instrucciones para la operación del sistema, se deben localizar en un lugar visible, o junto a los controles manuales, y en el cuarto de almacenamiento del dióxido de carbono.

Para los sistemas, en los cuales el almacenamiento del CO₂, no se encuentre dentro del espacio protegido, las instrucciones de operación, se deben incluir en un documento, en el cual se indique la localización del control de emergencia que se debe operar, cuando los controles normales fallen.

Instrucciones de operación en caso de incendio en los espacios protegidos:

1. *Abrir la puerta de la caja de válvula piloto, la alarma se activará,*
2. *Asegurarse de que todo el personal sea evacuado de los espacios protegidos,*
3. *Cerrar todas las puertas, escotillas y ventilaciones,*
4. *Cerrar los suministros de maquinarias y de fuel-oil,*
5. *Abrir la caja de los cilindros pilotos,*
6. *Abrir la válvula del cilindro piloto,*
7. *Comprobar la presión,*
8. *Abrir la válvula piloto,*
9. *Después de 10 minutos, cerrar la válvula del cilindro piloto,*
10. *No entrar en los espacios sin usar aparatos respiratorios.*

PRECAUCIÓN!

*Si suena la alarma de CO₂ o se empieza a descargar el gas
todo el personal debe de abandonar la sala inmediatamente
(peligro de sofocación)*

En las siguientes figuras podemos ver algunos ejemplos de señales de instrucción:

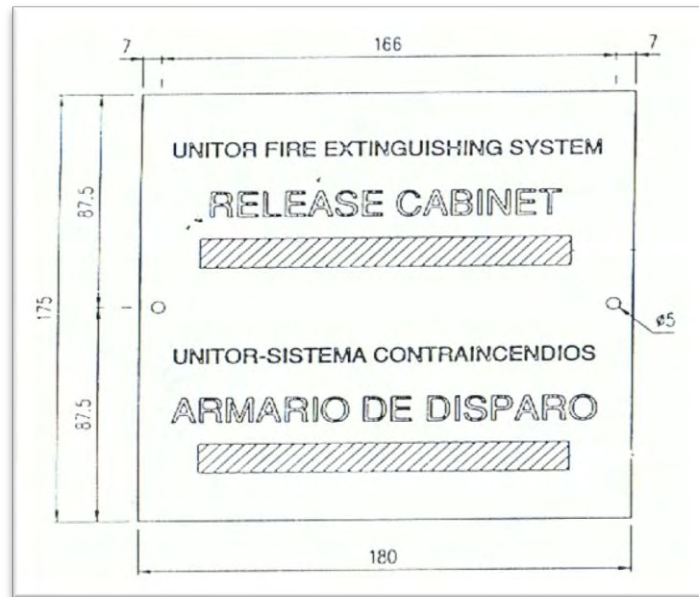


Fig. 9: Señal en el armario de disparo de varias salas.

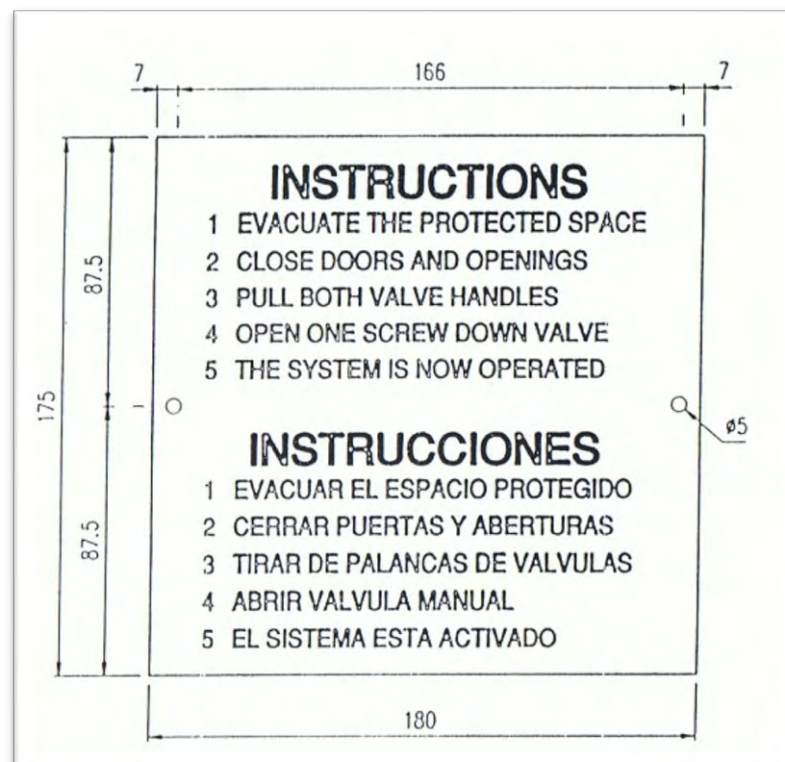


Fig. 10: Señal de instrucciones en el armario de disparo



Fig. 11: Señal de advertencia en áreas protegidas por CO₂

CAPÍTULO 3: SISTEMA GENERAL DE C.I.

1.- INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como **objetivo** describir el diseño y cálculo del Sistema General de Contra Incendios a instalar en el buque. Describiremos los elementos que componen la red de C.I. así como los cálculos necesarios para la instalación del sistema. El agente extintor a usar es el **agua**, del cual describiremos sus propiedades básicas que influyen directamente sobre las propiedades de extinción.

La instalación del sistema se realiza en Cámara de Máquinas, Cubierta y Habitación. Para ello hay que tener en cuenta los requisitos exigidos por las siguientes Normativas:

- “Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar” (Convenio **SOLAS**).
- Reglamento de la Sociedad de Clasificación “**Lloyd’s Register of Shipping**”

2.- CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

Desde el punto de vista **físico** resulta importante destacar ciertas propiedades físicas del agua que la hacen el agente extintor por excelencia:

- A temperatura ambiente es un líquido estable.
- El calor de fusión del hielo es de 80 cal/gr.
- Se requiere una caloría para elevar en 1°C la temperatura de 1 gr de agua (14,5 a 15,5 °C Caloría media).
- El calor de vaporación del agua a presión atmosférica normal es de 540 cal/gr.

Se puede deducir que se requieren 100 kilocalorías para elevar 1 kg de agua de 0°C a 100 °C (punto de ebullición) y desde allí para llevarla al estado de vapor total se requiere 540 kilocalorías más. En consecuencia, si consideramos que el agua se encuentra a temperatura ambiente (20 °C) absorberá en total 620 kilocalorías para transformarse en vapor (además el vapor puede sobrecalentarse).

Es ésta extraordinaria capacidad de absorción del calor, lo que permite su potente acción de enfriamiento, bajando considerablemente la temperatura de muchas sustancias en combustión y la velocidad de transferencia del calor de la combustión a las capas de combustible.

Otro factor de importancia es que al pasar un cierto volumen de agua del estado líquido a vapor, dicho volumen se incrementa 1.700 veces, y esta gran masa de vapor formada desplaza la fracción de aire equivalente sobre la superficie del fuego, reduciendo así la cantidad de oxígeno disponible para la combustión.

Observando las distintas formas de actuación del agua se observa que el agua actúa físicamente sobre el **calor**, el **oxígeno** y el **combustible**.

Por último hay que recordar que el calor escapa continuamente por radiación, conducción y convección, solo es necesario absorber una pequeña parte de la cantidad total de calor que está produciendo el fuego para extinguirlo por enfriamiento.

Propiedades de Extinción

Teniendo en cuenta sus propiedades físicas, los efectos extintores del agua actúan básicamente en el triángulo del fuego sobre el comburente y sobre la temperatura (indirectamente sobre la energía de activación).

- **Sobre el Comburente:** En un incendio se desarrollan temperaturas muy por encima de las de ebullición del agua, por lo que, cuando el agua se aplica sobre la superficie en llamas, pasa rápidamente del estado líquido a su fase vapor sufriendo en ese cambio el mencionado aumento de volumen, desplazando el oxígeno de la atmósfera circundante, privándole de su función en el proceso químico del fuego, por lo que éste tenderá a sufrir un decrecimiento progresivo por **sofocación**. Este fenómeno siempre se manifiesta tan claramente, debido a las conocidas corrientes convectivas y turbulencias que provoca el calor generado en el incendio; tanto es así, que si el aporte de aire es superior al

desplazado por la expansión en el cambio de estado, el proceso es lento y poco visible, aunque siempre a largo plazo va dejando de sentir sus efectos. Existe el inconveniente, en tales casos, del posible riesgo que entraña la cantidad de agua necesaria para lograr la extinción.

- **Sobre la Temperatura:** En el proceso de cambio de estado físico de líquido a vapor, retiene 540 kcal/kg que resta a las generadas por la reacción química del fuego. El agua efectuará siempre su acción conjuntamente sobre el comburente y la temperatura; considerando ésta última, tal acción será efectiva cuando para un volumen de agua dado, su capacidad calorífica total supere a la manifestada por el incendio. Cuando es menor, el fuego tiene una menor virulencia pero sigue su proceso evolutivo hasta consumir todo el combustible. Esta característica permite en cierto modo, cuantificar la aplicación de agua necesaria para cada fuego cuya intensidad sea controlable por un número máximo y dado, de chorros de agua.

Limitaciones como agente extintor

A pesar de las enormes ventajas que presenta el agua como agente extintor originada básicamente por sus propiedades físicas, presenta otras propiedades que hacen limitar su aplicación a la hora de utilizarla en un incendio. A continuación se enumeran algunas de esas desventajas:

- **Conductividad Eléctrica:** Las impurezas y sales que generalmente tiene el agua la hacen gran conductora de la electricidad, lo que torna muy peligrosos su uso especialmente en instalaciones eléctricas de alto voltaje.
- **Incendios de Productos Químicos:** No se debe utilizar agua en materiales como carburos, peróxidos, etc., debido a que, al reaccionar, pueden desprender gases inflamables y calor. Cuando se los humedece, algunos materiales, como la cal viva, se calentarán espontáneamente durante cierto tiempo si no se pudiera disipar el calor debido a las condiciones del almacenaje.
- **Metales Combustibles:** No se debe utilizar agua en incendios relacionados con metales combustibles, como magnesio, titanio, sodio metálico, hafnio, o metales que son combustibles bajo ciertas condiciones, como el calcio, zinc y aluminio.

3.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE C.I.

Cuando se requiere el uso masivo de grandes cantidades de agua como agente extintor, es necesario estructurar y diseñar cuidadosamente la red de C.I., para que en ningún momento y lugar del circuito, se pierda la eficacia calculada.

La red C.I. del buque necesita estar diseñada de tal manera que pueda ser operativa desde cualquier punto y en las condiciones más adversas que puedan presentarse. Ésta característica implicará que la instalación C.I. deba estar construida por una serie de componentes distintos y repetidos.

Ante de analizar cada uno de los componentes de la red C.I. es preciso hacer referencia a un elemento principal que por su obviedad se puede pasar por alto; este componente esencial de toda la red C.I. es el **abastecimiento del agua**.

3.1.- ABASTECIMIENTO DE AGUA

La mar constituye una fuente inagotable de agua para los sistemas C.I. de los buques, sin embargo, se debe de tener en cuenta la posibilidad de abastecimiento de agua procedente de tierra en aquellos períodos de reparación, estancia en dique o armamento, en los que el buque es incapaz de ser autosuficiente.

En el caso de estancia en Astilleros, es deseable se disponga de medios propios de captación y bombeo que suplan las variaciones exteriores. En cualquier caso, cuando la fuente de alimentación de agua deba ser aportada por las instalaciones de tierra, o en los casos en que las bombas del buque estén fuera de servicio, la red principal se acoplará a los hidrantes de tierra desde el momento en que acontezca tal situación anormal.

En aquellos muelles donde no se disponga de bombas C.I., se conectarán o se tendrán dispuestas para su uso, líneas de mangueras portátiles que en caso de incendio declarado a bordo puedan ser conectadas a equipos que los servicios de extinción locales puedan disponer a su llegada; a este fin, tanto los equipos del buque como los de tierra deben estar normalizados para que puedan ser conexionados.

3.2- CONEXIÓN INTERNACIONAL A TIERRA

El abastecimiento de agua en la situación de buque en dique o en puerto cuando los medios de abordaje sean insuficientes o inoperantes, debe hacerse con medios de tierra, por lo que en cualquier país fuere cual fuere su reglamentación referente a racores o a conexiones, debe ser posible, siendo esta la razón por la que queda perfectamente especificado el dimensionado de las mismas, según la Regla 10 del Cap.II-2 del SOLAS:

Conexión Internacional a Tierra:

- *Los buques de arqueo bruto igual o superior a 500 estarán provistos al menos de una conexión internacional a tierra que cumpla lo dispuesto en el Código de Sistemas de Seguridad contra Incendios (SSCI). (Ver Anexo A)*
- *Se dispondrá de los medios necesarios para poder utilizar esa conexión a ambos costados del buque.*

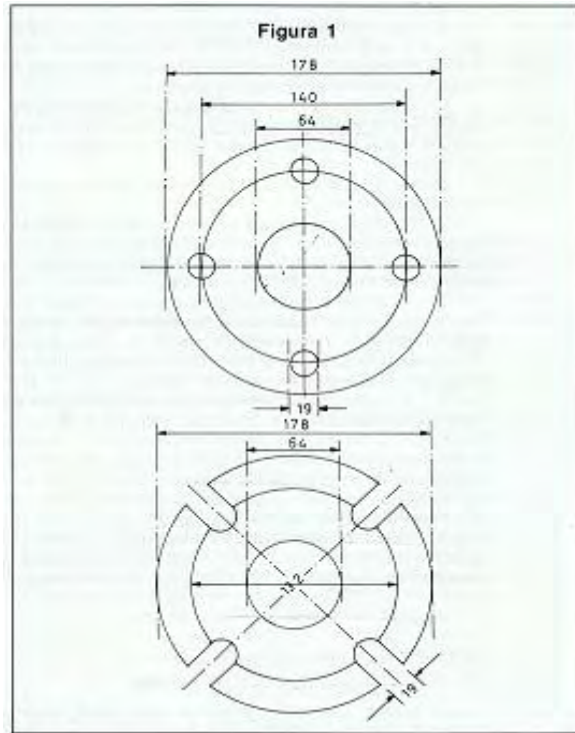


Fig.1: Conexión Internacional a Tierra.

3.3.- ORIFICIO DE TOMAS DE AGUA

Dimensionado de las tomas de agua.

La superficie total del orificio de captación nunca será inferior a la demandada por las características de la bomba o rodete que alimente. La superficie de la rejilla que actúe a modo de filtro y retención de algas, que permite proteger al resto de la instalación evitando obstrucciones, deberá sumarse a la superficie del orificio de captación de tal manera que no merme su capacidad.

Número de tomas de agua.

Su número será igual al número de bombas C.I. instaladas según normativa. Estarán protegidas exteriormente por rejillas que sean fácilmente limpiables, además de aplicarles protecciones antiincrustantes por pinturas especiales y otros medios habituales de protección.

Situación de las tomas de agua.

La situación de los orificios de las tomas de agua será la que en cualquier circunstancia de carga del buque quede sumergida bajo la línea de flotación; lo que obliga a ocupar posiciones profundas, como mínimo, bajo la línea de flotación del buque en rosca.

Por otro lado, no ocuparán situaciones extremadamente próximas a otros orificios de captación para bombas definidas para otro fin (lastre, máquinas principales, etc.), con el fin de evitar turbulencias en la zona de captación que disminuya la eficacia de las bombas C.I.

También, siempre que la situación lo permita, los orificios de captación deben estar con respecto a las bombas C.I., en un plano horizontal para que la bomba se encuentre siempre en situación de cebado y cuando esto no fuere posible, que la tubería de enlace bomba-orificio de captación sea lo más recta posible, sin codos y a la menor distancia y con menor desnivel.

3.4.- BOMBAS C.I.

La Regla 10, Capítulo II-2 del Convenio SOLAS determina:

2.2.1-Bombas aceptadas como bombas C.I.

Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales podrán aceptarse como bombas C.I. siempre que no se utilicen normalmente para bombear hidrocarburos y que, si se destinan de vez en cuando a trasvasar o elevar combustible líquido, estén provista de los dispositivos de cambio apropiado.

2.2.2-Número de bombas C.I.

Los buques irán provistos de la siguiente cantidad de bombas contraincendios de accionamiento independiente:

1. *Buques de pasaje:*

de arqueo bruto igual o superior a 4 000 al menos tres

de arqueo bruto inferior a 4 000 al menos dos

2. *Buques de carga:*

de arqueo bruto igual o superior a 1 000 al menos dos

de arqueo bruto inferior a 1 000 al menos dos bombas motorizadas, una de las cuales será de accionamiento independiente.

2.2.3-Disposición de las bombas y el colector contraincendios

La disposición de las conexiones de agua de mar, las bombas C.I. y sus fuentes de energía será tal que permita garantizar:

1. *En los buques de pasaje de arqueo bruto igual o superior a 1 000, si se declara un incendio en cualquiera de los compartimentos, no queden inutilizadas todas las bombas contraincendios; y*
2. *En los buques de pasaje de arqueo bruto inferior a 1 000 y en los buques de carga, si un incendio es un compartimento cualquiera puede inutilizar todas las bombas, habrá otro medio consistente en una bomba contraincendios de emergencia que cumpla con lo dispuesto en el Código de Sistema de Seguridad C.I. (Ver anexo) y con su fuente de energía y conexión al mar situadas fuera del*

espacio donde se encuentren las bombas contraincendios principales o sus fuentes de energía.

2.2.4-Capacidad de las bombas C.I.

➤ **Capacidad total de las bombas C.I. prescritas**

Las bombas contraincendios prescritas deberán poder suministrar a la presión estipulada el caudal de agua siguiente, para fines de extinción:

- 1. En los buques de pasaje, el caudal de agua no será inferior a dos tercios del caudal que deban evacuar las bombas de sentina cuando se las utilice en operaciones de achique; y*
- 2. En los buques de carga, sin incluir las bombas de emergencia, el caudal de agua no será inferior a cuatro tercios del caudal que según la regla II-1/21 debiera evacuar cada una de las bombas de sentina independientes de un buque de pasaje de las mismas dimensiones cuando se la utilizara en operaciones de achique, aunque en ningún buque de carga será necesario que la capacidad total exigida de las bombas contraincendios sea superior a 180 m³/h.*

➤ **Capacidad de cada bomba contraincendios**

Cada una de las bombas contraincendios prescritas (aparte de las bombas de emergencias) tendrán una capacidad no inferior al 80% de la capacidad total exigida dividida por el número mínimo de bombas contraincendios prescritas, y nunca inferior a 25 m³/h; en todo caso, cada una de esas bombas podrá suministrar por lo menos los dos chorros de agua prescritos. Estas bombas contraincendios podrán alimentar el sistema del colector contraincendios en las condiciones estipuladas. Cuando el número de bombas instaladas sea superior al mínimo prescrito, las bombas adicionales tendrán una capacidad de por lo menos 25 m³/h, y podrán descargar, como mínimo, los dos chorros de agua prescritos.

3.4.1.- Clases de bombas C.I.

El tipo de bomba más usado en incendios es la **centrífuga**, caracterizada por su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento, distintas formas de accionamiento (motor eléctrico, de combustión interna, turbina de vapor). Una característica importante de las bombas centrífugas es la relación entre caudal y presión a velocidad constante, ya que al aumentar la presión se reduce el caudal.

Cuando haya más de una bomba C.I. a bordo, estas deberán tener idénticas características por razones de trabajo y sobrepresiones de una sobre las otras, situación que mermaría la eficacia del sistema.

3.5.- BOMBA DE EMERGENCIA

La Regla 10, Capítulo II-2 del Convenio SOLAS determinan:

2.2.3.2-Prescripciones relativas al espacio en que se encuentre la bomba C.I. de emergencia

➤ **Ubicación del espacio**

El espacio en que se halle la bomba contraincendios no estará contiguo a los contornos de los espacios de categoría A para máquinas no a los de los espacios en que se encuentren las bombas contraincendios principales.

Cuando esto no sea factible, el mamparo común entre los dos espacios estará aislado de conformidad con unas normas de protección estructural contraincendios equivalentes a las prescritas para los puestos de control.

➤ **Acceso a la bomba contraincendios de emergencia**

No se permitirá ningún acceso directo entre el espacio de máquinas y el espacio en que se encuentren la bomba contraincendios de emergencia y su fuente de energía, cuando esto no sea factible, la Administración podrá aceptar que el acceso se habilite por medios de una esclusa neumática siendo la puerta del espacio de máquinas de clase "A-60" y la otra de acero, como mínimo, ambas razonablemente herméticas y de cierre automático y son ningún dispositivo de retención. El acceso también podrá habilitarse mediante una puerta estanca que pueda accionarse desde un espacio alejado del espacio de máquinas y del espacio en que se encuentre la bomba contraincendios de emergencia y que no sea probable que quede aislado si se declara un incendio en dichos espacios.

En tales casos se dispondrá un segundo medio de acceso al espacio en que vaya instalada la bomba contraincendios de emergencia y su fuente de energía.

➤ **Ventilación del espacio de la bomba contraincendios de emergencia**

Los medios de ventilación del espacio en que se halle la fuente independiente de energía de la bomba contraincendios de emergencia serán tales que, en la medida de lo posible, quede excluida la posibilidad de que el humo de un incendio declarado en un espacio en que se halle dicha fuente de energía o sea aspirado hacia él.

3.6.- RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA C.I.

El agua es impulsada por las bombas C.I., y conducida a través de un colector por una red de distribución, que la hace llegar a todos los puntos del buque donde se considera necesario, bien a tomas normales (hidrantes), bien a cajas de mangueras preconectadas (estaciones), o a sistemas fijos de agua que protegen un determinado riesgo.

Es importante que las líneas principales discurran lo más rectas posible, siendo los sistemas o ramificaciones los que busquen asimismo en línea recta y perpendicular a la principal. Este diseño posibilita una menor pérdida de carga por rozamiento en beneficio de menores necesidades de bomba y una menor eficacia del sistema.

3.6.1.- Componentes de la red.

➤ Tuberías.

Se debe de considerar el tipo de material que constituirá la red de distribución; por las especiales condiciones agresivas del medio ambiente marino. El principal agente negativo que se va a presentar será la corrosión, por oxidación. Para evitar este problema, el material a emplear para tubería en la red será **acero**, bien estirado sin soldadura o helicoidal, sin perjuicio de que además, se vea protegido por bitumen, cintas o bandas especiales o bien tratado galvánicamente.

Con el empleo de aceros y sus tratamientos, se obtienen cualidades anticorrosivas, excelente resistencia mecánica, buena estanqueidad y facilidad de reparación ante posibles averías.

Sobre el diámetro del colector contraincendios, la Regla 10, Capítulo II-2 del Convenio **SOLAS**, punto 2.1.3, determina que:

El diámetro del colector y de las tuberías contraincendios será suficiente para la distribución eficaz del caudal máximo de agua requerido para 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 m³/h.

➤ Válvulas.

Todo circuito de un sistema C.I. debe contar con una distribución de válvulas que sirva para una serie de operaciones que en las emergencias por fuego son posibles o necesarias, así, según su propósito, las válvulas de la red C.I. se clasifican en:

- a) Válvulas principales de corte con la misión de control de agua en la aspiración y en la impulsión de las bombas C.I. Básicamente se reducen a dos tipos, las de compuerta eligiendo las de husillo ascendente para comprobación rápida del grado de abertura o de cierre de la válvula, o las de mariposa, que si bien son más fáciles y rápidas de manejo, son más débiles en su constitución comparándolas con las de compuerta; también con las de mariposa es fácil la comprobación del estado de cierre o abertura de la válvula.

- b) Válvulas de retención de clapeta cuyo cometido es la de actuar en protección de las bombas C.I. cuando se interrumpe su funcionamiento, evitando que el peso de la columna de agua que puedan retener, haga adquirir a las bombas un sentido de marcha inverso al deseado.
- c) Válvulas de seguridad que alivian el sistema de impulsión de las bombas en caso de presiones superiores a las de trabajo mediante la abertura de un circuito de retorno alcanzada la presión preseleccionada.
- d) Válvulas de distribución o de corte de red, pensadas para conducir los caudales o los ramales del circuito con la necesidad específica, mejorando la eficacia del circuito deseado, o bien, operando como válvula de corte en los casos de reparación de un sector del circuito para no dejar toda la instalación inutilizada, sino tan solo el tramo afectado por la avería.

Con respecto a las válvulas la Regla 10, Capítulo II-2 del Convenio SOLAS determina:

2.1.4-Válvulas de aislamiento y válvulas de desahogo

- *Las válvulas de aislamiento destinadas a separar del resto del colector contraincendios la sección de éste 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 irá dispuesto de tal forma que cuando las válvulas de aislamiento estén 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 de una bomba contraincendios de emergencias. La bomba de emergencia contraincendios, su entrada de agua de mar, sus tuberías de aspiración y de descarga y sus válvulas de aislamiento se encontrarán fuera del espacio de máquinas. Si esto no es posible, el cajón de toma de mar se podrá instalar en el espacio de máquinas si la válvula se controla por telemando desde un lugar situado en el mismo compartimento que la bomba contraincendios de emergencia, y la tubería de aspiración y descarga podrán penetrar en el espacio de máquinas a condición de que tengan un fuerte revestimiento de acero o estén aislados de conformidad con las normas de la clase "A-60". Las tuberías tendrán un espesor considerable, que en ningún caso será inferior a 11 mm, y estarán todas soldadas con excepción de la conexión de bridas a la válvula de toma de mar.*
- *Se instalará una válvula para cada boca contraincendios de modo que cuando estén funcionando las bombas contraincendios se pueda desconectar cualquiera de las mangueras contraincendios.*
- *Se instalarán válvulas de desahogo para todas las bombas contraincendios si éstas pueden generar una presión que exceda de la prevista para las tuberías, bocas contraincendios y mangueras. La ubicación y el ajuste de estas válvulas serán tales que impidan que la presión sea excesiva en cualquier parte del sistema del colector contraincendios.*

- En los buques tanques se instalarán válvulas de aislamiento en el colector contraincendios frente a la toldilla, situándolas en un emplazamiento protegido, y en la cubierta de tanques a intervalos de 40 m como máximo, a fin de preservar la integridad del sistema del colector en caso de incendio o explosión.



Fig.2: Válvula de Compuerta.

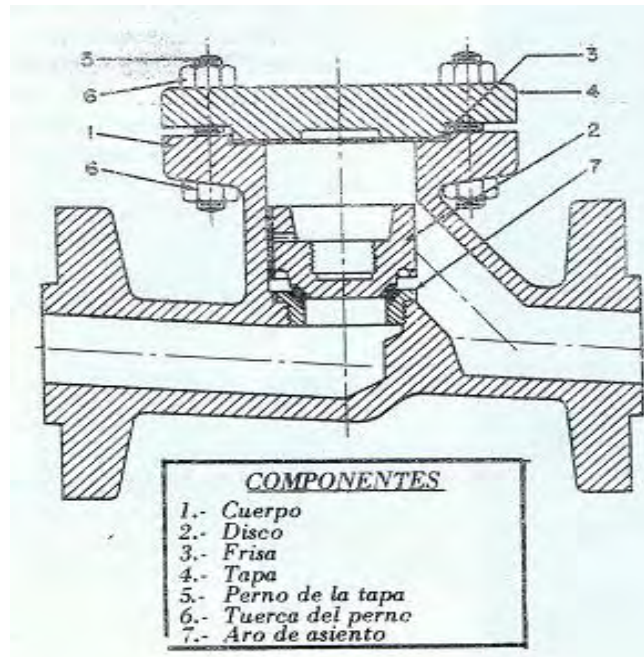


Fig.3: Válvula de retención

➤ **Bocas contra incendios.**

Son puntos de la red C.I. que sirven para la toma de agua mediante conexiones a las que se acoplan principalmente mangas del diámetro de salida.

La pieza fundamental de las bocas contra incendios es el **rácor** o base de acoplamiento, de material metálico que debe caracterizarse por unos mínimos normalizados. La normativa española mediante Decreto 15 de Mayo de 1942 determina el uso obligatorio del rácor tipo Barcelona en sus tres tamaños (45,70 y 100 mm) excluyendo la de 25 mm aunque desde entonces su uso es cada día mayor.



Fig.4: Racores

Propiedades que caracterizan a los racores:

- Acoplamiento instantáneo
- Simetría entre piezas
- Ligereza
- Diseño

Sobre las bocas contraincendios, la Regla 10, Capítulo II-2 del Convenio SOLAS determina:

2.1.5-Número y distribución de las bocas contraincendios

El número y la distribución de las bocas contraincendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua que no procedan 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, cualquier espacio de carga rodada o cualquier espacio para vehículo; en este último caso, los dos chorros alcanzarán cualquier punto del espacio, cada uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza. Además, estas bocas contraincendios estarán emplazadas cerca de los accesos a los espacios protegidos.

2.1.6-Presión de las bocas contraincendios

Cuando las dos bombas descarguen simultáneamente por las lanzas de manguera especificado en el párrafo 2.3.3, y el caudal de agua especificado en el párrafo 2.1.3 descargue a través de cualquiera de las bocas contraincendios adyacentes, se mantendrán las siguientes presiones en todas las bocas contraincendios:

1. *Buques de pasajes:*

<i>De arqueo bruto igual a 4 000</i>	<i>0,40 N/mm²</i>
<i>De arqueo bruto inferior a 4 000</i>	<i>0,30 N/mm²</i>

2. *Buques de carga:*

<i>De arqueo bruto igual o superior a 6 000</i>	<i>0,27 N/mm²</i>
<i>De arqueo bruto inferior a 6 000</i>	<i>0,25 N/mm²</i>

3. *En ninguna de las bocas contraincendios la presión máxima excederá de aquella a la cual se pueda demostrar que la manguera contraincendios puede controlarse eficazmente.*

➤ **Mangueras C.I. y Lanzas.**

Las **mangueras** C.I. son tubos flexibles, empleados para conducir el agua desde los puntos de conexión de la red C.I. a posiciones mucho más próximas al fuego, de manera que pueda sortearse los obstáculos por su ligereza, flexibilidad y movilidad.

Las **lanzas de agua** son piezas cilíndricas o troncocónicas que conectadas al extremo de una manguera permiten lanzar el agua direccionalmente.

La Regla 10, Capítulo II-2 del Convenio SOLAS determina:

2.3- Mangueras contraincendios y lanzas

2.3.1- Especificaciones generales

- *Las mangueras contraincendios serán de materiales no perecederos aprobados por la Administración, y tendrán longitud suficiente para que su chorro de agua alcance cualquiera de los espacios en que puedan tener que utilizarse. Cada manguera estará provista de una lanza y de los acoplamientos necesarios. Las mangueras que en el presente capítulo se denominen “mangueras contraincendios”, así como los accesorios y herramientas necesarios, se mantendrán listas para su uso inmediato y colocadas en lugares bien visibles, cerca de las conexiones o bocas contraincendios. Además, en los emplazamientos interiores de los buques de pasaje que transporten más de 36 pasajeros, las mangueras contraincendios estarán permanentemente acopladas a las bocas contraincendios. Las mangueras contraincendios tendrán una longitud no inferior a 10 m, ni superior a:*
 1. 15 m en los espacios de máquinas;
 2. 20 m en otros espacios y en las cubiertas expuestas; y
 3. 25 m en las cubiertas expuestas de los buques cuya manga sea superior a 30 m.
- *A menos que se disponga de una manguera con su lanza por cada boca contraincendios, los acoplamientos y las lanzas de las mangueras serán completamente intercambiables.*

2.3.2- Número y diámetro de las mangueras contraincendios

- *Los buques llevarán mangueras contraincendios que sean satisfactorias a juicio de la Administración en cuanto a su número y diámetro.*
- *En los buques de carga:*
 - 1.- *de arqueo bruto igual o superior a 1 000 se proveerán mangueras contraincendios a razón de una por cada 30 m de eslora del buque y una de respeto, pero en ningún caso será su número inferior a cinco. Este número no incluye las mangueras prescritas para las cámaras de máquinas o de calderas. La Administración podrá aumentar el número de mangueras requeridas, de modo que en todo momento haya un número suficiente de mangueras disponibles y accesibles, considerando el tipo de buque de que se trate y la naturaleza del tráfico al que esté dedicado dicho buque. Los buques que transporten mercancías peligrosas de conformidad con lo dispuesto en la regla 19 dispondrán, además, de otras tres mangueras y lanzas adicionales; y*
 - 2.- *de arqueo bruto inferior a 1 000, habrá que proveer el número de mangueras contraincendios que resulte de los cálculos realizados de*

acuerdo con las disposiciones del párrafo 2.3.2.3.1. No obstante, ese número no será en ningún caso inferior a tres.

2.3.3- Tamaño y tipo de las lanzas

- *A los efectos del presente capítulo, los diámetros normales para las lanzas serán 12 mm, 16 mm y 19 mm; o medidas tan próximas a estas como resulte posible. Podrán utilizarse diámetros mayores si la Administración lo autoriza.*
- *En los espacios de alojamiento y espacios de servicio no será necesario que el diámetro de las lanzas exceda de 12 mm.*
- *En los espacios de máquinas y emplazamientos exteriores, el diámetro de las lanzas será el que dé el mayor caudal posible en dos chorros suministrados por la bomba más pequeña a la presión indicada en el párrafo 2.1.6, aunque no es necesario que ese diámetro exceda de 19 mm.*
- *Todas las lanzas serán de un tipo aprobado de doble efecto (es decir, de aspersión y chorro) y llevarán un dispositivo de cierre.*

4.- CÁLCULOS

Una vez conocido el número de bombas que se deben de instalar en el buque, el siguiente paso es conocer el valor del caudal mínimo a suministrar por las bombas contraincendios. Una vez conocido éste valor podremos diseñar la línea con los diámetros y espesores, que en función de las pérdidas de carga nos parezcan más apropiados.

Bombas

Como nos indica la regla 10 apartado 2.2.2, deberemos instalar como mínimo **dos** bombas contraincendios de accionamiento independiente.

Aspiración de las bombas contraincendios

Las tuberías de aspiración de las dos bombas de contraincendios, así como la correspondiente a la bomba de emergencia, aspirarán por medio de sus correspondientes válvulas de las tomas de mar, formadas por el colector que comunica con el mar a través de las cajas de mar.

Instalaremos un manómetro en la aspiración de cada bomba que nos ayudará a asegurarnos del buen funcionamiento del sistema.

Descarga de las bombas de contraincendios

Fundamentalmente, consta de un colector principal que distribuirá el agua por todo el buque: cámara de máquinas, cubierta superior y habitación. A éste colector se conectarán todas las bocas contraincendios repartidas según la normalización en las diferentes plataformas.

4.1.- MÍNIMO CAUDAL A SUMINISTRAR POR LAS BOMBAS DE C.I.

4.1.1- Diámetro del colector de sentinas

Según la Regla 21, Capítulo II-1 del SOLAS, el diámetro del colector de sentinas se calculará utilizando la siguiente fórmula:

$$d_{cs} = 25 + 1,68 \sqrt{L(B + D)}$$

Donde:

d_{cs} = Diámetro interior del colector de sentinas, (mm)

L = Eslora entre perpendiculares, (m)

B = Manga del buque, (m)

D = Puntal del buque, (m)

Aplicando la fórmula anterior, resulta:

$$d_{cs} = 25 + 1,68 \sqrt{280(43,20 + 24,20)} = \mathbf{255,79 \text{ mm}}$$

4.1.2- Capacidad unitaria de la bomba de sentinas

Según el Lloyd's Register, Capítulo 13, Parte 3, la capacidad de la bomba de sentinas se calculará por la siguiente fórmula:

$$Q_{bs} = 5,75 \times 10^{-3} d_{cs}^2$$

Donde:

d_{cs} = Diámetro interior del colector de sentinas, (mm)

Q_{bs} = Capacidad unitaria de la bomba de sentinas, (m³/h)

Aplicando la expresión anterior, resulta:

$$Q_{bs} = 5,75 \times 10^{-3} (255,79)^2 = \mathbf{370 \text{ m}^3/\text{h}}$$

4.1.3- Capacidad unitaria de las bombas principales

La capacidad unitaria de las bombas principales de contraincendios se determina mediante la siguiente expresión:

$$Q_{min} = 3,8 \times 10^{-3} d_{cs}^2$$

Donde:

Q_{min} = Capacidad unitaria de las bombas de C.I., (m³/h)

d_{cs} = Diámetro del colector principal de sentinas, (mm)

Aplicando la expresión anterior, resulta:

$$Q_{min} = 3,8 \times 10^{-3} (255,79)^2 = \mathbf{248,63 \text{ m}^3/\text{h}}$$

4.1.4- Caudal necesario para cubrir los dos chorros de agua

Según el reglamento, cada una de las bombas de C.I. debe de ser capaz de suministrar un caudal suficiente para alimentar, como mínimo, 2 mangueras de C.I. provistas de la mayor de las boquillas utilizadas a bordo.

La boquilla con mayor diámetro a utilizar en el buque será de **19 mm**, y la presión en éste punto será (según SOLAS) de **0,27 N/mm² (2,8 kg/cm²)**.

El sistema se diseñará de forma que podamos contar con este servicio mínimo en la situación más desfavorable, que será cuando las bocas de C.I. a abastecer, sean las últimas bocas del colector de C.I. instalado en la superestructura.

Este caudal lo podemos calcular mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$q_m = 0,039 d^2 \sqrt{p}$$

Siendo:

q_m = Caudal descargado por una manguera de C.I., (m^3/h)

d = Diámetro de la boquilla, (mm)

p = Presión existente en la boca de C.I., (kg/cm^2)

Aplicando la expresión antes citada:

$$q_m = 0,039 \times 19^2 \sqrt{2,8} = 23,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal descargado por 2 mangueras con boquillas de 19 mm será:

$$2q_m = 2 \times 23,55 = 47,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.1.5- Selección de las bombas

Sin embargo, según SOLAS, en ningún buque de carga será necesario que la capacidad total exigida de las bombas C.I. sea superior a **180 m³/h**.

Por lo tanto se instalarán dos Bombas principales de C.I. de **90 m³/h** cada una.

4.2- COLECTOR DEL SISTEMA GENERAL DE C.I.

Según SOLAS, en buques de carga, bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de **140 m³/h**.

La sección interior del colector del sistema general de contraincendios se determina mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Q}{v}$$

Siendo:

S = Sección interior del colector, (m^2)

Q = Caudal, (m^3/s)

V = Velocidad del fluido, (m/s)

Adoptando los siguientes valores:

$$Q = 140 \text{ m}^3/\text{h} = 0,038 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

Resulta:

$$S = \frac{0,038}{2} = 0,019 \text{ m}^2$$

Como:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \longrightarrow d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

Entonces, el diámetro del colector será:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,019}{\pi}} = 0,155 \text{ m}$$

$$d_{\text{int}} = 155 \text{ mm}$$

Los diámetros de las tuberías de acero normalizadas las podemos ver en la siguiente tabla:

Tubería de Acero Normalizada							
Diámetro Nominal D.N.		Tubos					
m.m.	Pulg.	D. Exterior	Esp. Series				
			I	II	III	IV	V
10	3/8"	17,2	1,8	2,3	2,9		3,2
15	1/2"	21,3	2	2,6	3,8		3,6
20	3/4"	26,9	2,3	2,6	3,8		4
25	1"	33,7	2,6	3,2	4		4,5
32	1 1/4"	42,4	2,6	3,2	4	5	6,3
40	1 1/2"	48,3	2,6	3,2	4	5	6,3
50	2"	60,3	2,9	3,6	4,5	5	6,3
65	2 1/2"	76,1	2,9	3,6	4,5	5	6,3
80	3"	88,9	3,2	4	5	6,3	7,1
100	4"	114,3	3,6	4,5	5,6	6,3	8,8
125	5"	139,7	4	5	5,6	7,1	10
150	6"	168,3	4,5	5	5,6	7,1	11
175	7"	193,7		5,6	6,3	7,1	11
200	8"	219,1		6,3	7,1	8,8	13
250	10"	273		6,3	8,8	10	13
300	12"	323,9		7,1	8,8	10	13
400	16"	406,4		8,8	11	12,5	16
500	20"	508		11	12,5	16	20

Tabla 1

Utilizando la tabla anterior, resulta el siguiente tubo comercial a usar:

$$\text{DN } 150 \rightarrow 168,3 \times 5,6$$

cuyo diámetro interior es superior al mínimo requerido por el cálculo.

- Diámetro del colector de la superestructura.

Para calcular el diámetro del colector que recorrerá la superestructura, tenemos que tener en cuenta el caudal que circulará por él.

El caudal descargado por dos bocas C.I es, como vimos en el apartado 4.1.4, de 47,1 m³/h.

Con este caudal y entrando en el diagrama de Baldeo y C.I. podemos calcular el diámetro interior mínimo del colector, que en este caso nos daría un diámetro de 90 mm.

Utilizando la Tabla 1, tendríamos el siguiente tubo comercial:

$$\text{DN 100} \rightarrow 114,3 \times 5,6$$

cuyo diámetro interior es superior el mínimo requerido por el cálculo.

El caudal descargado por una boca C.I. es 23,55 m³/h. Con este caudal y entrando en el diagrama calculamos el diámetro interior mínimo y nos dará un diámetro de 62 mm.

Utilizando la Tabla 1, tendríamos el siguiente tubo comercial:

$$\text{DN 65} \rightarrow 76,1 \times 5,6$$

4.3.- PÉRDIDAS DE CARGA

4.3.1.- Pérdidas de carga en el tramo de aspiración (desde la toma de mar hasta la bomba C.I.).

Como se trata de dos tramos de aspiración iguales tanto en dimensiones como en el caudal que los circulará, calcularemos las pérdidas de carga en un tramo.

$$\phi_{\text{ext}} = 168,3 \text{ mm} \quad e = 11 \text{ mm}$$

1) Caudal:

$$Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$$

2) Velocidad:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{90 \times 4}{\pi (146,3)^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,48 \text{ m/s}$$

3) Nº Reynolds

$$\nu = \text{viscosidad cinemática del agua salada} = 1,52 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1,48 \times 146,3 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}} = 142450$$

4) Rugosidad relativa

El valor de “E” para el acero galvanizado es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{146,3} = 1,025 \times 10^{-3}$$

5) Coeficiente de fricción

Con los datos de **R** y **E_R** entramos en el diagrama de Moody y calculamos el coeficiente de fricción, lo que nos dará un valor de:

$$f = 0,029$$

6) Pérdidas por accesorios

Válvula de pie.....	1 x 129,55 m
Válvula de compuerta	1 x 1.05 m
Codo 90°, Radio largo.....	3 x 3,45 m
Codo 45°	2 x 3,10 m
Filtro.....	64,65 m

La longitud equivalente a la pérdida de carga en los accesorios en metros de tubería recta del mismo diámetro será:

$$L_e = 211,8 \text{ m}$$

7) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,029 \times (5 + 211,8) \times 1,48^2}{146,3 \times 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 4,8 \text{ m.c.a.}$$

Las pérdidas de carga en la aspiración será:

$$h_t = 4,8 \text{ m.c.a.}$$

4.3.2.- Pérdidas de carga en la descarga.

4.3.2.1. Tramo comprendido entre doble fondo y 3ª plataforma

* Tramo I

Se trata de la tubería de descarga de la bomba. Como cada bomba suministrará la mitad del caudal total y las tuberías de descarga son simétricas, hallaremos las pérdidas de carga en una de ellas.

$$\phi_{ext.} = 168,3 \text{ mm} \quad \phi_{int.} = 154,1 \text{ mm}$$

$$e = 7,1 \text{ mm}$$

$$Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$$

1) Velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{90 \times 4}{\pi \times 154,1^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,3 \text{ m/s}$$

2) Nº Reynolds

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1,3 \times 154,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}} = 131796$$

3) Rugosidad relativa

$$E_R = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{154,1} = 9,73 \times 10^{-4}$$

4) Coeficiente de fricción

$$f = 0,03$$

5) Pérdidas por accesorios

Válvula de compuerta 1 x 1,05 m

Válvula de retención horizontal 1 x 96,3 m

Te (paso de colector a ramal) 1 x 13,3 m

Codo normal 90º 2 x 6,50 m

$$L_e = 123,65 \text{ m}$$

6) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,03 \times (3 + 123,65) \times 1,3^2}{154,1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 2,12 \text{ m.c.a.}$$

$$h = 2,12 \text{ m.c.a.}$$

* Tramo II

Este segundo tramo, de igual diámetro que el anterior, acoge los caudales de descarga de las dos bombas.

$$Q = 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

1) Velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{180 \times 4}{\pi \times 154,1^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 2,7 \text{ m/s}$$

2) Nº Reynolds

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{2,7 \times 154,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}} = 273730$$

3) Rugosidad relativa

$$E_R = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{154,1} = 9,73 \times 10^{-4}$$

4) Coefficiente de fricción

$$f = 0,027$$

5) Pérdidas por accesorios

Codo normal 90° 2 x 6,50 m

Codo normal 45° 2 x 4,35 m

$$L_e = 21,7 \text{ m}$$

6) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,027 \times (5 + 21,7) \times 2,7^2}{154,1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 1,74 \text{ m. c. a.}$$

$$h = 1,74 \text{ m.c.a.}$$

4.3.2.2. Tramo comprendido entre la 3ª y 2ª plataforma

Como el diámetro y el caudal son iguales a los del tramo anterior, la velocidad, la rugosidad relativa (E_R), el Nº Reynolds y el coeficiente de fricción permanecerán constante hasta que no exista un cambio de diámetro en la tubería.

$$v = 2,7 \text{ m/s} ; E_R = 9,3 \times 10^{-4} ; f = 0,027 ; R = 273730$$

1) Pérdidas por accesorios

Te (paso de colector a ramal) 1 x 9,40 m

Codo 45° 2 x 3,10 m

Codo normal 90° 3 x 6,50 m

$$L_e = 35,1 \text{ m}$$

2) Pérdida de carga

$$h = \frac{f x (L + L_e) x v^2}{D x 2 x g} = \frac{0,027 x (5,151 + 35,1) x 2,7^2}{154,1 x 10^{-3} x 2 x 9,81} = 2,62 \text{ m. c. a.}$$

h = 2,62 m.c.a.

4.3.2.3. Tramo comprendido entre la 2º y 1ª plataforma

$v = 2,7 \text{ m/s}$; $E_R = 9.3 \times 10^{-4}$; $f = 0,027$; $R = 273730$

1) Pérdidas por accesorios

- Te (paso de colector a ramal) 1 x 9,40 m
- Codo 45º 2 x 3,10 m
- Codo normal 90º 2 x 6,5 m

$L_e = 28,6 \text{ m}$

2) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f x (L + L_e) x v^2}{D x 2 x g} = \frac{0,027 x (5,93 + 28,6) x 2,7^2}{154,1 x 10^{-3} x 2 x 9,81} = 2,25 \text{ m. c. a.}$$

h = 2,25 m.c.a.

4.3.2.4. Tramo comprendido entre la 1ª plataforma y la cubierta superior

$v = 2,7 \text{ m/s}$; $E_R = 9.3 \times 10^{-4}$; $f = 0,027$; $R = 273730$

1) Pérdidas por accesorios

- Te (paso de colector a ramal) 1 x 9,40 m
- Codo 90º. Radio largo 2 x 3,45 m
- Codo 45º 2 x 3,10 m

$L_e = 22,5 \text{ m}$

2) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f x (L + L_e) x v^2}{D x 2 x g} = \frac{0,027 x (8,18 + 22,5) x 2,7^2}{154,1 x 10^{-3} x 2 x 9,81} = 1,99 \text{ m. c. a.}$$

h = 1,99 m.c.a.

4.3.2.5. Cubierta principal. Tramo desde el punto “c” hasta la “F”

$v = 2,7 \text{ m/s}$; $E_R = 9.3 \times 10^{-4}$; $f = 0,027$; $R = 273730$

1) Pérdidas por accesorios

Te (paso a través del colector) 1 x 3,45 m

Válvula de compuerta 1 x 1,05 m

Codo 45° 2 x 3.10 m

$L_e = 10,5 \text{ m}$

2) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,027 \times (11,4 + 10,5) \times 2,7^2}{154,1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 1,43 \text{ m. c. a.}$$

$$h = 1,43 \text{ m.c.a.}$$

4.3.2.6. Tramo desde la “F” hasta la cubierta “B”

En éste tramo el caudal será el correspondiente al descargado por dos bocas contra incendios. (Ver apartado 4.1.4.)

$$\phi_{ext.} = 114,3 \text{ mm} \quad \phi_{int.} = 103,1 \text{ mm}$$

1) Caudal

$$Q = 47,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

2) Velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{47,1 \times 4}{\pi \times 103,1^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,56 \text{ m/s}$$

3) Nº Reynolds

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1,56 \times 103,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}} = 105813,16$$

4) Rugosidad relativa

$$E_R = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{103,1} = 1,45 \times 10^{-3}$$

5) Coeficiente de fricción

$$f = 0,022$$

6) Pérdidas por accesorios

Codo 90°. Radio largo 2 x 2,10 m

Codo 45° 2 x 1,90 m

Te (paso colector a ramal) 1 x 5,70 m

$L_e = 13,7$ m

7) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,022 \times (3,5 + 13,7) \times 1,56^2}{103,1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 0,45 \text{ m.c.a.}$$

$h = 0,45 \text{ m.c.a.}$

4.3.2.7. Tramo desde la cubierta “B” hasta la cubierta “C”

Como el diámetro y el caudal son iguales a los del tramo anterior, la velocidad, la rugosidad relativa (E_r), el N° Reynolds y el coeficiente de fricción permanecerán constante hasta que no exista un cambio de diámetro en la tubería.

$v = 1,56 \text{ m/s}$; $E_R = 1,45 \times 10^{-3}$; $f = 0,022$; $R = 105813,16$

1) Pérdidas por accesorios

T (paso de colector a ramal) 1 x 5,70 m

Codo 45° 3 x 1,90 m

$L_e = 11,4$ m

2) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,022 \times (3 + 11,4) \times 1,56^2}{103,1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 0,38 \text{ m.c.a.}$$

$h = 0,38 \text{ m.c.a.}$

4.3.2.8. Tramo desde la cubierta “C” hasta la cubierta “D”

$v = 1,56 \text{ m/s}$; $E_R = 1,45 \times 10^{-3}$; $f = 0,022$; $R = 105813,16$

1) Pérdidas por accesorios

T (paso de colector a ramal) 1 x 5,70 m

Codo 45° 1 x 1,90 m

Codo 90°, R.L. 2 x 2,10 m

$L_e = 11,8$ m

2) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f x (L + L_e) x v^2}{D x 2 x g} = \frac{0,022 x (3,5 + 11,8) x 1,56^2}{103,1 x 10^{-3} x 2 x 9,81} = 0,40 \text{ m. c. a.}$$

$$h = 0,40 \text{ m.c.a}$$

4.3.2.9. Tramo desde la cubierta “D” hasta la cubierta “E”

$$v = 1,56 \text{ m/s} ; E_R = 1,45 x 10^{-3} ; f = 0,022 ; R = 105813,16$$

1) Pérdidas por accesorios

T (paso de colector a ramal) 1 x 5,70 m

Codo 45° 3 x 1,90 m

$$L_e = 11,4 \text{ m}$$

2) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f x (L + L_e) x v^2}{D x 2 x g} = \frac{0,022 x (3 + 11,4) x 1,56^2}{103,1 x 10^{-3} x 2 x 9,81} = 0,38 \text{ m. c. a.}$$

$$h = 0,38 \text{ m.c.a.}$$

4.3.2.10. Tramo desde la cubierta “E” hasta el puente

$$v = 1,56 \text{ m/s} ; E_R = 1,45 x 10^{-3} ; f = 0,022 ; R = 105813,16$$

1) Pérdidas por accesorios

T (paso de colector a ramal) 1 x 5,70 m

Codo 90°, R.L. 2 x 2,10 m

$$L_e = 9,9 \text{ m}$$

1) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f x (L + L_e) x v^2}{D x 2 x g} = \frac{0,022 x (3,5 + 9,9) x 1,56^2}{103,1 x 10^{-3} x 2 x 9,81} = 0,35 \text{ m. c. a.}$$

$$h = 0,35 \text{ m.c.a.}$$

4.3.2.11. Tramo en puente

El caudal en este tramo será el correspondiente al descargado por una boca C.I.

$$\phi_{ext.} = 76,1 \text{ mm} \qquad \phi_{int.} = 64,9 \text{ mm}$$

1) Caudal:

$$Q = 23,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

2) Velocidad:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{23,55 \times 4}{\pi (64,9)^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,97 \text{ m/s}$$

3) Nº Reynolds

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1,97 \times 64,9 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}} = 84113,8$$

4) Rugosidad relativa

$$E_R = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{64,9} = 2,31 \times 10^{-3}$$

5) Coefficiente de fricción

$$f = 0,035$$

6) Pérdidas por accesorios

Válvula de compuerta 1 x 0,33 m

Codo 90°, Radio largo 1 x 1,15 m

Codo 45° 2 x 1,03 m

$$L_e = 3,54 \text{ m}$$

7) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0,035 \times (4 + 3,54) \times 1,97^2}{64,9 \times 10^{-3} \times 2 \times 9,81} = 8,06 \text{ m.c.a.}$$

$$\mathbf{h = 8,06 \text{ m.c.a.}}$$

4.4.- ALTURA TOTAL MANOMÉTRICA

Es la altura, presión diferencial o resistencia que tiene que vencer la bomba. La calcularemos en la situación más desfavorable en cuanto a calado. Ésta sería cuando el barco se encontrase en lastre, cuyo calado corresponde a 9,8 metros.

$$A.T.M. = H_{gt} + \Sigma h + P_i - P_a$$

Donde:

H_{gt} = Altura geométrica total

h = Pérdidas de carga en los conductos de aspiración e impulsión

P_i = Presión en la descarga

P_a = Presión en la aspiración

El valor de H_{gt} depende del valor de la presión en la brida de aspiración. Si ésta es negativa, es decir, menor que la presión atmosférica, entonces el valor de la altura geométrica total será: $H_{gt} = H_{gi} + H_{ga}$. En éste caso se dice que la bomba trabaja con aspiración.

Por el contrario, cuando la presión en la brida de aspiración es mayor que la presión atmosférica, la bomba trabaja con carga. La altura geométrica será:

$$H_{gt} = H_{gi} - H_{ga}$$

En nuestro caso, las bombas siempre trabajarán con carga puesto que la superficie del mar siempre estará por encima de las bombas.

$$H_{gi} = 41,4 \text{ m.c.a.}$$

H_{ga} = calado en lastre – altura entre la L.B. y el centro del primer impulsor de la bomba

$$H_{ga} = 9,8 - 4,139 = 5,661 \text{ m.c.a.}$$

$$H_{gt} = 41,4 - 5,661 = 35,73 \text{ m.c.a.}$$

La presión P_a es igual a la presión atmosférica que al nivel del mar, como es nuestro caso, es de $1,033 \text{ kg/cm}^2$ ó $10,330 \text{ m.c.a}$

La presión P_d es la presión correspondiente a la boca de contraincendios, en la que, según SOLAS tiene un valor de $2,8 \text{ kg/cm}^2$ ó 28 m.c.a. (ver aptdo. 3.6.1.)

$$h_a = 4.8 \text{ m.c.a.}$$

$$h_d = 2,12+1,74+2,62+2,25+1,99+1,43+0,45+0,38+0,4+0,38+0,35+8,06 = 22,17 \text{ m.c.a.}$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación:

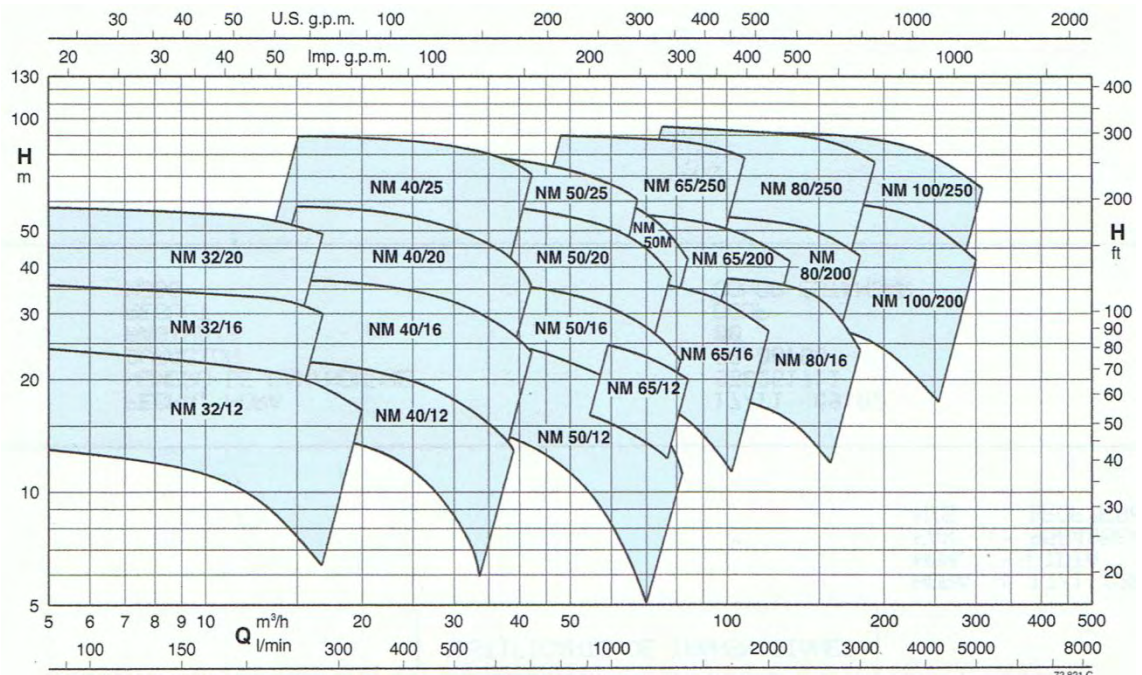
$$A.T.M. = 35,73 + 4,8 + 22,17 + 28 - 10,33 = \mathbf{80,4 \text{ m.c.a.}}$$

Adoptando un margen de seguridad, elegiremos una A.T.M. de **94 m.c.a.**

4.5.- ELECCIÓN DE LA BOMBA

La elección de la bomba que cubrirá el servicio acoplada en paralelo con otra idéntica a ella, la llevaremos a cabo en función del caudal y de la altura total manométrica.

Para la elección de la bomba utilizaremos el diagrama de elección que se adjunta a continuación:



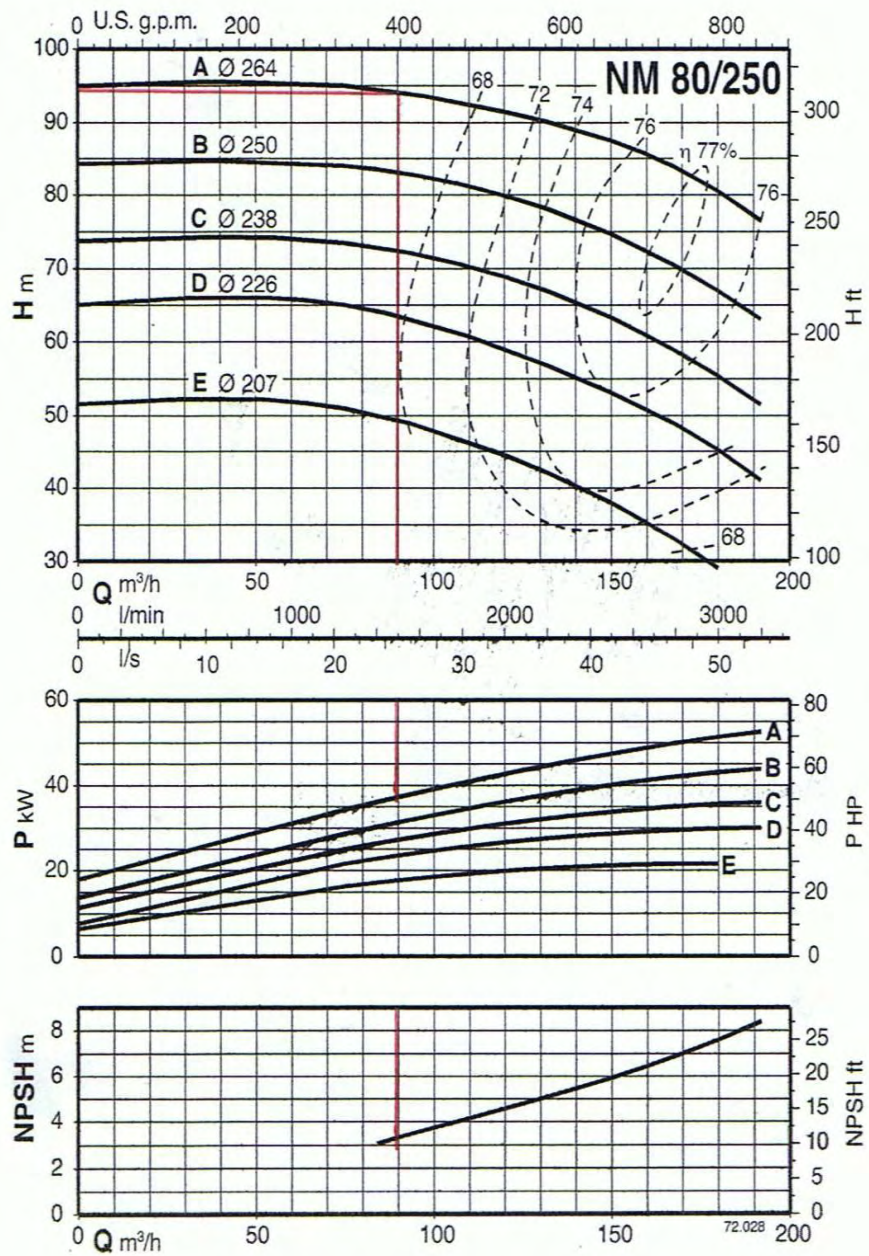
Fuente: Bombas CALPEDA

Entrando en el diagrama con un caudal de 90 m³/h y una altura manométrica de 94 m.c.a., el tipo de bomba queda definido de la siguiente manera:

- Serie: NM
- Velocidad: 2900 r.p.m.
- Modelo: 80/250

Una vez seleccionado el modelo de la bomba tendremos que seleccionar la curva característica con los datos de caudal y A.T.M. obtenidos. Podremos seleccionarlas de las curvas representadas en la página siguiente.

El punto determinado por el caudal de 90 m³/h y la altura manométrica de 94 m.c.a. se sitúa en la curva A Ø 264.



4.6.- ALTURA NETA POSITIVA DISPONIBLE EN LA ASPIRACIÓN, NPSHd.

La entrada o sistema de succión debe ser capaz de permitir la entrada a la bomba de un flujo a una presión suficientemente alta para evitar la formación de burbujas en el fluido. A medida que la presión en un fluido disminuye, la temperatura a la cual se forman burbujas de vapor también disminuye. Por lo tanto, es esencial que la presión de succión a la entrada de la bomba tenga un valor más elevado que la presión a la cual se presentaría vaporización a la temperatura de operación del líquido. Esto se logra proporcionando una altura de aspiración neta positiva (NPSH).

Si se le permite a la presión de succión disminuir hasta el punto donde se presenta vaporización, se crea **cavitación** dentro de la bomba. En lugar de un flujo permanente de fluido, la bomba tomará una mezcla de vapor y líquido, provocando que disminuya la entrega. Además, a medida que las burbujas de vapor ingresan a la bomba, éstas encuentran presiones mayores que provocan que las burbujas se colapsen en forma muy rápida. Lo anterior puede resultar en ruido excesivo, vibración y un desgaste excesivo de las diferentes partes de la bomba.

Para evitar que se produzca cavitación en la bomba, es necesario que se cumpla lo siguiente:

$$\text{NPSH disponible} > \text{NPSH requerida}$$

NPSH requerida: es la NPSH mínima que se necesita para evitar la cavitación. Depende de las características de la bomba, por lo que es un dato que debe proporcionar el fabricante en sus curvas de operación.

NPSH disponible: depende de las características de la instalación y del líquido a bombear.

4.6.1. Cálculo de la NPSH disponible en la aspiración

La altura neta positiva disponible en la aspiración es igual a la diferencia entre la altura total en la aspiración y la tensión de vapor del fluido a la temperatura en que se encuentre:

$$\text{NPSHd} = H_a - H_{\text{vapor}}$$

Donde:

$$H_a = P_a + H_{ga} - h_a$$

H_{vapor} = la tensión de vapor correspondiente al agua fría, como ocurre en nuestro caso, se puede considerar despreciable.

Sustituyendo:

$$\text{NPSHd} = P_a + H_{ga} - h_a = 10,33 + 5,661 - 4,8 = \mathbf{11,2 \text{ m.c.a.}}$$

Como el NPSHd es mayor con creces al NPSHr dado por la bomba (ver en curva característica), tendremos asegurado un buen funcionamiento de las bombas.

4.7.-POTENCIA CONSUMIDA AL CALADO DE LASTRE

El grupo motor-bomba consumirá la mayor potencia en situación de lastre, ya que presenta el calado más desfavorable.

La potencia hidráulica a este calado será:

$$P_h = ATM \times Q \times \gamma = \frac{94 (m) \times 90 \left(\frac{m^3}{h}\right) \times 1026 \left(\frac{kg}{m^3}\right)}{3600 \times 75} = 32,15 \text{ C.V.}$$

La potencia en el eje del motor accionador será:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta_{bomba}} = \frac{32,15}{0,68} = 47,27 \text{ C.V.}$$

4.8.- PRESIÓN EN LA LÍNEA CUANDO EL CALADO SEA EL DE LASTRE

En las mediciones de la presión, una vez calculadas las pérdidas de carga, partiremos de la peor condición en cuanto a calado en la que se podría encontrar el buque en caso de incendio. Tal condición es la de lastre.

La presión en metros de columna de agua con que contaremos en cualquier punto del colector con el caudal Q será:

$$P = ATM + P - h_a - h_i - H_{gt}$$

4.8.1.- Presión en la cubierta principal

Para conocer la presión con que contaremos en la primera te de dicha cubierta, tendremos que tener en cuenta los siguientes valores:

$$ATM = 94 \text{ m.c.a.}$$

$$H_{gi} = 41,39 \text{ m.c.a.}$$

$$H_{ga} = 5,661 \text{ m.c.a.}$$

$$h_a = 4,8 \text{ m.c.a.}$$

$$h_i = 2,12 + 1,74 + 2,62 + 2,25 + 1,99 + 1,43 = 12,15 \text{ m.c.a.}$$

Sustituyendo estos datos en la ecuación anterior nos dará una presión de:

$$P = 94 - 4,8 - 12,15 - 35,73 + 10,33 = 51,65 \text{ m.c.a.}$$

4.8.2.- Presión en la última boca contra incendio de la superestructura

Para calcularla, partimos también de la presión existente en la primera te del colector en la cubierta superior y cuya presión es $P_T = 51,65 \text{ m.c.a.}$

$$P = P_T - h$$

$$h = 0,45 + 0,38 + 0,4 + 0,38 + 0,35 + 8,06 = 10,02 \text{ m.c.a.}$$

$$P = 51,65 - 10,02 = 41,63 \text{ m.c.a.} = 4,16 \text{ kg/cm}^2$$

5.- INSTALACIÓN DE CONTRAINCENDIOS DE EMERGENCIA

La bomba de contraincendios de emergencia se instalará en una cámara de bombas situada entre la 3ª y 2ª plataforma.

5.1.- CAPACIDAD UNITARIA

De acuerdo con las exigencias reglamentarias (ver anexo), la capacidad de la bomba de contraincendios de emergencia no será inferior al 40 % de la capacidad total de las bombas de contraincendios.

Por lo tanto, la capacidad mínima de la bomba de emergencia será:

$$Q = 0,4 \times Q_{Bb \text{ ppales.}} = 0,4 \times 180 \text{ m}^3/\text{h} = 72 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con el fin de unificar los caudales de todas las bombas de contraincendios, adoptaremos el siguiente caudal unitario:

$$Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.2.- ELECCIÓN DE LA BOMBA

Como bomba de emergencia utilizaremos una bomba centrífuga idéntica a las bombas principales de contraincendios. Estará accionada por un motor que la hará girar al mismo número de revoluciones (2900 r.p.m), por tanto contaremos con la misma curva característica.

Todos los cálculos los realizaremos al calado de lastre, que presenta las condiciones más desfavorables.

5.3.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDA DE CARGA EN LA ASPIRACIÓN

Al exigirnos la normalización situar la bomba de emergencia en un local independiente, tenemos que situar la bomba con una mayor altura geométrica de aspiración. De manera que intentaremos que las pérdidas en la aspiración sean las mínimas.

$$Q = 90 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\begin{aligned} \text{DN } 150 &\rightarrow \phi = 168,3 \text{ mm} \\ e &= 11 \text{ mm} \\ \phi_{int} &= 146,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

1) Velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q \times 4}{\pi \times D} = \frac{90 \times 4}{\pi \times 146,3^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,48 \text{ m/s}$$

2) Nº Reynolds

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1,48 \times 146,3 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}} = 142450$$

3) Rugosidad relativa

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0,150}{146,3} = 1,025 \times 10^{-3}$$

4) Coeficiente de fricción

$$f = 0,029$$

5) Pérdidas por accesorios

Filtro 1 x 64,65 m

Válvula angular abierta..... 1 x 22,4 m

Codo 90° radio largo 2 x 3,45 m

Codo normal 90° 3 x 6,50 m

$$L_e = 113,45 \text{ m}$$

6) Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{2 \times D \times g} = \frac{0,029 \times (20 + 113,45) \times 1,48^2}{2 \times 146,3 \times 10^{-3} \times 9,81} = 2,95 \text{ m.c.a.}$$

$$\mathbf{h = 2,95 \text{ m.c.a.}}$$

5.4.- ALTURA NETA POSITIVA EN LA ASPIRACIÓN DE LA BOMBA

Como ya vimos en el cálculo de NPSH de las bombas contraincendios principales, ésta es igual a la diferencia entre la altura total en la aspiración y la tensión de vapor del fluido a la temperatura que se encuentre:

$$\text{NPSHd} = H_a - H_{\text{vapor}}$$

Recordamos que:

$$H_a = P_a + H_{\text{ga}} - h_a$$

H_{vapor} = la tensión de vapor correspondiente al agua fría, como ocurre en nuestro caso, se puede considerar despreciable.

Teniendo en cuenta que la bomba se encuentra a 10,5 m de la línea base y que el calado en lastre es de 9,8 m, la altura geométrica de aspiración (H_{ga}) será de 0,7 m.

Sustituyendo:

$$\text{NPSHd} = P_a + H_{\text{ga}} - h_a = 10,33 - 0,7 - 2,95 = \mathbf{6,68 \text{ m.c.a.}}$$

Como el NPSHd es mayor que el NPSHr no habrá cavitación en la bomba por lo que está asegurado el buen funcionamiento de la bomba.

**RESISTENCIA DE ACCESORIOS
LONGITUD EQUIVALENTE DE NUEVA TUBERIA DE ACERO RECTA EN
METROS**

Diámetro Nominal (m)	Válvula Compuerta (completamente abierta)	Válvula Angulo (completamente abierta)	Válvula de Retención Horizontal	Válvula de pie	Codo Normal 90°
15	0,06	1,30	3,00	7,50	0,40
20	0,08	1,85	7,20	10,80	0,50
25	0,12	2,57	9,90	14,85	0,70
32	0,17	3,60	14,00	21,00	1,10
40	0,20	4,40	17,00	25,60	1,30
50	0,28	6,00	23,30	34,75	1,70
65	0,33	7,50	28,90	43,30	2,20
80	0,46	9,80	37,80	56,70	2,80
100	0,64	13,70	52,70	79,25	4,00
125	0,82	18,10	63,50	104,55	5,20
150	1,05	22,40	96,30	129,55	6,50
200	1,46	31,40	120,70	181,50	9,00

Diámetro Nominal (m)	Te Normal (paso a través del colector)	Te Normal (paso ramal al colector)	Te Normal (paso colector al ramal)	Codo Normal 45°	Codo Normal 90° Radio Largo
15	0,20	0,76	0,55	0,18	0,20
20	0,28	1,10	0,76	0,26	0,28
25	0,40	1,50	1,05	0,37	0,40
32	0,55	2,16	1,50	0,52	0,55
40	0,70	2,60	1,80	0,60	0,70
50	0,95	3,60	2,50	0,85	0,95
65	1,15	4,45	3,10	1,03	1,15
80	1,50	5,80	4,10	1,38	1,50
100	2,10	8,10	5,70	1,90	2,10
125	2,80	10,70	7,50	2,50	2,80
150	3,45	13,30	9,40	3,10	3,45
200	4,85	18,60	13,00	4,35	4,65

Fuente: Astilleros Navantia

DIAGRAMA BALDEO Y C.I.

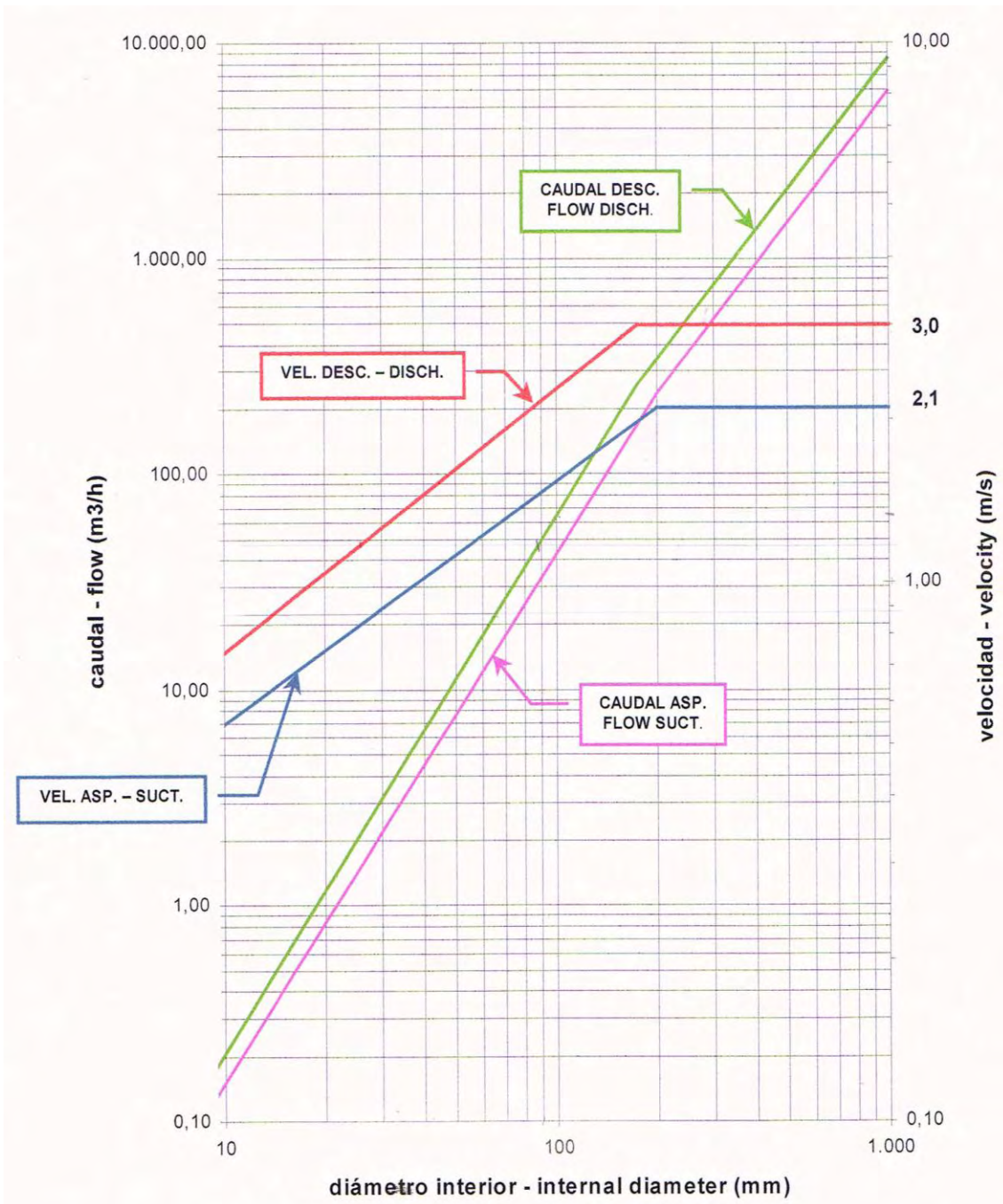
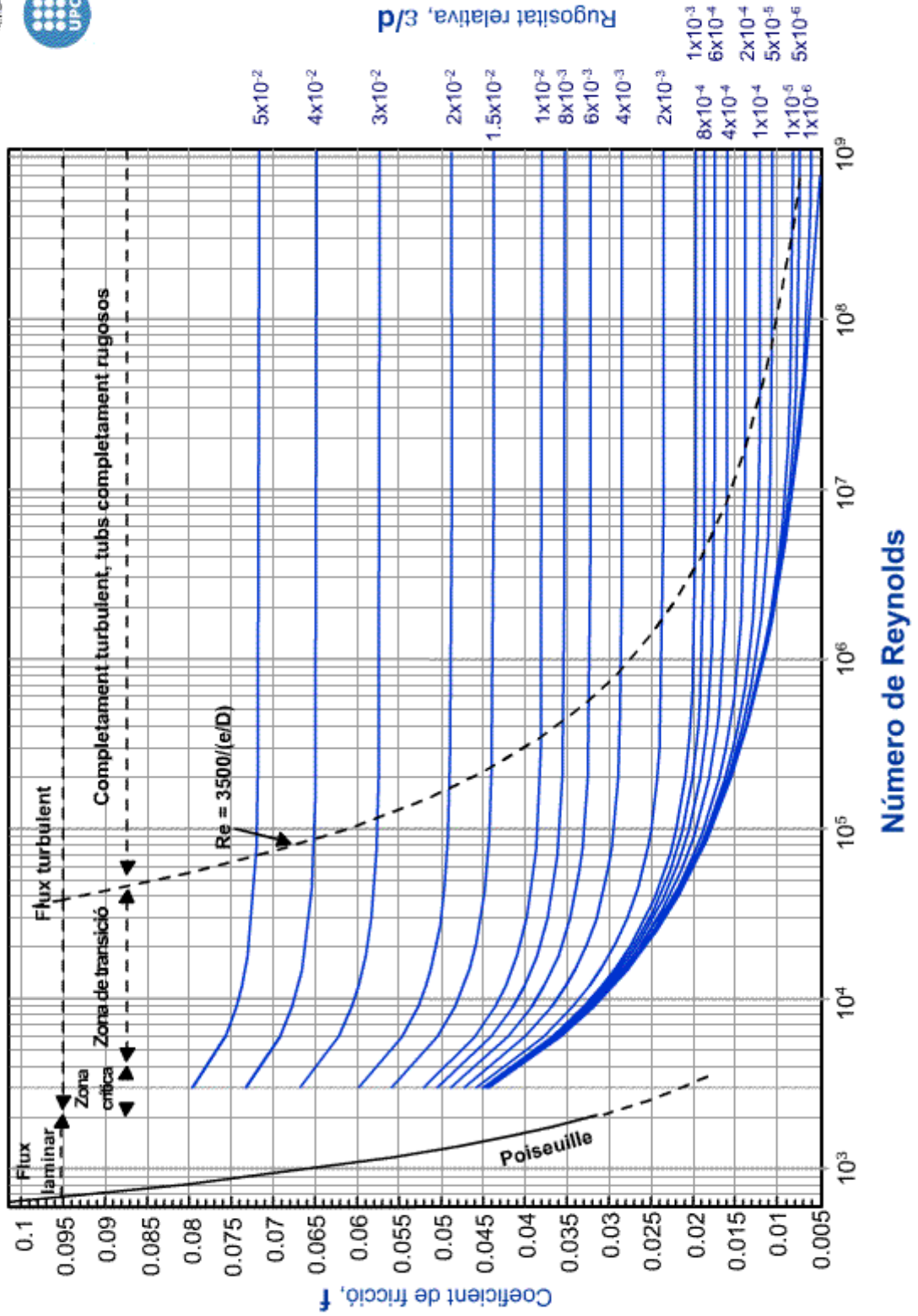




Diagrama de Moody



CAPÍTULO 4: SISTEMA DE PROTECCIÓN LOCAL

1.- GENERALIDADES

1.1.- INTRODUCCIÓN

Se conoce desde los años 30 la forma de extinguir fuegos con agua en forma de fino spray. Los sistemas contra incendios con Agua Nebulizada, constituyen en muchos casos una mejor y más eficaz protección alternativa a otros sistemas de extinción con gases extintores o sprinklers.

Su mejor y mayor eficacia viene determinada por su aplicación en casos muy concretos y definidos, no pudiéndose considerar, ni mucho menos a pesar de sus virtudes y cualidades, como un sistema de aplicación universal en extinción de incendios, ya que en muchos y variados casos otros sistemas de extinción como los gases limpios y los rociadores automáticos (sprinklers), mantienen toda su efectividad y vigencia en la mayoría de los casos.

Los sistemas de extinción por agua nebulizada proyectan gotas de pequeñísimo tamaño, optimizando así todos los recursos extintores del agua, consiguiéndose varias ventajas como: reducción de los volúmenes afectados, de los daños causados por el agua en sistemas convencionales y de una máxima capacidad de refrigeración para una determinada cantidad de agua.

En resumen, las ventajas de estos sistemas son, en muchos casos, muy importantes, destacando los siguientes:

1. Lavado y decantado de los humos y los gases tóxicos. (Seguridad humana).
2. Inocuidad para las personas.
3. Mantenimiento del nivel de oxígeno.
4. Economía, coste mínimo del agente extintor.
5. No conduce la electricidad.
6. Muy eficaz en fuegos de líquidos inflamables.
7. Daños por el agua muy reducidos.
8. Reducción de la temperatura del recinto.
9. Agente extintor ecológico y económico.
10. Eficacia extintora por varios principios físicos.

1.2.- MECANISMO DE EXTINCIÓN

Los agentes extintores convencionales, con la excepción de halones y polvo químico seco, actúan sobre el fuego mediante alguno de los siguientes mecanismos: enfriamiento, sofocación o bloqueo del combustible.

El agua nebulizada debe su eficacia extintora principalmente a la actuación conjunta de estos tres mismos efectos, más otro secundario como la dilución, que analizamos a continuación:

Enfriamiento:

El agua nebulizada posee una gran capacidad de enfriamiento, por la división del agua utilizada en gotas de tamaño micrométrico, lo que produce en principio una gran superficie de captación de calor. Además, el contacto de estas microgotas con los cuerpos o gases calientes se transforma en vapor absorbiendo una cantidad de calor equivalente a 540 calorías/gramo.

Los objetos cercanos quedan protegidos del calor radiante, evitando la propagación del fuego. El enfriamiento del combustible y los objetos y el entorno a su alrededor contribuye a reducir el desarrollo del fuego. En comparación con las aplicaciones de sistemas de agua más habituales, el agua nebulizada aumenta la velocidad a la cual el agua retira el calor de la llama y los gases calientes.

Sofocación:

El vapor generado desplaza un volumen de oxígeno equivalente, produciendo un efecto de sofocación. Esta rápida transformación de las gotas en vapor, hace aumentar su volumen 1.640 veces, desplazando el oxígeno del foco del incendio, sin perjuicio para las personas.

Bloqueo del calor radiado:

Aunque este mecanismo no extingue un fuego por su sola actuación, el bloqueo del calor radiado tiene un papel importante en evitar que el fuego se extienda a superficies de combustible que aun no han entrado en ignición y reduce la vaporización en la superficie del combustible. En otro orden de cosas, la atenuación de la radiación protege a los objetos y las personas del calor radiado, ocurra o no la extinción.

Dilución:

La infusión de gases que se crea por la mezcla de vapor de agua y aire sobre una superficie de combustible tiene un efecto beneficioso para lograr la extinción, principalmente en fuegos de líquidos, por desplazamiento de la concentración de vapor inflamable-oxígeno e interacción de las microgotas sobre la reacción en cadena de la combustión, pudiendo este fenómeno jugar un papel significativo en la extinción de fuegos por spray en la inhibición de deflagraciones.

Para que la mezcla vapor inflamable-oxígeno pueda mantener la combustión, precisa una concentración mínima de vapor inflamable. La acción del agua nebulizada en determinadas condiciones parece contribuir a la disminución de esa concentración, hasta niveles inferiores a dicha concentración.

1.3.- APLICACIONES

Los sistemas de agua nebulizada se utilizan principalmente para las siguientes aplicaciones tal como se prescribe en el Standard NFPA 750.

Control del incendio:

Consiste en la limitación del crecimiento y propagación de un incendio, remojando los materiales combustibles adyacentes y controlando las temperaturas de los gases de combustión del techo.

Supresión del incendio:

La eliminación básica y rápida de los factores que acompañan al incendio, desprendimiento de calor, emisión de gases, etc., durante el tiempo de duración de la descarga del agua nebulizada permitiendo la asistencia a tiempo de los propios retenes o bomberos.

Extinción de incendio:

La completa interrupción del incendio hasta la desaparición total de materiales en combustión.

2.- OBJETIVO

El presente capítulo tiene como **objetivo** describir un sistema fijo de extinción de incendios a base de agua localizados en cámara de máquinas, constituido por una red de tuberías que parte desde un depósito de suministro de agua y llega hasta los lugares considerado como posibles riesgos de incendio, en los que se produce la descarga del agente extintor.

La instalación se realiza en la Cámara de Máquinas del buque, para ello hay que tener en cuenta lo expuesto en la normativa **SOLAS**, Capítulo II-2. Regla 10, punto 5.6:

5.6. Sistemas fijos de extinción de incendios de aplicación local.

5.6.1. El párrafo 5.6 se aplicará a los buques de pasaje de arqueo bruto igual o superior a 500 y a los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 2000.

5.6.2. Los espacios de máquinas de categoría A cuyo volumen sea superior a 500 m³, además de disponer del sistema fijo de lucha contra incendios prescritos en el párrafo 5.1.1., estarán protegidos por un sistema fijo de extinción de incendios de aplicación local a base de agua o equivalente de tipo aprobado según las directrices elaboradas por la Organización. En el caso de los espacios de máquinas son dotación permanente, el sistema de extinción de incendios podrá accionarse tanto automática como manualmente. En el caso de los espacios de máquinas con dotación permanente, sólo se requiere el mecanismo manual.

5.6.3. Los sistemas fijos de extinción de incendios de aplicación local deberán proteger zonas tales como las que se indican a continuación, sin que sea necesario parar las máquinas, evacuar al personal o cerrar herméticamente el espacio:

- 1.- Las partes con riesgo de incendio de los motores de combustión interna utilizados para la propulsión principal del buque y la producción de energía.*
- 2.- Las partes delantera de las calderas.*
- 3.- Las partes con riesgo de incendio de los incineradores*
- 4.- Los depuradores del fueloil calentado.*

5.6.4. La activación de cualquier sistema de aplicación local dará una alarma visual y audible en el espacio protegido y en los puestos con dotación permanente. La alarma indicará específicamente qué sistema se ha activado. Esta alarma de los sistemas locales que se describe en el presente párrafo se añade a la del sistema de detección y alarma contra incendios prescrito en otras partes del presente capítulo y no la sustituye.

Pero para poder realizar el diseño de dicho sistema en cámara de máquinas deberemos de acudir también a las siguientes normativas:

- Código Internacional de Sistema de Seguridad Contra Incendios (SSCI), (ver Anexo A)
- Circular MSC/Circ.913: Directrices para la aprobación de sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua destinados a los espacios de máquinas de categoría A. (ver Anexo B)

3.- FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

En éste apartado se expondrán las distintas situaciones de funcionamiento que se puede dar en el presente sistema de extinción de incendios y cuál sería la respuesta del sistema ante una situación, ya sea de normalidad o desfavorable.

3.1- FUNCIONAMIENTO EN CONDICIONES NORMALES.

Para analizar el funcionamiento del sistema en condiciones normales partimos de la situación en la cual el sistema se encuentra con las tuberías cargadas a la presión de diseño y con todos los elementos funcionando correctamente.

El equipo actúa inicialmente ante la detección de humo en las zonas protegidas por cualquiera de los detectores de humo situados sobre los elementos a proteger.

El detector activado por el humo, actúa de inmediato sobre el componente eléctrico correspondiente, originando una señal de alarma en el panel de control de la instalación situado en el puente de gobierno.

La señal acústica que se genera en el puente de gobierno debe ser diferente a otros tipos de señales acústicas de otros sistemas del buque, mientras que la señal luminosa se puede producir por un diodo “led” que indicará en un esquema reducido de la instalación contra incendios la zona en la cual sea generada la señal de alarma.

En el momento en el que el personal del puente de gobierno recibe la señal de alarma puede actuar de dos formas: puede resetear el sistema para asegurarse de que no es un error del sistema y esperar a que se genere una nueva señal de alarma o puede directamente ponerse en contacto con el personal de guardia para que bajen a cámara de máquinas e inspeccionen la zona para valorar la situación.

Dependiendo de la magnitud del suceso se puede actuar abriendo la válvula correspondiente para controlar el humo o actuando directamente sobre el foco de humo con un extintor.

Una vez los niveles de humo bajen a valores normales, se comprueba el correcto funcionamiento del sistema.

No obstante, si antes de que llegue a la zona afectada el personal de máquinas se activa alguno de los detectores de llama situados sobre los elementos a proteger por la aparición de llamas en la zona afectada, de inmediato éstos detectores de llama actúan automáticamente sobre la electroválvula de la zona afectada abriendo el circuito hidráulico, y sobre la bomba de la instalación arrancándola para así actuar de inmediato y de forma automática sobre la zona afectada.

Si producida la señal de alarma por la activación de algún detector de humos de la instalación y en el puente de gobierno ésta no fuera debidamente atendida dentro de un intervalo de tiempo estimado y permaneciera activado el detector de humo, automáticamente se pondría en funcionamiento la instalación al igual que en el caso de los detectores de llama.

El funcionamiento de forma automática o activación manual por parte de la tripulación conlleva que el sistema se va a comportar de la siguiente manera:

En el momento que se recibe una señal de humo desatendida, una señal de un detector de llama, o se actúa manualmente sobre el sistema, se abre la electroválvula y se empieza a descargar agua pulverizada sobre la zona afectada. Cuando la presión baja por debajo del valor al que se ha tarado el presostato, éste envía una señal a la caja de módulos la cual a su vez transmite una señal al panel de arranque de la bomba poniéndola en funcionamiento. La bomba aspira del tanque de agua dulce. En ésta situación debe mantenerse el sistema al menos veinte minutos, pasados los cuales y dependiendo del volumen del tanque, éste llegará a un valor mínimo de cantidad de agua, el cual se registrará por medio de un flotador de bajo nivel instalado en el tanque. El flotador generará una señal de bajo nivel que se refleja en el panel de control del puente de gobierno del buque. Automáticamente se abre la válvula del colector de agua salada del colector contra incendios del buque y se cierra la válvula del tanque de agua dulce parándose la bomba, quedando desde ese momento la instalación alimentada con agua salada.

3.2.- FUNCIONAMIENTO BAJO CONDICIONES DESFAVORABLES.

Se pueden dar varias situaciones, las cuales son:

3.2.1.- Detección de dos o más conatos de incendios.

La instalación debe estar diseñada para ser capaz de generar el caudal más grande requerido por una de las zonas. En el caso de que se produzcan dos o más conatos de incendio, el caudal requerido será mayor que para el que se diseñó la instalación, en éste caso la presión en la instalación bajará, el presostato transmitirá una señal a la caja de módulos y ésta enviará una señal para abrir la válvula de la red del sistema contra incendio del buque, parando a continuación la bomba.

En éste momento la instalación queda alimentada por agua de mar con mucho mayor caudal y por supuesto inagotable, pero con los inconvenientes que genera el uso de agua salada.

3.2.2.- Fallo en el funcionamiento de la bomba.

Si por cualquier motivo el funcionamiento de la bomba falla o ésta no genera la presión necesaria, el sistema actúa igual que en el caso anterior. El presostato detecta la bajada de presión por debajo del valor de diseño y se genera la correspondiente señal que abrirá la válvula del sistema de contra incendios del buque y parará la bomba.

3.2.3.- Fallo en el sistema eléctrico que afecta a la apertura de las electroválvulas y automatismo.

En éste caso nos podemos encontrar que no funcione el automatismo de la bomba de agua dulce, que no sea posible la apertura automática de las válvulas de cada zona, que no funcione el presostato o que no funcione la válvula de conexión al colector de contra incendio del buque, por lo que hay que recurrir a la actuación manual del sistema. Para ello en cada una de las líneas individuales junto a la electroválvula hay una toma de conexión de contra incendio con válvula de paso, a la que se puede conectar una manguera de contra incendio sin boquilla desde el hidrante más cercano de la cámara de máquinas pudiendo así cubrir cualquier eventualidad que surgiera en alguno de los elementos a proteger.

4.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

4.1.- TANQUE DE AGUA DULCE

El tanque de agua dulce debe de tener una capacidad mínima del doble de la cantidad de agua que es capaz de descargar la bomba en un minuto.

Dicho tanque tiene la misión de abastecer al sistema contra incendio de agua dulce hasta que llegue a una situación de reserva, la cual se alcanza cuando el tanque se encuentra a un 10% de su capacidad.

El elemento que nos informa sobre el nivel de agua en el tanque es el medidor de nivel.

Existen muchos tipos de medidores de nivel, si bien en este caso el más usado es el del tipo flotador.

4.2.- BOMBA

Como ya vimos en el Capítulo 3, el tipo de bomba más usado en incendios es la centrífuga por su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento y distintas formas de accionamiento.

Para el sistema de protección local, se instalará una bomba centrífuga. La elección de la bomba que cubrirá el servicio, la llevaremos a cabo en función del caudal y la altura a la cual hay que elevarlo.

Como veremos más adelante (aptdo. 5), la zona que necesita mayor cantidad de agua es la zona de los Motores Principales y los Purificadores de F.O., con un caudal de 390 l/min (23,4 m³/h).

Para ello disponemos de una bomba capaz de proporcionar dicho caudal.

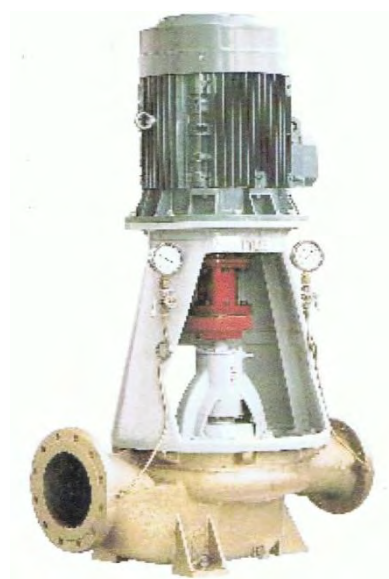
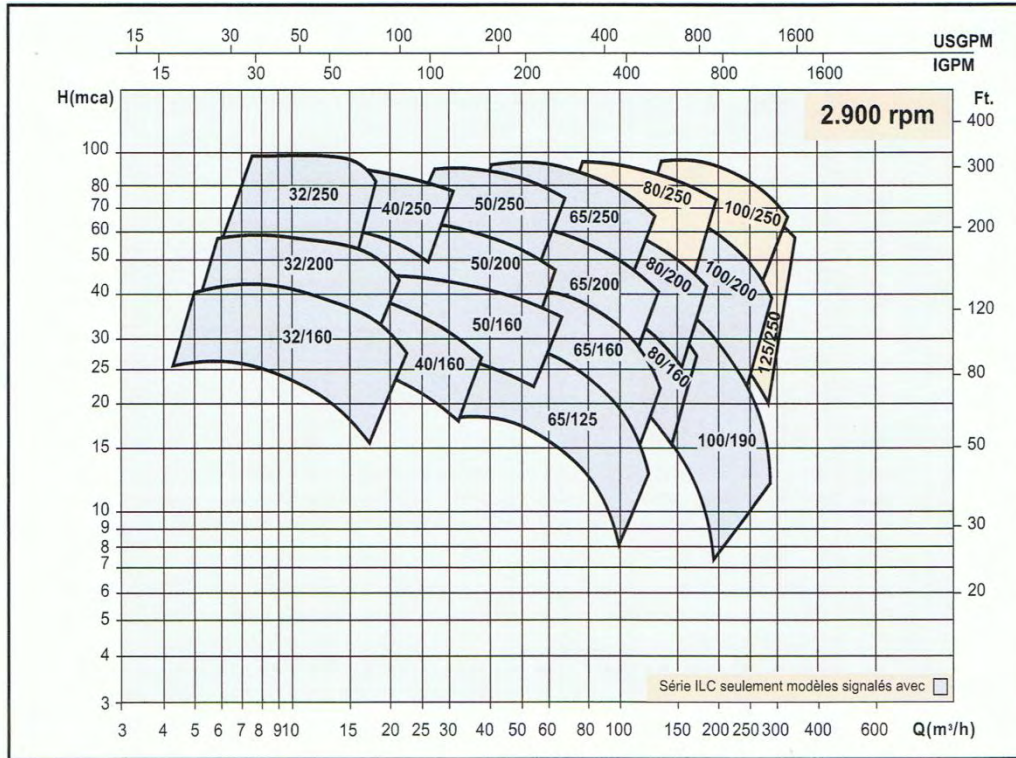


Fig. 1: Bomba centrífuga (ITUR)



Fuente: Bombas ITUR

4.3.- BOQUILLA

La **misión** de las boquillas es la de pulverizar el agua lo más finamente posible sobre la zona a proteger, de tal forma que el agua finamente pulverizada prácticamente no moja sino que aumenta la humedad ambiental, haciendo que el fuego se extinga.

Las principales características que hay que tener en cuenta para la elección de la boquilla son:

- El flujo de líquido emitido por la boquilla en función de la presión aplicada.
- Ángulo de pulverización.
- Eficacia de la boquilla, la cual se mide mediante una relación entre la energía de pulverización y la energía utilizada por la boquilla.
- Uniformidad del flujo sobre el objetivo.
- Tamaño de la gota en la pulverización.

4.4.- VÁLVULA DE BOLA CON ACTUADOR ELÉCTRICO

Estas son de gran importancia, son las encargadas de abrir paso al fluido hacia las distintas zonas a proteger. Su accionamiento puede ser tanto manual como automático.



Fig. 2 Válvula de bola con actuador eléctrico.

El conexionado de las válvulas va a la caja de conexiones que se encarga de la apertura o cierre automático.

4.5.- VÁLVULA DE BOLA

Una válvula de bola, conocida también como de "esfera", es un mecanismo que sirve para regular el flujo de un fluido canalizado y se caracteriza porque el mecanismo regulador situado en el interior tiene forma de esfera perforada.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o *bola* perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la maneta de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada).

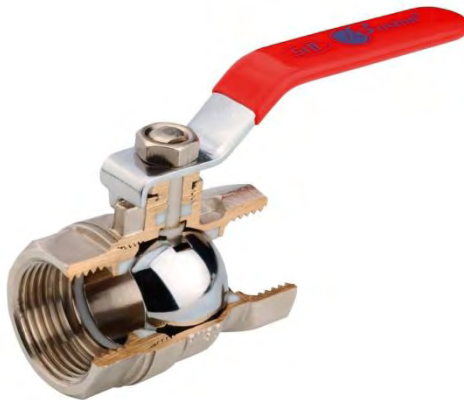


Fig. 3: Sección de una válvula de bola.

En la instalación, son empleadas para la entrada de aire comprimido para la limpieza de tuberías y como válvula de pruebas para el correcto funcionamiento de la instalación.

4.6.- VÁLVULA DE RETENCIÓN

Estas válvulas son de no retorno, impidiendo el retroceso del fluido a través de ellas, mediante un mecanismo accionado por el mismo fluido, abriéndose en el sentido

normal del flujo y cerrándose al sentido inverso de este. Se suelen emplear para controlar el sentido del flujo en las tuberías.

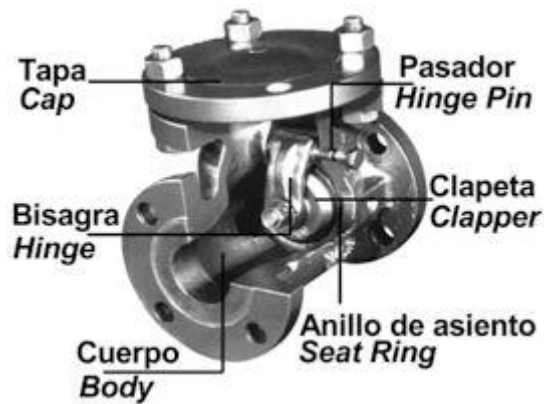


Fig. 4: Válvula de retención.

Esta válvula va instalada en la tubería de aspiración e impulsión de la bomba y en el ramal que proviene de la red de C.I general. Su **misión** es el cierre de inmediato de la válvula cuando la bomba se pare, evitando que la columna de impulsión invierta su dirección. Protege, además, de las sobre presiones producidas por el golpe de ariete.

4.7.- VÁLVULA DE PIE O DE ASIEN TO

La válvula de pie es un caso particular de la válvula de retención instalada en la base de la tubería de aspiración para evitar la descarga de la tubería y el consiguiente descebado de la bomba. La entrada de la válvula se protege con un filtro que impide la entrada de partículas en la misma.



Fig. 5: Válvula de pie.

4.8.- FILTRO

La instalación contra incendio debe de estar protegida contra suciedad, arena, partículas de óxido u otras materias extrañas que pueda contener el agua y que pueda

impedir el correcto funcionamiento de la misma. El elemento que cumple con esta misión es el filtro que en este tipo de instalaciones suele ser del tipo Y.



Fig. 6: Filtro en “Y”.

Los filtros tipo “Y” poseen un simple diseño y robusta construcción. Su gran área de filtrado implica que el mismo sea excepcionalmente eficiente. Sus partes internas son rápida y fácilmente accesibles.

Estos filtros no solamente previenen el pasaje de material extraño, sino que constituyen un depósito donde éste es acumulado y luego fácilmente removido a través de su conexión de purga.

4.9.- TUBERÍAS

Las tuberías y sus accesorios se encargan de conducir el agua hasta las zonas protegidas por el sistema contra incendio.

En la instalación se utilizarán tuberías de acero galvanizado por los siguientes motivos:

- Mayor vida útil.
- No tiene costo de mantenimiento.
- Bajo costo inicial.
- El galvanizado es resistente a golpes y ralladuras.

4.10.- ACCESORIOS

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso.

Entre los tipos de accesorios más comunes se puede mencionar:

- Bridas
- Codos
- Tes

- Reducciones
- Acoplamientos
- Empaquetaduras
- Tornillos

Entre las características se encuentran: tipo, tamaño, aleación, resistencia, espesor y dimensión.

- Diámetros. Es la medida de un accesorio o diámetro nominal mediante el cual se identifica al mismo y depende de las especificaciones técnicas exigidas.
- Resistencia. Es la capacidad de tensión en kilogramos que puede aportar un determinado accesorio en plena operatividad.
- Aleación. Es el material o conjunto de materiales del cual está hecho un accesorio de tubería.
- Espesor. Es el grosor que posee la pared del accesorio de acuerdo a las normas y especificaciones establecidas.

4.11.- SOPORTES

La instalación cuenta con un soportado normalizado de tuberías que tiene las siguientes misiones:

- Soportar la instalación de tubería.
- Reducir tensiones en las juntas.
- Permitir desplazamientos necesarios en el sistema de tuberías.
- Proporcionar a la instalación propiedades especiales como ángulos de inclinación, etc.

4.12.- PRESOSTATO

Es el elemento que va a producir el arranque o la parada de la bomba de agua dependiendo de los valores para los que se ajuste.



Fig. 7: Presostato.

4.13.- DETECTORES Y ALARMAS

El detector de incendio es la manera más eficaz de detectar un incendio en su fase incipiente. Su capacidad de detectar el incendio en su fase inicial permite tomar medidas para controlar el fuego, facilitar la evacuación y actuar sobre el sistema de extinción.

4.13.1.- Detector de humo.

Un detector de humo es un aparato de seguridad que detecta la presencia de humo en el aire y emite una señal acústica avisando del peligro de incendio. Atendiendo al método de detección que usan, pueden ser de dos tipos: ópticos o iónicos, aunque algunos usen los dos mecanismos para aumentar su eficacia.

Detector óptico: Pueden ser de dos tipos, según detecten el humo por oscurecimiento o por dispersión del aire en un espacio:

- De rayo infrarrojo, compuestos por un dispositivo emisor y otro receptor. Cuando se oscurece el espacio entre ellos debido al humo sólo una fracción de la luz emitida alcanza al receptor provocando que la señal eléctrica producida por éste sea más débil y se active la alarma.
- De tipo puntual, en los que emisor y receptor se encuentran alojados en la misma cámara pero no se ven al formar sus ejes un ángulo mayor de 90° y estar separados por una pantalla, de manera que el rayo emitido no alcanza el receptor. Cuando entra humo en la cámara el haz de luz emitido se refracta en las partículas de humo y puede alcanzar al receptor, activándose la alarma.

Es la tecnología más utilizada en la actualidad.

- Detector láser: Detectan oscurecimiento de una cámara de aglutinación con tecnología láser.

Detector iónico: Detecta los humos invisibles que se desprenden en los momentos iniciales de toda combustión, por lo tanto, puede decirse que de todos los sistemas de detección es el que primero avisa del fenómeno del fuego.

El detector lo compone un elemento de captación del aire del espacio protegido que pasa por una cámara ionizada donde un elemento radiactivo establece una variación de tensión comparada con otra cámara de referencia y estanca, provocando la activación de la alarma.

4.13.2.- Detector de llamas.

Son detectores cuyo funcionamiento se base en la recepción de las radiaciones de la luz en sus bandas más extremas, originando así dos tipos: los de captación de infrarrojos y los de ultravioleta.

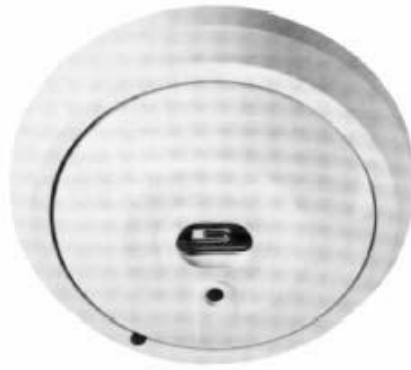


Fig. 8: Detector de llama ultravioleta.

Los detectores de llamas sólo se utilizarán si además se cuenta con detectores de humos y de calor, nunca independientemente y con el carácter de único medio de detección.

4.13.3.- Alarmas acústicas.

Las alarmas acústicas anuncian a las personas que se encuentran dentro del local, planta o zona, el inicio de un incendio, de manera que las mismas puedan evacuar el lugar rápidamente; por ello es necesario que se sitúen para ser oídas desde cualquier lugar.

Si en el área en cuestión no es posible oír bien la alarma, por las actividades que se realizan o por otras condiciones donde haya emisión de ruidos fuertes, se montan sistemas óptico-acústicos con un flash intermitente para ser visualizada inmediatamente.

5.- CÁLCULO DE LAS BOQUILLAS ROCIADORAS

El elemento determinante en el cálculo de la instalación de protección local es la boquilla rociadora.

Para la elección de la boquilla a utilizar hay que tener en cuenta una serie de características técnicas que nos proporciona el fabricante en sus catálogos.

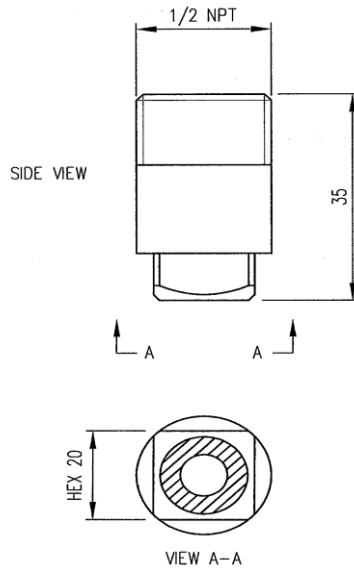


Fig. 9: Boquilla (Fuente: UNITOR)

El **caudal** descargado por la boquilla lo obtenemos con la siguiente fórmula:

$$Q = K \sqrt{P}$$

Donde:

Q = caudal (l/min)

K = factor de descarga, dado por el fabricante.

P = presión (bar)

$$Q = 19,5 \sqrt{4} = 39 \text{ l/min}$$

Una característica muy importante de las boquillas nebulizadoras es la distancia máxima y mínima tanto horizontal como vertical a la que debemos colocarlas para cubrir una determinada zona. Dichas distancias se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Mínima distancia entre el rociador y objeto a proteger.	Máxima distancia entre el rociador y objeto a proteger.	Máxima distancia entre rociador.	
1,5 m	16 m	3,0 m	Modo rejilla
1 m	1,5 m	2,5 m	Modo rejilla
1,5 m	16 m	1,5 m	Una fila
1 m	1,5 m	1,25 m	Una fila

Con los datos de la tabla anterior (proporcionados por el fabricante) y las dimensiones de cada área a proteger podemos calcular el número de rociadores que necesitaremos para cada zona.

ZONA	NOMBRE DE LA ZONA	Nº DE BOQUILLAS	CAUDAL (l/min)
1	MOTOR PRINCIPAL	10	390
2	MOTOR AUX. ESTRIBOR	8	112
3	MOTOR AUX. CENTRAL	8	112
4	MOTOR AUX. BABOR	8	112
5	PURIFICADORES DE F.O.	10	390
6	INCINERADOR	4	156
7	CALDERA	2	78

El caudal suministrado para cada zona se obtendrá de la siguiente fórmula:

$$Q_r = Q \times N$$

Donde:

Q_r = Caudal que consume la zona, (l/min).

Q = Caudal que consume un rociador, (l/min).

N = Número de rociadores en la zona.

6.- DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS

Para conocer el diámetro de las tuberías, debemos de tener en cuenta que la velocidad del fluido no sea superior a 6,1 m/s.

- **Colector principal**

Como sabemos, el caudal de descarga de la bomba es de 390 l/min (23,4 m³/h). Con éste caudal entramos en el diagrama de Agua Dulce Fría y tendremos el diámetro interior mínimo necesario.

Tendremos un tubo comercial de:

$$\text{DN 65} \rightarrow 76,1 \times 3,6 \text{ mm}$$

- **Tuberías de las zonas a proteger**

El diámetro de estas tuberías se calcula de la misma forma que el colector principal.

Motores Principales:

$$Q = 390 \text{ l/min} = 23,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Entrando en el diagrama tendremos un tubo de:

$$\text{DN 65} \rightarrow 76,1 \times 3,6 \text{ mm}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4 \times Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 23,4}{\pi (68,9)^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,74 \text{ m/s}$$

Motores Auxiliares:

$$Q = 112 \text{ l/min} = 6,72 \text{ m}^3/\text{h}$$

Entrando en el diagrama tendremos un tubo de:

$$\text{DN 32} \rightarrow 42,4 \times 3,2 \text{ mm}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4 \times Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 6,72}{\pi (32)^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,83 \text{ m/s}$$

Purificadores de F.O.:

$$Q = 390 \text{ l/min} = 23,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Entrando en el diagrama tendremos un tubo de:

$$\text{DN 65} \rightarrow 76,1 \times 3,6 \text{ mm}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4 \times Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 23,4}{\pi (68,9)^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,74 \text{ m/s}$$

Incinerador:

$$Q = 156 \text{ l/min} = 9,36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Entrando en el diagrama tendremos un tubo de:

$$\text{DN 40} \rightarrow 48,3 \times 3,2 \text{ mm}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4 \times Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 9,36}{\pi (41,9)^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,88 \text{ m/s}$$

Caldera:

$$Q = 78 \text{ l/min} = 4,68 \text{ m}^3/\text{h}$$

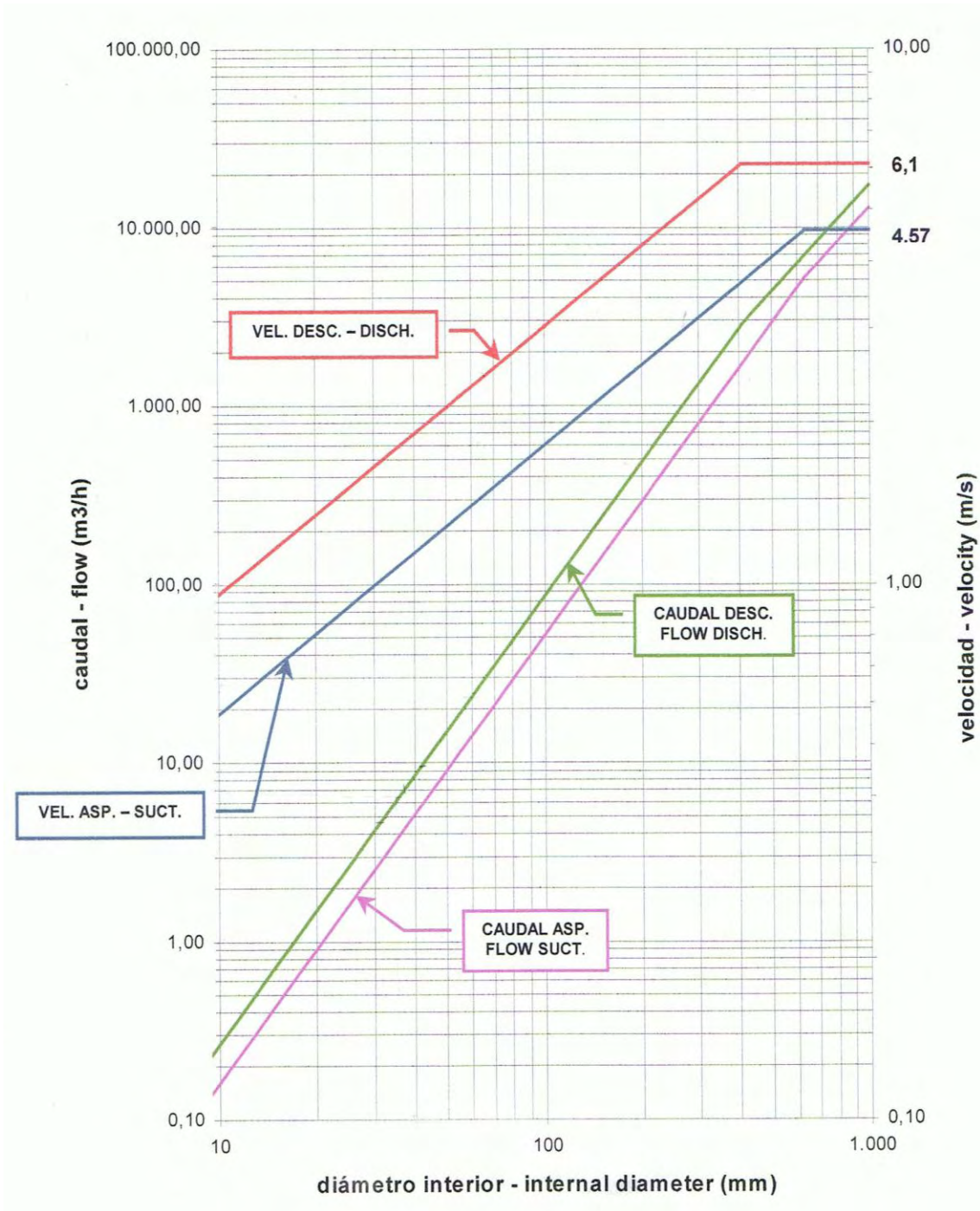
Entrando en el diagrama tendremos un tubo de:

$$\text{DN 32} \rightarrow 42,4 \times 3,2 \text{ mm}$$

Velocidad del fluido:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4 \times Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 4,68}{\pi (36)^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1,27 \text{ m/s}$$

DIAGRAMA AGUA DULCE FRÍA



CAPÍTULO 5: EXTINTORES DE INCENDIOS

1.- INTRODUCCIÓN

El extintor es uno de los equipos más usados en cualquier tipo de incendio, por su elevada eficacia extintora, facilidad de manejo, reducido tamaño, moderado mantenimiento y reducido coste.

Un **extintor** es un aparato que contiene un agente extintor que puede proyectarse y dirigirse sobre un fuego por la acción de una presión interna. Ésta presión puede producirse por una compresión previa permanente o mediante la liberación de un gas auxiliar.

Según la UNE EN-3 podríamos definir:

- **EXTINTOR PORTÁTIL:** Extintor concebido para llevarse y utilizarse a mano y que, en condiciones de funcionamiento tiene una masa inferior o igual a 20 Kg.
- **AGENTE EXTINTOR:** Conjunto del producto o de los productos contenidos en el extintor y cuya acción provoca la extinción.
- **CARGA DE UN EXTINTOR:** Masa o volumen del agente extintor contenido en el extintor. La carga de los aparatos a base de agua se expresa en volumen (litros) y la de los restantes aparatos en masa (kilogramos).
- **TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO:** Tiempo durante el cual se produce la proyección del agente extintor sin que se produzca interrupciones en la proyección, estando la válvula totalmente abierta y sin tomar en cuenta la emisión de gas propulsor.
- **ALCANCE MEDIO:** Es la distancia media sobre el suelo entre el orificio de proyección y el centro del recipiente que recoge mayor cantidad de agente extintor.
- **PRESIÓN MÁXIMA DE SERVICIO:** Para los extintores permanentemente presurizados se entenderá como tal la presión interior del aparato cuando está cargado de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sometido a la temperatura máxima de servicio, que, como mínimo, será de 60° C.

Para los extintores sin presión permanente será la presión interior que adquiere el extintor, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, en el momento de su utilización, estando todos sus orificios cerrados y a la temperatura máxima de servicio, que, como mínimo, será de 60° C.

2.- CLASIFICACIÓN DE LOS EXTINTORES

Los extintores se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios como se indican a continuación:

- Atendiendo a la **carga** del agente extintor y equipo, los extintores se clasifican en la forma siguiente:
 - Extintores portátiles: aquellos cuya masa total transportable es inferior o igual a 20 Kg.
 - Extintores móviles: aquellos que están dotados de ruedas para su desplazamiento.
- Atendiendo al **sistema de presurización** utilizado:
 - Extintores permanentemente presurizados.
 - a) Aquellos en que el agente extintor proporciona su propia presión de impulsión, tal como los de anhídrido carbónico.
 - b) Aquellos en que el agente extintor se encuentra en fase líquida y gaseosa, tal como los hidrocarburos halogenados, y cuya presión de impulsión se consigue mediante su propia tensión de vapor con ayuda de otro gas propelente, tal como nitrógeno, añadido en el recipiente durante la fabricación o recarga del extintor.
 - c) Aquellos en que el agente extintor es líquido o sólido pulverulento, cuya presión de impulsión se consigue con ayuda de un gas propelente, inerte, tal como el nitrógeno o el anhídrido carbónico, añadido en el recipiente durante la fabricación o recarga del extintor. Sólo cuando el agente extintor sea agua, con o sin aditivos, se podrá utilizar como gas propelente el aire.
 - Extintores cuya presurización se realiza en el momento de su empleo.
 - a) Aquellos en que el agente extintor es líquido o sólido pulverulento, cuya presión de impulsión se consigue mediante un gas propelente, inerte, tal como el nitrógeno o el anhídrido carbónico, contenido en una botella o cartucho, que aporta la presión de presurización en el momento de la utilización del extintor.
 - b) Aquellos en que el agente extintor es líquido y cuya presión de impulsión se consigue por un gas producido por una reacción química que tiene lugar en el interior del recipiente en el momento de su utilización.
- Atendiendo al **tipo de agente extintor que porta** se distinguen:
 - Extintores a base de agua.

- Extintores de espuma.
 - Extintores de polvo.
 - Extintores de dióxido de carbono.
 - Extintores de hidrocarburos halogenados.
- Atendiendo a la **eficacia** para la extinción, los extintores se clasifican según el hogar tipo que sean capaces de extinguir, identificado por un NÚMERO y una LETRA. El número hace referencia a la cantidad de combustible utilizada en el hogar y la letra a la clase de fuego.

CLASE	EFICACIA
A	5,8,13,21,27,34,43,55
B	21,34,55,70,89,113,144,183,233
C	No desarrolla

Los criterios que definen la calidad de un extintor son:

- *Eficacia*: eficacia de un extintor es su aptitud para la extinción de una o varias clases de fuego, según el hogar de características definidas. La potencia extintora del aparato se expresará por el hogar tipo máximo que es capaz de extinguir.
- *Seguridad*: la seguridad de funcionamiento depende de la estanqueidad, la resistencia a la presión interna, la resistencia a las vibraciones, la toxicidad y/o neutralidad del agente extintor, la conductibilidad eléctrica del agente extintor.
- *Conservación*: la conservación del extintor en el tiempo, se valora por el período durante el cual mantiene su capacidad de extinción.

La clasificación de los extintores queda resumida en la siguiente tabla:

POR SU CARGA	Portátiles manuales: su masa total transportable es menor de 20 Kg. Sobre ruedas: para ser transportados por una o varias personas.
POR SU EFICACIA	Se clasifican por una letra (Tipo de fuego) y un número que hace referencia a la cantidad de combustible utilizado para extinguir un hogar tipo.
POR SU FORMA DE IMPULSIÓN	Extintores permanentemente presurizados. Extintores cuya presurización se realiza en el momento de su empleo.
POR LA SUSTANCIA EXTINTORA	Extintores de espuma. Extintores de agua Extintores de halones. Extintores de polvo. Extintores de CO ₂

En el siguiente cuadro se incluye diferentes tipos de extintores, señalando sus aplicaciones, extraída de la norma nº 10 de la tabla de la “National Fire Protection Association”.

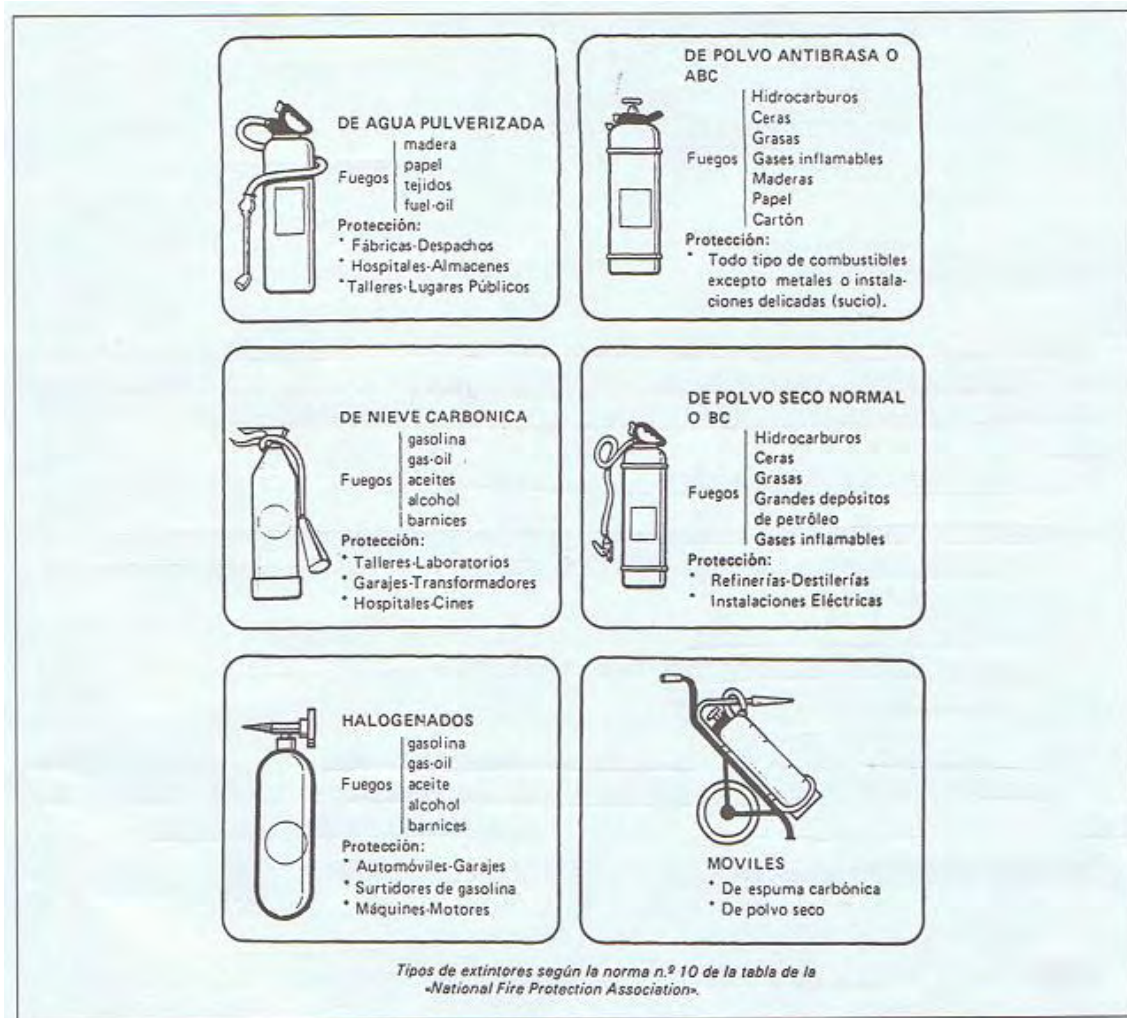


Fig. 1: Tipos de extintores

Con el objeto de obtener una actuación eficaz y segura sobre un incendio es necesario desarrollar la clasificación de los extintores en función del **agente que porta**. A continuación se exponen detalladamente las características de cada uno de los agentes extintores:

1. EXTINTOR DE AGUA

El extintor de agua es aquel cuyo agente extintor está constituido por agua o por una disolución acuosa y un gas auxiliar. Se distinguen los siguientes tipos:

- Extintores de agua a chorro.
- Extintores de agua a chorro con aditivos.
- Extintores de agua pulverizada.
- Extintores de agua pulverizada con aditivos.

a) Extintores de agua a chorro:

Son aquellos que proyectan el agua o una solución acuosa en forma de chorro compacto, gracias a la presión proporcionada por la liberación de un gas auxiliar o por una presurización previa.

- Forma de extinción: Por enfriamiento.
- Capacidad: 10 litros.
- Temperaturas límites: De 0° C a 38° C.
- Peligros de empleo: No utilizar en corriente eléctrica.
- Clases de fuego: Eficaces en fuegos de la clase A.
- Alcance: De 8 a 10 m.
- Velocidad de extinción: Lenta.
- Duración de la descarga: De 30 seg. a 1 min. y 30 seg.
- Peso medio: 15 Kg.
- Envejecimiento: Riesgo de oxidación si la protección es insuficiente. Carga inalterable.
- Toxicidad: Nula.
- Aditivos: Productos tensoactivos ó humectantes que facilitan la extinción favoreciendo la acción del agua. Con productos AFFF se extinguen fuegos de clase B.

b) Extintores de agua pulverizada:

Son aquellos que proyectan agua o una solución acuosa bajo la forma de chorro pulverizado, gracias a la presión proporcionada por la liberación de un gas auxiliar o por una presurización previa. Las características generales son similares a las correspondientes a los extintores de chorro, excepto en las siguientes:

- Peligro de empleo: Pueden utilizarse en presencia de corriente eléctrica, únicamente en baja tensión.
- Clase de fuego: Muy eficaces en fuegos de la clase A (el doble que los extintores de chorro).
- Eficacia aceptable en fuegos de clase B (para productos más densos que el fuel ligero).
- Alcance: Del orden de 2 metros.
- Duración de la descarga: De 20 seg. al minuto.

2. EXTINTOR DE ESPUMA

El extintor de espuma es aquel que proyecta una mezcla espumosa a base de agua. Ésta proyección puede ser de dos tipos:

a) Espuma química:

Consta de un cuerpo principal que contiene una disolución de bicarbonato sódico, un producto estabilizante de espuma y una ampolla de sulfato de aluminio. Al accionar el extintor se rompe esa ampolla y reacciona la mezcla dando una espuma líquida que se expande 6 veces y es expulsada fuera del extintor por la presión del anhídrido carbónico que desprende la mezcla.

b) Espuma física:

Son más corrientes y más eficaces que los anteriores. Emplean espumas de proteínas o espumas generadoras de película acuosa. El cuerpo del extintor está lleno de agua con el agente espumógeno. La presión se obtiene de un botellín de anhídrido carbónico o son de presión permanente incorporada por un gas.

Los extintores de espuma tienen la única y muy importante capacidad de no solo extinguir los incendios de líquidos inflamables sino también de suprimir los vapores y evitar que salgan y prevenir su potencial reignición o reincendio. Cuando se aplica en forma suficiente, esta capacidad de sellado de los agentes de la espuma pueden ayudar a prevenir varias situaciones en derrames de líquidos inflamables que podrían convertirse en situaciones de incendio.

- Forma de extinción: Por sofocación y por enfriamiento.
- Capacidad: 10/12 litros.
- Temperaturas límites: De 0° C a 38° C.
- Peligros de empleo: No utilizar en corriente eléctrica. La espuma química es corrosiva.
- Clases de fuego: Eficaces en fuegos clase A y B.
- Alcance: De 6 a 8 metros.
- Velocidad de extinción: Lenta.
- Duración de la descarga: 1 minuto aproximadamente.
- Peso medio: 16 Kg.
- Envejecimiento: Riesgo de oxidación interior y corrosión de la chapa, riesgo de obstrucción de la boquilla. La carga hay que reponerla todos los años (espuma química).
- Toxicidad: Nula.

3. EXTINTOR DE ANHÍDRIDO CARBÓNICO (CO₂)

Llamados también de nieve carbónica. La impulsión está generada por la propia presión de anhídrido carbónico, gas licuado a presión, contenido en la botella.

El agente se descarga mediante una boquilla de plástico o goma en forma de cono (bocina) situada al final de una manguera corta o de un tubo.



Fig. 2: extintores de CO₂

- Forma de extinción: Por enfriamiento y sofocación.
- Capacidad: 2, 3.5 y 5 Kg.
- Temperatura límite: Cualquier temperatura superior o igual a 50° C.
- Peligros de empleo: No exponer el aparato al calor.
- Clases de fuego: Eficaz en fuegos de la clase B. Utilizable en presencia del a corriente eléctrica.
- Alcance: De 1 a 1,5 metros.
- Velocidad de extinción: Rápida.
- Duración de la descarga: De 8 a 30 seg.
- Peso medio: Muy variable, de 10 a 25 Kg.
- Envejecimiento: No tiene riesgo de corrosión interna. Carga inalterable.
- Toxicidad: Nula.
- Ventaja: Es limpio, no deja residuos y es económico.
- Inconvenientes: es ineficaz en fuegos de tipo A.

4. EXTINTOR DE POLVO

La impulsión del polvo se produce al actuar la presión del anhídrido carbónico o el nitrógeno contenidos en un botellín, interior o exterior, o bien mediante la presión incorporada en la misma botella del polvo y que suele hacerse también con nitrógeno.

Existen distintos tipos de polvo para cargar los extintores:

- Polvo seco, a base de bicarbonato sódico.
- Polvo polivalente, a base de fosfato monoamónico.
- Polvo potásico, a base de bicarbonato sódico.
- Polvo especial, para fuegos metálicos.
- Polvo tipo “Monnex”, a base de urea y bicarbonato potásico.



Fig. 3: Extintor de polvo ABC.

Éste tipo de extintores son de manejo sumamente fácil, la manguera es lo suficientemente larga para permitir a la persona que utiliza el extintor gran facilidad de movimiento. La manguera nace del fondo del depósito y va ceñida al cuerpo del aparato. A su otro extremo lleva acoplada una pistola que permite lanzar de forma intermitente el chorro de polvo, con lo que se consigue un gran chorro del agente extintor.

Llevará una válvula de seguridad, que funciona automáticamente y evita toda clase de peligros, aun cuando sea cargado el extintor de forma no correcta. Lleva además una lámina de plomo en el acoplamiento de la manguera al tubo del sifón, para evitar que penetre humedad en el depósito de polvo a través de la manguera, cerrándola herméticamente, lo cual es muy importante en regiones húmedas o cuando el extintor está al servicio de la marina.

- Forma de extinción: Acción sobre las reacciones en cadena de la combustión.

- Capacidad: 1, 2, 3, 4, 6, 9 y 12 Kg.
- Temperaturas límites: Cualquier temperatura entre 20° C y + 60° C.
- Peligros de empleo: En mecanismo sensibles al polvo y en instalaciones electrónicas.
- Clase de fuego: Polvo seco, poco eficaz en fuegos clase A, muy eficaz en fuegos clase B. Polvo polivalente, eficaz en fuegos de la clase A, muy eficaz en fuegos clase B.

Utilizables en presencia de corriente eléctrica (el polvo polivalente únicamente en baja tensión).

- Alcance: Hasta un máximo de 5 m., según la capacidad del extintor.
- Velocidad de extinción: Muy rápida en fuegos clase B; lenta en fuegos clase A (excepto el polvo polivalente que es rápida).
- Duración de la descarga: De 6 a 20 segundos.
- Peso medio: De 5 a 16 Kg.
- Envejecimiento: No existe corrosión interior. La carga es inalterable so no se han superado los 60° C.
- Toxicidad: Nula.

5. EXTINTOR DE HIDROCARBUROS HALOGENADOS

El extintor de hidrocarburo halogenado es aquel cuyo agente extintor está formado por uno o varios de estos gases dotados de propiedades extintoras y que son proyectados merced a una presión suministrada, o bien por una presurización previa, o por el propio agente extintor al pasar de la fase líquida o la gaseosa.

Están prohibidos el bromuro de metilo y el tetracloruro de carbono, estando permitidos el Halón 1211 (difluoromonocloromonobromo metano) y el Halón 1301 (trifluoromonobromo metano).

- Forma de extinción: Acción química sobre las reacciones en cadena de la combustión.
- Capacidad: De 0,5 a 10 Kg.
- Temperatura límites: entre -5° C y 50° C.
- Peligros de empleo: No exponerse a los humos y gases expelidos. Ventilar a fondo después de su uso.
- Clase de fuego: eficaces en fuegos de clase B. Utilizables en presencia de la corriente eléctrica.

- Alcance: De 0,5 a 6 m.
- Velocidad de extinción: Rápida.
- Duración de la descarga: De 6 a 30 segundos.
- Peso medio: De 700 gr. a 16 kg. según capacidades.
- Envejecimiento: Nulo. Carga inalterable.
- Toxicidad: Toxicidad relativa tanto antes como después de la descomposición de la llama. Bromuro de metilo y tetracloruro de carbono muy tóxicos.

En el siguiente cuadro se resume la efectividad de cada agente extintor según el tipo de fuego extraído del RD-1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

AGENTES EXTINTORES Y SU ADECUACIÓN A LAS DISTINTAS CLASES DE FUEGO				
AGENTE EXTERIOR	CLASES DE FUEGO			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2) XXX	X		
Agua a chorro	(2) XX			
Polvo BC (convencional)		XXX	XX	
Polco ABC (polivalente)	XX	XX	XX	
Polvo específico metales				XX
Espuma física	(2) XX	XX		
Anhídrido carbónico	(1) X	X		
Hidrocarburos halogenados	(1) X	XX		
Siendo: xxx: Muy adecuado; xx: Adecuado; x: Aceptable Notas: (1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx. (2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23110.				

3.- FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE UN EXTINTOR

Usualmente los extintores están compuestos de las siguientes partes:

- Pasador metálico: bloquea el funcionamiento del extintor. Se debe extraer antes de utilizar el mismo.
- Manguera: permite dirigir y proyectar el agente extinguidor hacia el lugar adecuado.
- Etiquetado: el contenido de la misma puede variar en función de la legislación de cada país, aunque normalmente recoge datos relativos al tipo de agente extintor, para qué fuegos está indicado y forma de utilización.
- Palanca de accionamiento: es el elemento que hay que presionar para permitir la salida del Agente extintor desde su ubicación habitual al lugar de emergencia.
- Manómetro: indica la presión del gas impulsor.
- Cuerpo: es el recipiente metálico que contiene la sustancia que apaga el fuego.

Funcionamiento:

En la Figura 4 se representa un extintor portátil de presión almacenada. Para accionar el extintor se quita el pasador tirando de la anilla, desbloqueándose la palanca que se acciona apretando hacia la maneta fija para que así se ponga en comunicación el tubo sifón y la manguera. Entonces el gas impulsor empuja a la masa del agente extintor obligándola a salir por el tubo sifón hacia la manguera y su boquilla.

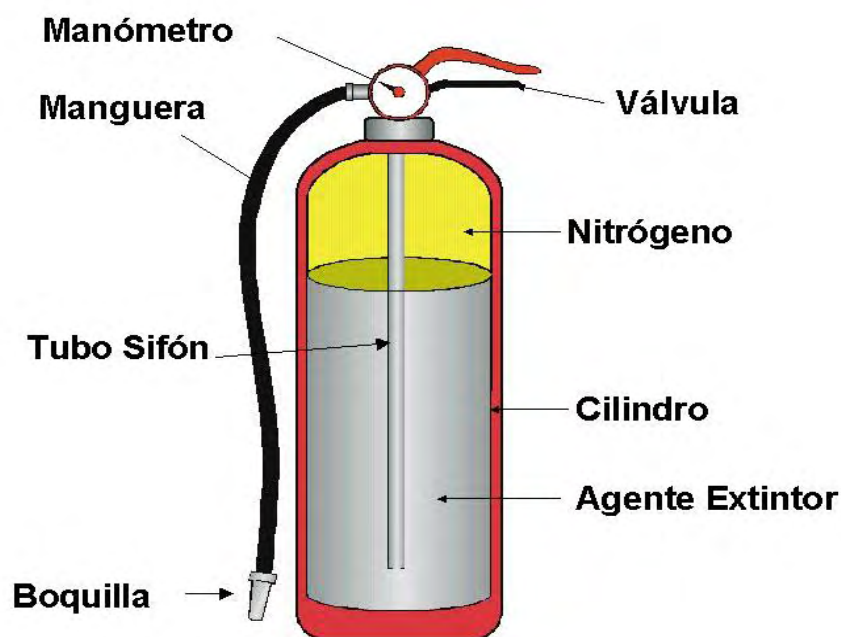
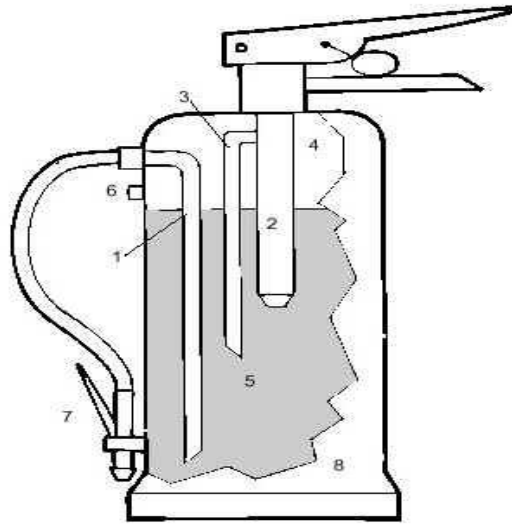


Fig. 4: Extintor portátil con presión almacenada.

En la Figura 5 se representa un extintor de presión no permanente con botellín interior. Para el accionamiento del extintor se comienza por quitar el pasador de seguridad tirando de su anilla, desbloqueándose así la palanca que al apretarla hacia la maneta fija abre la salida del agente impulsor del botellín 2 que a través del tubo 3 se aloja en la cámara 4. Posteriormente si se empuña la boquilla de la manguera 7 y se acciona su palanca el agente impulsor que estaba presionando desde su cámara al agente extintor, obligará a éste a pasar por el tubo 1 y salir por la boquilla de la manguera.



- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Tubo de salida del agente extintor | 5. Agente extintor |
| 2. Botellín de agente impulsor. | 6. Válvula de seguridad |
| 3. Tubo de salida del agente impulsor | 7. Boquilla con palanca de accionamiento |
| 4. Cámara de gases. | 8. Cuerpo del extintor |

Fig. 5: Extintor de presión no permanente.



Fig. 6: Extintor de dióxido de carbono (CO₂).

4.- IDENTIFICACIÓN DE UN EXTINTOR

4.1.- PLACA DE TIMBRE

El extintor deberá ir provisto de una placa de diseño que llevará grabados los siguientes datos:

- Presión de diseño (presión máxima de servicio).
- Nº de la placa de diseño que se asigne a cada aparato, el cual será exclusivo para cada extintor.
- Fecha de la primera prueba y sucesivas, y marca de quien la realiza.

La fijación de ésta placa será permanente, bien por remache o por soldadura, autorizándose en los extintores que carezcan de soporte para la misma que la placa sea adherida por otro medios, siempre que se garantice su inamovilidad.

Dichas placas, que serán facilitadas por los respectivos Órganos Competentes de la Administración, serán metálicas, con los siguientes espesores:

- Latón y aluminio, entre 0,4 y 1,2 mm.
- Acero inoxidable, entre 0,1 y 0,8 mm.

En todo caso deberán resistir sin deterioro sensible la acción de los agentes externos, de modo que en todo momento sean legibles sus indicaciones.

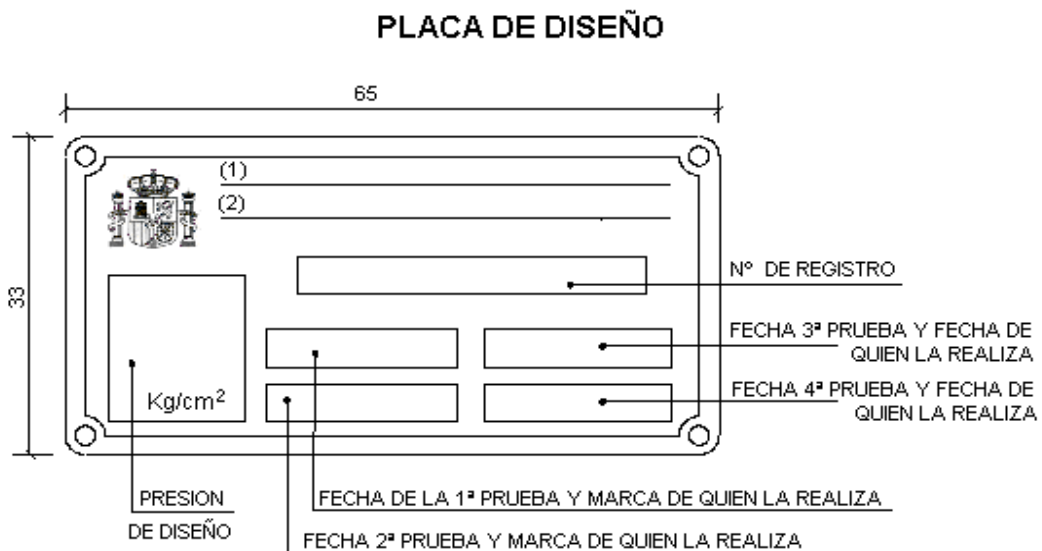


FIGURA 1

Fig. 7: Ejemplo de placa de diseño.

4.2.- ETIQUETA DE CARACTERÍSTICAS

La etiqueta de características debe contener las inscripciones que permitan reconocer y utilizar un extintor, irán situadas sobre el cuerpo del mismo, en forma de calcomanía, placa metálica, impresión serigráfica o cualquier otro procedimiento de impresión que no se borre fácilmente. Se elegirán caracteres fácilmente legibles, teniendo en cuenta que alguna de estas inscripciones deben poder leerse rápidamente en el momento de la intervención.

Tanto el diseño como el contenido de la etiqueta de características queda definida en la parte 58 de la Norma UNE EN 3, quedando esta con los siguientes apartados:

- a) Naturaleza de agente extintor: Se indicará en la parte superior de las inscripciones; irá precedida de la palabra “EXTINTOR”. Deberá ser leída fácilmente por un operador situado frente al extintor en posición normal.
- b) Modo de empleo: Las inscripciones sobre el modo de empleo se situarán inmediatamente debajo de la inscripción anterior.
- c) Peligro de empleo: Los peligros de empleo, si existen, así como las recomendaciones restrictivas, figurarán inmediatamente debajo de las anteriores. Como ejemplo de peligro tenemos:
 - Peligro, no utilizar en presencia de tensión eléctrica.
 - Airear o ventilar el ambiente después de su uso.
 - No utilizar sobre fuegos de Clase.....
- d) Temperatura máxima y mínima de servicio.

5.- VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO

La verificación y mantenimiento de los extintores, serán necesarios para asegurar en todo momento que se encuentran completamente cargados sin deterioro alguno, boquillas no obstruidas, en su lugar adecuado y sin obstáculos que dificulten su visibilidad y acceso, con el fin de conseguir la mayor eficacia en su utilización.

Se habrá de comprobar el buen estado de conservación de la placa de timbre, así como la etiqueta de características.

La verificación correcta y adecuado mantenimiento se habrán de realizar teniendo en cuenta los tres elementos básicos del extintor: partes mecánicas, agente extintor y medios de impulsión.

Frecuencia de las operaciones:

- **Cada tres meses:** comprobación de la accesibilidad, buen estado aparente de conservación, seguros, precintos, inscripciones, manguera, etc.

Comprobación del estado de carga (peso y presión) del extintor y del botellín de gas impulsor (si existe), estado de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.).

- **Cada año:** verificación del estado de carga (peso, presión) y en el caso de extintores de polvo con botellín de impulsión, estado del agente extintor.

Comprobación de la presión de impulsión del agente extintor. Estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.

- **Cada cinco años:** El retimbrado de los extintores deberá realizarse cada cinco años, por el fabricante del extintor o mantenedor autorizado. En todos los extintores (excepto los de anhídrido carbónico), se harán como máximo tres timbrados, debiendo retirarse el extintor después de los 20 años.

6.- NORMAS BÁSICAS DE UTILIZACIÓN

No hay que olvidar que un extintor solamente es eficaz para atacar los incendios en sus comienzos, por lo que la rapidez es fundamental.

- a) Comprobar que el agente extintor es el adecuado para atacar el incendio que tenemos. En la etiqueta del extintor aparecen los tipos de fuego (A, B, C, D) para los que se puede utilizar el extintor y su eficacia.
- b) Descolgar el extintor asiéndolo por la maneta o asa fija que disponga y dejarlo sobre el suelo en posición vertical. Si el extintor es de polvo se debe voltear para eliminar el posible apelmazamiento del agente extintor y facilitar su salida.



- c) En caso de que el extintor posea manguera, asirla por la boquilla antes de iniciar la descarga para evitar la salida incontrolada del agente extintor. En caso de que el extintor fuese de CO₂ poner especial cuidado de asir la boquilla por la parte aislada y no dirigirla hacia las personas. Comprobar en caso de que exista válvula o disco de seguridad no estarán orientados hacia el usuario.



- d) Quitar el pasador de seguridad (generalmente se hace tirando de su anilla).
- e) Acercarse al fuego dejando manteniendo como mínimo un metro de distancia. Si el extintor es de CO₂, se debe llevar apoyándolo a cada paso en el suelo para permitir la eliminación de la posible electricidad estática que se genere.
- f) Apretar la maneta y, en caso de que exista, apretar la palanca de accionamiento de la boquilla.



Dirigir el chorro a la base de las llamas barriendo la superficie del incendio en forma de zig-zag y manteniendo el extintor en sentido vertical. Es conveniente agacharse ligeramente para evitar el humo.

En el caso de incendios de líquidos o de sólidos de pequeño tamaño, el chorro del extintor debe proyectarse tangencialmente superficialmente) efectuando un barrido horizontal y evitando que la propia presión de impulsión pueda provocar salpicaduras que extenderían el fuego o el derrame incontrolado del producto en combustión.

En los fuegos de varios niveles debe comenzarse la extinción por la parte más baja para continuarla en dirección a la más elevada.

Cuando sea necesario utilizar varios extintores a la vez, se actuará siempre en la misma dirección para evitar posibles interferencias.



- g) Al finalizar el incendio, ventilar el lugar sobre todo si se ha utilizado CO₂.
- h) Una vez que se ha descargado un extintor, aunque solo sea parcialmente, debe procederse a su descarga.

7.- EQUIPOS PORTÁTILES LANZAESPUMA

Un equipo móvil completo que pueda generar espuma requiere un sistema dosificador-mezclador, boquilla o lanzas especiales y depósitos manejables del espumógeno elegido. Todo ello se interrelaciona con la red que suministra el agua, considerando como equipo móvil las mangas del tendido que constituye cada línea.

- **Mezcladores – dosificadores:** son equipos móviles que permiten la aplicación en porcentaje deseado del espumógeno a la circulación del medio utilizado (tubería, manga, monitor).

Utilizan el sistema Venturi para aspirar el espumógeno gracias a la depresión de la misma corriente de agua del sistema al que están incorporados. El Venturi puede graduarse mediante válvula o regulador de caudal, calculado para obtener la dosificación de la mezcla adecuada al tipo de espuma que se desea conseguir o que necesariamente necesita por su constitución.

- **Lanzas:** El tipo de Baja Expansión se utiliza para crear grandes volúmenes de espuma con un tamaño de burbuja bajo, con el mínimo consumo de premezcla agua y espumógeno. Las dimensiones y peso de los aparatos son reducidas de tal manera que la manipulación sea fácil y ligera.



Fig. 8: Lanza de espuma (B.E.)

El tipo de Media Expansión se produce para crear grandes volúmenes de espuma, con el mínimo consumo de premezcla agua y espumógeno. Las dimensiones y peso de los aparatos son reducidas de tal manera que la manipulación sea fácil y ligera.

Las lanzas de alta expansión en sí no existen, si no que se llama Generador de espuma de alta expansión a aquel aparato que mediante una entrada de espuma y agua regula el caudal de espuma saliente mediante un ventilador rotatorio.

7.1.- MANTENIMIENTO

Después de su uso necesitan ser barridos interiormente con agua para eliminar restos de espumógeno que pudieran, una vez secos, disminuir la acción de las válvulas de aspiración de los mezcladores, obstruir orificios de boquillas o endurecer la maniobra de las válvulas de boquillas y aplicadores.

La circulación de agua limpia después de usarlos con espumógeno es suficiente para lograr esos propósitos quedando el equipo listo para su nueva utilización. Con el tiempo, ciertas partes del equipo, principalmente las rejillas de las lanzas donde la espuma se produce por la mezcla con el aire, pueden sufrir roturas que harán disminuir los volúmenes de espuma calculada en diseño, por lo que requieren una inspección regular, según el grado de utilización, sustituyendo las dañadas por otras enteras o sin obstrucciones.

Este mantenimiento no puede programarse, pues debe ejecutarse a la primera ocasión sin esperar un plazo periódico como el establecido para otros equipos.

8.- NORMATIVA APLICADA AL BUQUE

SOLAS, Capítulo II-2, Regla 10:

3.- Extintores portátiles

3.1.- Tipo y proyecto

Los extintores portátiles cumplirán lo prescrito en el Código de Sistema de Seguridad Contra Incendios. (Ver Anexo)

3.2.- Distribución de los extintores

3.2.1.- Los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control estarán provisto de extintores portátiles de un tipo aprobado y en número suficiente a juicio de la Administración. En los buques de arqueo bruto igual o superior a 1 000, el número de extintores portátiles no será inferior a cinco.

3.2.2.- Uno de los extintores portátiles destinado a un espacio determinado estará situado cerca de la entrada a dicho espacio.

3.2.3.- No habrá extintores de incendios a base de anhídrido carbónico en los espacios de alojamiento. En los puestos de control y demás espacios que contengan equipo eléctrico o electrónico o dispositivo necesario para la seguridad del buque, se proveerán extintores cuyo agente extintor no sea conductor de la electricidad ni pueda dañar el equipo y los dispositivos.

3.2.4.- Los extintores de incendios estarán colocados, listos para su utilización, en lugares visibles que puedan alcanzarse rápida y fácilmente en todo momento en caso de incendio, y de modo que su utilidad no se vea afectada por las condiciones meteorológicas, las vibraciones u otros factores externos. Los extintores portátiles dispondrán de dispositivos que indiquen si se han utilizado.

3.3.- Cargas de respeto

3.3.1.- Se proveerán cargas de respeto para el 100% de los 10 primeros extintores y para el 50% del resto de los extintores que se puedan recargar a bordo. No se necesitaran más de 60 cargas de respeto en total. Las instrucciones para recargarlo se llevarán a bordo.

3.3.2.- Cuando se trate de extintores que no se puedan recargar a bordo, en lugar de cargas de respeto se proveerán la misma cantidad de extintores portátiles adicionales del mismo tipo y capacidad según lo dispuesto en el párrafo 3.3.1 supra.

5.- Medios de extinción de incendios en los espacios de máquinas

5.1.- Espacios de máquinas que contienen calderas alimentadas con combustible líquido o instalaciones de combustible líquido

5.1.2.- Medios adicionales de extinción de incendios

5.1.2.1.- En cada cámara de calderas, o a la entrada de ella, por la parte de fuera, habrá por lo menos un dispositivo portátil lanza espuma que cumpla lo dispuesto en el Código de Sistema de Seguridad Contra Incendios. (Ver Anexo)

5.1.2.2.- En cada pasillo de caldera de cada cámara de calderas y en todo espacio en que se halle situada una parte de la instalación de combustible líquido habrá por lo menos dos extintores portátiles de espuma o de un producto equivalente. En cada cámara de calderas habrá por lo menos un extintor de espuma de tipo aprobado, de 135 como mínimo de capacidad, o su equivalente. Estos extintores estarán provisto de mangueras montadas en carretes con las que se pueda alcanzar cualquier punto de la cámara de calderas. En el caso de calderas de menos de 175 Kw destinadas a servicios doméstico, no se requiere un extintor de espuma de tipo aprobado de 135 de capacidad como mínimo.

5.1.2.3.- En cada pasillo de calderas habrá un recipiente que contenga por lo menos 0,1 m³ de arena, serrín impregnado de sosa u otro material seco aprobado, junto con una pala adecuada para esparcir el material. En lugar de ese recipiente podrá haber un extintor portátil de tipo aprobado.

5.2.- Espacios de máquinas con motores de combustión interna

5.2.2.- Medios adicionales de extinción de incendios

5.2.2.1.- Habrá por lo menos un dispositivo portátil lanza espuma que cumpla con el Código de Sistema de Seguridad Contra Incendios. (Ver Anexo)

5.2.2.2.- En cada uno de estos espacios habrá extintores de espuma de tipo aprobado, cada uno de ellos con una capacidad de 45 como mínimo, o su equivalente puedan alcanzar cualquier punto de los sistemas de combustible y de aceite de lubricación a presión, engranajes y otras partes que presenten riesgo de incendio. Habrá además un número suficiente de extintores portátiles de espuma, o su equivalente, situado de modo que no sea necesario recorrer más de 10 m para llegar a ellos desde ningún punto del espacio de que se trate, debiendo haber por lo menos dos en cada espacio. Con respecto a los espacios de menores dimensiones de los buques de carga, la Administración podrá considerar la conveniencia de atenuar esta prescripción.

Una vez analizado los tipos de extintores, sus características y la normativa que deben cumplir, en el buque se instalarán los siguientes extintores:

- 4 Extintores de CO₂ de 5 Kg,
- 22 Extintores de polvo seco de 10 Kg.
- 5 Extintor de espuma de 10 L.
- 1 Extintor de espuma de 45 L (Carro)
- 1 Extintor de polvo seco de 20 Kg. (Carro)
- 1 Extintor de polvo seco de 50 Kg. (Carro)
- 2 Extintores portátiles lanza-espuma de 20 L.

Zona	Tipo de Extintor	Cantidad
Doble fondo	Polvo seco, 10 kg	5
	Polvo seco, 20 kg (carro)	1
3ª Plataforma	Polvo seco, 10 kg	3
2ª Plataforma	Polvo seco, 10 kg	1
	CO ₂ , 5kg	2
	Ext. Portátil lanzaespuma, 20 L	1
	Espuma, 10 L	5
	Espuma, 45 L (carro)	1
1ª Plataforma: Taller electricista Taller maquinista Local servomotor Pañol maquinista Caldera	Polvo seco, 10 kg	4
	CO ₂ , 5kg	1
	Polvo seco, 10 kg	1
	Polvo seco, 10 kg	1
	Polvo seco, 10 kg	1
	Ext. Portátil lanzaespuma, 20 l	1
	Polvo seco, 50 kg (carro)	1
	Polvo seco, 10 kg	2
Cubierta superior: Local generador emergencias Pañol pinturas Cámara de CO ₂ Local incinerador	-	-
	CO ₂ , 5kg	1
	Polvo seco, 10 kg	1
	Polvo seco, 10 kg	1
	Polvo seco, 10 kg	1
	Polvo seco, 10 kg	1

La ubicación y distribución de cada uno de ellos queda definida en los planos de *Servicio General de Contra Incendios*.

CAPÍTULO 6: EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

1.- INTRODUCCIÓN

El equipo humano que intervenga en la lucha C.I. debe estar suficientemente protegido contra la agresión que va a recibir en las manifestaciones propias del fuego (humo, calor, llamas) y las propias de toda intervención (agua, golpes, accidentes), para que puedan enfrentarse con ciertas garantías de éxito.

Debe pensarse que los componentes de un equipo de intervención, únicos que por sus conocimientos y experiencia pueden proteger al resto de los tripulantes y evitar daños estructurales, no pueden realizar su cometido si se encuentran indefensos ante el incendio.

2.- TRAJES DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO

La forman aquellas prendas que impiden el contacto de la piel con temperaturas elevadas que el organismo es incapaz de soportar con carácter reversible durante tiempos prolongados.

Estas ropas están fabricadas con materiales especiales como puede ser el NOMEX, considerado prácticamente ignífugo, con una resistencia térmica de 1370° C durante 17 segundos; las prendas confeccionadas con este tejido resisten el calor y la llama, no se derriten, gotean ni se pegan al cuerpo, no despiden olor en la combustión, no se consumen ni se dilatan a la llama, no tienen efectos sobre la piel, su conductividad eléctrica es elevada, y resisten a la acción de los productos químicos. Cuando se carboniza al ser sometido a elevadas temperaturas se transforma en grafito cristalino que proporciona una capa de protección que impide la combustión de la capa inferior. Cuando se la combina con otras prendas de reconocida eficacia permiten mayores tiempos de protección, y posibilitan su recombinación con mas capas del mismo material.

Hay dos tipos de trajes que deben ser utilizados en la extinción de un incendio, dependiendo de las tareas que se realizan, pueden ser:

- Para atacar el fuego:
 - Trajes de penetración.
 - Trajes de aproximación.
- Trajes de protección contra productos químicos.

2.1.- TRAJES DE PENETRACIÓN

Es el equipo de protección más complejo en su constitución y de más delicado uso; este tipo de protección encierra totalmente a la persona permitiéndole pasar a través de las llamas durante breves espacios de tiempo no superiores a los 2 minutos de contacto directo con el fuego a temperaturas que no excedan los 800° C.

Está constituido por unas capas de fibras incombustibles dispuestas de tal forma que proporcionan un muro infranqueable a las llamas y temperaturas elevadas. Generalmente la disposición de esas capas revestimientos es una estratificación de fuera hacia dentro en 9 revestimientos desglosados en:

- Fibra de vidrio.
- Lana de vidrio.
- Fibra de vidrio aluminizada.

A medida que sufre la destrucción externa del fuego, las capas exteriores van siendo carbonizadas, calculándose que para los tiempos y temperaturas máximas citadas se llegaría a las dos capas de fibra de vidrio aluminizada que determinan la zona de seguridad, a partir de la cual la temperatura afectaría el cuerpo de la persona de forma inmediata.

Estas consideraciones obligan al perfecto mantenimiento del traje y que en todo momento se disponga en perfecto estado, en todas sus capas; son embargo, para acciones de pocos segundos, las lesiones estructurales de una capa externa no son significativas para excluir el traje, aunque es preferible que cuando ha sufrido daños por efecto del fuego, este traje de penetración se reserve para prácticas de adiestramiento, aspecto fundamental, pues se requiere una perfecta colocación del mismo que imposibilite puntos débiles o sin cubrir por donde pasarían las llamas o el calor.

La caperuza o protector de la cabeza, de la misma estructura que el resto del traje, dispone de un visor de policarbonato que a causa de los recubrimientos de protección añadidos no permite una gran visibilidad, por lo que los recorridos a efectuar siempre deberán ser cortos y precisos sin excesivos cambios de nivel u orientación, debiendo tener en cuenta que el volumen y peso del equipo tampoco posibilita una adecuada movilidad.

Por lo expuesto, trajes de penetración solo se utilizan en contadas ocasiones, cuando con su empleo se posibilite una acción de socorro u operaciones sencillas como las de cierre de válvulas que darían fin al fuego.



Fig.1: Traje de penetración.

2.2.- TRAJES DE APROXIMACIÓN

De menor problemática que los trajes de penetración, estos equipos actúan como barrera entre el organismo y el fuego interrumpiendo el efecto del calor emitido por radiación y el ambiental por corrientes de convección, mediante recubrimientos especiales de la prenda, con características reflectantes, de pequeños coeficientes de conductividad térmica y con permeabilidad de adentro hacia afuera que faciliten la evaporación.

El traje de aproximación puede estar formado por una única pieza (mono) o por dos piezas (chaquetón, pantalón); éste último más aconsejable para su uso a bordo por ser más fácil de quitar o poner con ayuda de otros componentes del equipo de intervención.

La composición de esta prenda de aproximación al fuego para resistir las altas temperaturas radiantes, es a base de diferentes capas de materiales, las más exteriores con tejidos aluminizados que reflejen el calor, y las interiores con amianto o fibra de vidrio para que resistan el mismo.

2.3.- TRAJES DE PROTECCIÓN CONTRA PRODUCTOS QUÍMICOS

Aunque no se usan en el ataque al fuego, su utilización puede ser necesaria antes o después de un incendio, cuando se vean involucrados en el accidente de productos químicos y que seguramente afectaran a las personas.

En la parte superior llevan incorporada una máscara que posibilita la incorporación de filtros o equipos de respiración.

Se usan en los buques que transportan productos químicos, por el personal de tierra en las instalaciones petroquímicas. Son completamente estancos y contruidos en materiales como PVC.

Una vez utilizados deben ser inspeccionados y lavados para sacar los posibles restos de ácidos o cualquier otro producto químico con el que se estuviera en contacto.

3.- EQUIPO DE BOMBERO

Salvo para los casos especiales de intervención en que se requieran trajes sofisticados de gran complejidad, en el resto de las intervenciones solamente es necesario el uso de equipos que combinen todas las protecciones citadas con un grado aceptable de protección.

Las ropas de protección y sus equipos deben ser válidas para todas las situaciones que se presenten sin necesidad de ser cambiadas por otras. Para la lucha contra el fuego, tales equipos mínimos las constituyen:

- Trajes de protección contra el calor.
- Botas.
- Guantes.
- Casco.
- Hacha.
- Aparato respiratorio.
- Linterna de seguridad.

3.1.- BOTAS

Las extremidades inferiores sufren diversas agresiones durante una intervención, como impactos estáticos y dinámicos, torceduras, pérdidas de equilibrio y otras varias, que pueden tener una prevención adecuada con el uso de botas especiales.

Se fabrican generalmente de tela revestida de caucho, equipadas con puntera de acero y suelas diseñadas para la protección contra impactos y punzamientos, con ranuras antideslizantes.

Contra su aislamiento deberá soportar las agresiones de calor y frío y tener protección metatarsal de acero para el empeine. La conductividad eléctrica será la mínima posible.

Es deseable utilizar las de caña alta que imposibilite la entrada de agua procedente tanto de los sistemas fijos de protección como de los chorros lanzados desde las mangas.

3.2.- GUANTES

Tanto el calor radiante como el contacto con materias calientes, y las situaciones que requieran un fiable agarre de equipos, como la propia estabilidad de la persona al sujetarse a las estructuras existentes, hacen recomendable su uso.

3.3.- CHAQUETON

El chaquetón cubre la mayor parte del cuerpo, pudiendo ser ampliado con un pantalón de la misma constitución.

El conjunto debe permitir la protección de la mayor superficie del cuerpo afectada por el calor radiante y facilitar el mayor grado de movilidad y de impermeabilidad al agua que todo componente del equipo de intervención debe poseer como protección adicional.

Sobre el chaquetón pueden aplicarse cintas reflectantes para aumentar la visibilidad e identificación de la persona. Los medios de abroche es conveniente que se realicen por medio de mosquetones rápidos, de tal forma que una vez dada la alarma la colocación del equipo se realice en pocos segundos.

3.4.- CASCO

Para la protección de la cabeza se utiliza básicamente el casco de seguridad con tratamientos especiales contra el fuego y el calor, aunque cuando el calor es muy intenso se utiliza también el capuz o capuchón constituido por un casco de seguridad protegido por tejido aluminizado que cubre la cabeza, nuca y cuello hasta los hombros.

3.5.- EQUIPO RESPIRATORIO AUTÓNOMO (ERA)

Nos permite respirar en atmósfera nocivas para el organismo. El equipo respiratorio autónomo está constituido por dos partes fundamentales: la máscara y el cilindro, con los componentes de ambos.

Máscara

Es una careta protectora de las vías respiratorias que cubre toda la cara, incluido los ojos, y preparada para ser utilizada con elementos filtrantes, o conexiones para aportes de aire respirable procedente de equipos respiratorios autónomo o semi-autónomos por líneas de aire.

La máscara está compuesta por los siguientes elementos:

- Cuerpo de la máscara, pieza elástica base que sirve de soporte y distribución del resto de los componentes. El caucho es el material más usado en su construcción.
- Visor panorámico de policarbonato o pexiglás, con una buena calidad óptica, con amplio campo visual lateral a modo de gran angular, resistente a los golpes no extremadamente duros y al ataque químico.
- Pieza racor, para soporte del filtro o conexión al sistema de aporte de aire, que constituye la vía de entrada del aire respirable.
- Válvula de salida para el aire respirado en la parte inferior del cuerpo de la máscara, protegido por un protector de forma que mantenga su eficacia de retención en la inspiración.

- Mascarilla o semimáscara, interior al cuerpo de la máscara, sujeta a la pieza racor por la parte interior, dotada con válvulas de distribución.
- Atalaje de sujección, compuesto generalmente por 5 tirantes ajustables por hebillas.

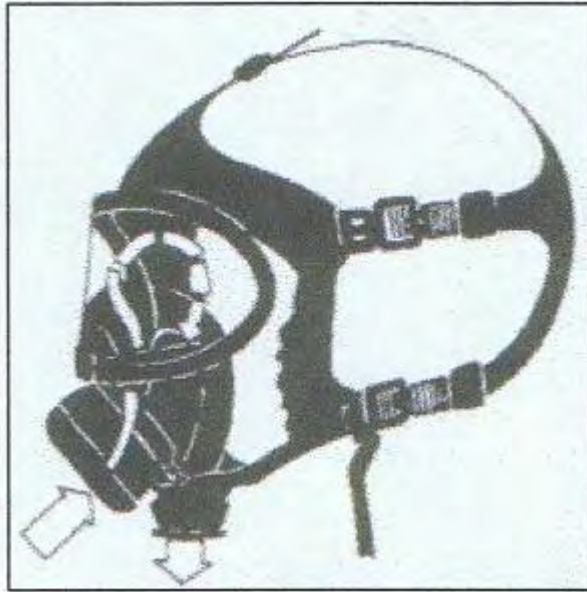


Fig. 2: Máscara

Cilindro y componentes

El equipo está compuesto por los siguientes elementos:

- Botella contenedora del aire respirable a presiones variables, de unos 7 litros de capacidad, que proporciona una autonomía de unos 30 minutos.
- Manguito de alta que une la botella desde su válvula hasta el reductor.
- Reductor, cuya finalidad es la de reducir la presión de alta que le llega a la botella a una presión positiva generalmente de 4 kg/cm².
- Regulador, cuya misión es alcanzar manualmente una presión superior a voluntad.
- Manómetro
- Avisador acústico que se acciona cuando la presión que resta en la botella es menor de 40 kg/cm², lo que asegura un tiempo de uso de unos cinco minutos.
- Tráquea flexible o tramo de baja presión, que une el regulador o reductor con la máscara a la que va roscada en la pieza racor.
- Espaldera o soporte anatómico para que se adapte a la espalda.

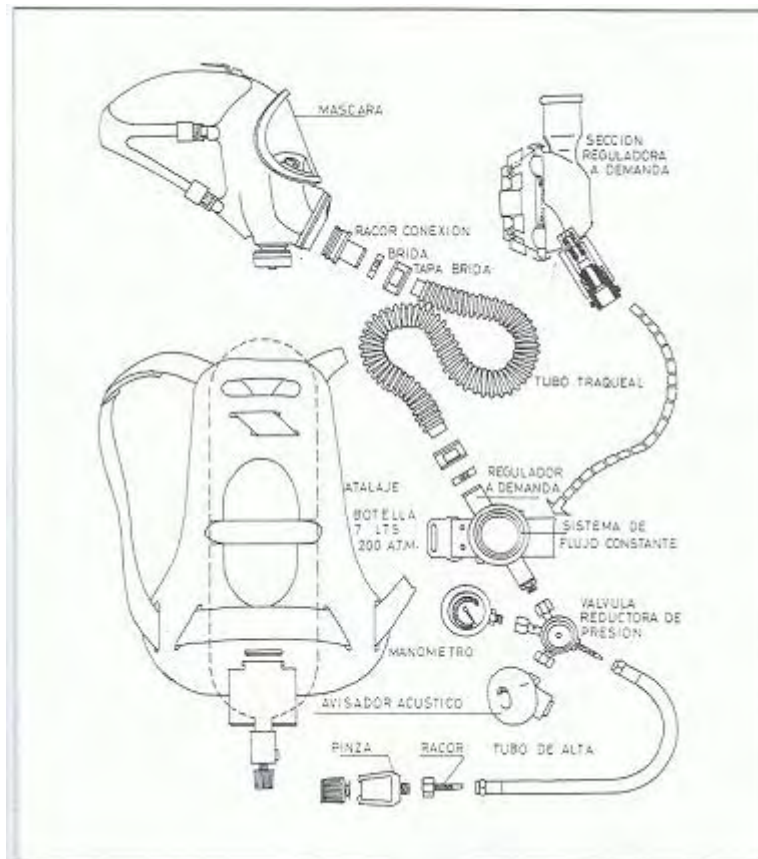


Fig. 3: Cilindro y componentes.

3.6.- LINTERNAS DE SEGURIDAD

Es un elemento, que aunque no puede considerarse como protector personal como los vistos anteriormente, si debe ir acompañado a todos ellos para aumentar la visibilidad, casi siempre reducida en los incendios.

Dichas linternas serán del tipo aprobado, operadas por baterías eléctricas capaces de alumbrar durante tres horas por lo menos.

Las linternas de seguridad se clasifican en dos clases:

Clase I, para cualquier tipo de buque, incluidos los petroleros, excepto para buques químicos, en que deberá asegurarse su resistencia al ataque de los productos químicos transportados.

Clase II, cuando no hay riesgos de vapores o gases inflamables.

4.- NORMATIVA

SOLAS, Capítulo II-2, Regla 10:

10.- Equipo de bombero

10.1.- Tipos de equipos de bombero

Los equipos de bombero cumplirán lo prescrito en el Código de Sistemas de Seguridad Contra Incendios. (Ver Anexo)

10.2.- Números de equipos de bombero

10.2.1.- Los buques llevarán a bordo por lo menos dos equipos de bombero.

10.2.2.- En los buques tanques se proveerán dos equipos de bombero.

10.2.3.- La Administración podrá exigir que se lleven juegos adicionales de equipo individual y aparatos respiratorios, teniendo debidamente en cuenta las dimensiones y el tipo de buque.

10.2.4.- Se proveerán dos cargas de repuestos para cada aparato respiratorio prescrito. En los buques de pasaje que no transporten más de 36 pasajeros y en los buques de carga que dispongan de medios debidamente emplazados para la recarga completa de las botellas con aire que no esté contaminado, solo será necesario llevar una carga de repuesto para cada aparato prescrito. En los buques de pasaje que transporten más de 36 pasajeros, se dispondrá por lo menos de dos cargas de repuesto para cada aparato respiratorio.

10.3.- Emplazamiento de los equipos de bombero

10.3.1.- Los equipos de bombero y los juegos de equipo individual se mantendrán listos para su utilización en un lugar fácilmente accesible que este claramente marcado de forma permanente, y cuando se lleva más de uno, se colocaran en emplazamientos muy distantes entre sí.

10.3.2.- En los buques de pasaje, habrá por lo menos dos equipos de bombero y un juego de equipo individual en cualquiera de los emplazamientos. En cada zona vertical principal habrá por lo menos dos equipos de bombero.

El buque llevará 2 equipos de bomberos que constan de:

- Un juego de equipo individual compuesto por: traje protector, botas, casco, lámpara de seguridad y un hacha.**
- Un aparato respiratorio autónomo con una botella de aire de 7 litros a 200 kg/cm².**

ANEXOS

A.- Código de Sistema de Seguridad Contra Incendios (SSCI)

Capítulo II. Conexiones Internacionales a Tierra.

1.- Ámbito de aplicación.

El presente capítulo establece las especificaciones de las conexiones internacionales a tierra prescritas en el capítulo II-2 del Convenio.

2.- Especificaciones técnicas.

2.1- Dimensiones normalizadas.

Las dimensiones normalizadas de las bridas de las conexiones internacionales a tierra serán las indicadas en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.1- Dimensiones normalizadas de las conexiones internacionales a tierra.

Descripción	Dimensiones
Diámetro exterior	178 mm
Diámetro interior	64 mm
Diámetro del círculo de pernos	132 mm
Ranuras en las bridas	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.
Espesor de las bridas	14,5 mm como mínimo
Pernos y tuercas	4 juegos de 16 mm de diámetro y 50 mm de longitud

2.2- Materiales y accesorios

La conexión internacional a tierra será de acero u otro material equivalente y estará proyectada para una presión de 1 N/mm^2 . La brida será plana por un lado y en el otro llevará permanentemente unido un acoplamiento que se adapte a las bocas contra incendios y las mangueras del buque. La conexión se guardará a bordo con una junta de cualquier material adecuado para una presión de 1 N/mm^2 , y con cuatro pernos de 16 mm de diámetro y 50 mm de longitud, cuatro tuercas de 16 mm y ocho arandelas.

Capítulo III. Protección del personal

1. Ámbito de aplicación.

El presente capítulo establece las especificaciones relativas a la protección del personal prescrita en el capítulo II-2 del Convenio.

2. Especificaciones Técnicas.

2.1 Equipo de bombero.

El equipo de bombero comprenderá un equipo individual y un aparato respiratorio.

2.1.1 Equipo individual

El equipo individual constará de:

1. Indumentaria protectora, de un material que proteja la piel del calor irradiado por el fuego y contra las quemaduras y escaldaduras que pueda causar el vapor. Su superficie exterior será impermeable;
2. Botas de goma o de otro material que no sea electroconductor;
3. Un casco rígido que proteja eficazmente contra los golpes;
4. Una lámpara eléctrica de seguridad (linterna de mano) de un tipo aprobado, que tenga un período mínimo de funcionamiento de tres horas, las lámparas eléctricas de seguridad para los buques tanque y las previstas para ser utilizadas en zonas peligrosas serán de tipo antideflagrante; y
5. Un hacha con el mango provisto de aislamiento contra la alta tensión.

2.1.2 Aparato respiratorio.

El aparato respiratorio será un aparato autónomo accionado por aire comprimido cuyos cilindros tengan una capacidad de 1.200 l de aire por lo menos, u otro aparato respiratorio autónomo que pueda funcionar durante 30 minutos como mínimo. Todos los cilindros de aire de los aparatos respiratorios serán intercambiables.

2.1.3 Cable de seguridad.

Cada aparato respiratorio estará provisto de un cable de seguridad ignifugo de 30 metros de longitud por lo menos. El cable de seguridad se someterá a una prueba de carga estática de 3,5 kN durante cinco minutos sin que falle, y se podrá sujetar mediante un gancho con muelle al arnés del aparato o a un cinturón separado, con objeto de impedir que el aparato se suelte cuando se manipula el cable de seguridad.

2.2 Aparato respiratorio de evacuación de emergencia (ARES).

2.2.1 Generalidades.

2.2.1.1 Un ARFE es un aparato de suministro de aire u oxígeno que se utilizará únicamente durante la evacuación de un compartimiento que contenga una atmósfera peligrosa y deberá ser de un tipo aprobado.

2.2.1.2 Las AREE no serán utilizados para extinguir incendios, entrar en espacios perdidos o tanques que no contengan suficiente oxígeno, ni por los bomberos. En estos casos se utilizará un aparato respiratorio autónomo especialmente concebido para tales situaciones.

2.2.2 Definiciones.

2.2.2.1 Máscara: protección facial proyectada de modo que se ajuste herméticamente alrededor de los ojos, la nariz, y la boca, y que se sujeta en la posición correcta con medios apropiados.

2.2.2.2 Capucha: protección que cubre por completo la cabeza y el cuello y que también puede cubrir parte de los hombros.

2.2.2.3 Atmósfera peligrosa: cualquier tipo de atmósfera que presente un peligro inmediato para la vida o la salud humanas.

2.2.3 Especificaciones.

2.2.3.1 Los ARFE se podrán utilizar durante 10 minutos como mínimo.

2.2.3.2 Los ARFE tendrán una capucha o una máscara completa, según proceda, que proteja los ojos, la nariz y la boca durante la evacuación. Las capuchas y las máscaras estarán fabricadas con materiales piroresistentes y tendrán una abertura despejada para que el usuario pueda ver.

2.2.3.3 Un ARFE desactivado se podrá transportar sin utilizar las manos.

2.2.3.4 Cuando estén almacenados, los ARTE estarán debidamente protegidos del medio ambiente.

2.2.3.5 Los APEE tendrán impresas unas breves instrucciones o diagramas que expliquen claramente su utilización. El procedimiento para ponerse un ARES será rápido y sencillo, en previsión de situaciones en las que se disponga de poco tiempo para escapar de una atmósfera peligrosa.

2.2.4 Marcado.

Todo ARES tendrá impresos los requisitos de mantenimiento, la marca del fabricante y el número de serie; su vida útil y la fecha de fabricación, así como el nombre de la autoridad que lo haya aprobado. Todas las unidades de ARFE destinadas a la formación estarán claramente marcadas.

Capítulo IV. Extintores de incendios

1. Ámbito de aplicación.

El presente capítulo establece las especificaciones de los extintores de incendios prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2. Homologación.

Todos los extintores de incendios serán de un tipo y un proyecto aprobados con arreglo a las directrices elaboradas por la Organización.

3. Especificaciones técnicas.

3.1 Extintores de incendios.

3.1.1 Cantidad de agente extintor.

3.1.1.1 Todo extintor de polvo seco o de anhídrido carbónico tendrá una capacidad mínima de 5 kg y todo extintor de espuma, una capacidad mínima de 9l. La masa de todos los extintores portátiles de incendios no será superior a 23 kg y su capacidad de extinción será al menos equivalente a la de un extintor de carga líquida de 9l.

3.1.1.2 La Administración determinará las equivalencias entre los extintores.

3.1.2 Recarga.

Para recargar un extintor de incendios sólo podrán utilizarse cargas aprobadas al efecto.

3.2 Dispositivos lanza espuma portátiles.

Un dispositivo lanza espuma portátil constará de una lanza para espuma de tipo educador que se pueda conectar al colector contra incendios mediante una manguera contra incendios, de un recipiente portátil que contenga como mínimo 20l de líquido espumógeno y de un recipiente de reserva de líquido espumógeno. La lanza producirá espuma suficiente para combatir un incendio de hidrocarburos, a razón de 1,5 m³/min por lo menos.

Capítulo V. Sistemas Fijos de Extinción de Incendios por Gas (CO₂)

1.- Ámbito de aplicación.

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2.- Especificaciones Técnicas.

2.1. Generalidades.

2.1.1. Agente extintor de incendios.

- Cuando se necesite que el agente extintor proteja más de un espacio, no hará falta que la cantidad del agente extintor disponible sea mayor que la máxima prescrita para cualquiera de los espacios así protegidos.
- El volumen de los depósitos de aire comprimido para el arranque convertido en volumen de aire libre, se agregará al volumen total del espacio de máquina al calcular la cantidad necesaria de agente extintor de incendios. También se podrá instalar una tubería de descarga desde las válvulas de seguridad que conduzca directamente al aire libre.
- Se proveerán medios para que la tripulación pueda comprobar sin riesgos la cantidad de agente extintor de incendios que hay en los recipientes.
- Los recipientes de almacenamientos del agente extintor de incendios y los correspondientes accesorios sometidos a presión se proyectarán de conformidad con códigos de prácticas sobre recipientes a presión que la Administración juzgue aceptables, habida cuenta de su ubicación y de la temperatura ambiente máxima que quepa esperar en servicio.

2.1.2. Prescripciones relativas a la instalación.

- La disposición del sistema de tuberías de distribución del agente extintor de incendios y el emplazamiento de las boquillas de descarga serán tales que se logre una distribución uniforme del agente extintor.
- Salvo cuando la Administración autorice otra cosa, los recipientes a presión prescritos para el almacenamiento de un agente extintor de incendios que no sea vapor estarán situados fuera de los espacios protegidos, de conformidad con lo dispuesto en la regla II-2, regla 10, pto.4.3 del Convenio.
- Las piezas de respeto para el sistema estarán almacenadas a bordo y serán satisfactorias a juicio de la Administración.

2.1.3. Prescripciones relativas al control del sistema.

- Las tuberías que hayan de conducir el agente extintor de incendios a los espacios protegidos llevarán válvulas de control marcadas de modo que quede claramente indicado a que espacios llegan las tuberías. Se tomarán las medidas necesarias para impedir la descarga involuntaria del agente extintor en estos espacios. Cuando un espacio de carga provisto de un sistema de extinción de incendios por gas se utilice como espacio para pasajeros, la conexión de gas quedará bloqueada mientras se haga tal uso del espacio. Las tuberías podrán atravesar espacios de alojamientos a condición de que tengan un espesor considerable y se haya verificado su estanqueidad mediante un prueba de presión con una carga hidroestática no inferior a 5 N/mm^2 después de haber sido instaladas. Además, las tuberías que atraviesen zonas de alojamiento estarán unidas únicamente por soldadura y no tendrán desagües u otras aberturas dentro de tales espacios. Las tuberías no atravesarán espacios refrigerados.
- Se proveerán los medios necesarios para que una señal acústica 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 activará automáticamente. 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 cámara de compresores, pañoles de pinturas, etc.) en que sólo se vaya a producir una descarga local, no es necesario contar con tal alarma automática.
- Los medios de control de todo sistema fijo de extinción de incendios por gas serán fácilmente accesibles y de accionamiento sencillo, y estarán agrupados en el menor número posible de emplazamientos, en lugares que no corran el riesgo de quedar aislados por un incendio que se declare en el espacio protegido. En cada uno de esos emplazamientos habrá instrucciones claras relativas al funcionamiento del sistema en las que se tenga presente la seguridad del personal.
- No se permitirá la descarga automática del agente extintor de incendios, salvo que la autorice la Administración.

2.2. Sistemas de anhídrido carbónico.

2.2.1. Cantidad de agente extintor de incendios.

- En los espacios de carga, la cantidad disponible de anhídrido carbónico será suficiente, salvo que se disponga otra cosa, para liberar un volumen mínimo de gas igual al 30% del volumen bruto del mayor de los espacios de carga que se deba proteger en el buque.
- En los espacios de máquinas, la cantidad disponible de anhídrido carbónico será suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual al mayor de los volúmenes siguientes:

1. El 40% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor situada encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor es igual o inferior al 40% de la zona horizontal del espacio considerado, medida a la mitad de la distancia entre la parte superior del tanque a la parte más baja del guardacalor; o
 2. El 35% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.
- Los porcentajes especificados en el párrafo anterior se podrán reducir al 35% y el 30%, respectivamente, en los buques de carga de arqueado bruto inferior a 2000 cuando dos o más espacios de máquinas no estén completamente separados entre sí, habrá de considerarse que constituyen un solo espacio.
 - A los efectos del presente párrafo, el volumen de anhídrido carbónico libre se calculará a razón de 0,56 m³/kg.
 - En los espacios de máquinas, el sistema fijo de tuberías será tal que en un plazo de 2 min pueda descargar el 85% del gas dentro del espacio considerado.

2.2.2. Mandos.

Los sistemas de anhídrido carbónico cumplirán las prescripciones siguientes:

1. Se instalarán dos mandos separados para la descarga de anhídrido carbónico en un espacio protegido y para garantizar la activación de la alarma. Un mando se utilizará para abrir la válvula de las tuberías que conducen el gas hacia el espacio protegido y el otro se utilizará para descargar el gas de las botellas; y
2. Los dos mandos estarán situados dentro de una caja en la que se indique claramente el espacio al que corresponda. Si la caja que contiene los mandos debe estar cerrada con llave, ésta se dejará en un receptáculo con tapa de vidrio que pueda romperse, colocado de manera bien visible junto a la caja.

Capítulo VII. Sistemas Fijos de Extinción de Incendios por aspersión de agua a presión y por nebulización.

1. Ámbito de aplicación.

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión y por nebulización prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2. Especificaciones técnicas.

2.1 Sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión.

2.1.1 Boquillas y bombas.

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

2.1.1.2 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 $5 \text{ l/m}^2/\text{min}$ 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.

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

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

2.1.1.5 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 instalado en cumplimiento de lo dispuesto en las reglas II-1/42 o II-1/43 del Convenio, según proceda, 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 prescrita en el párrafo 2.1.1.4. 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.

2.1.2 Prescripciones relativas a la instalación

2.1.2.1 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.

2.1.2.2 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.

2.1.2.3 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.

2.1.3 Prescripciones relativas al control del sistema

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.

2.2 Sistemas equivalentes de extinción de incendios por nebulización.

Los sistemas de extinción de incendios por nebulización para espacios de máquinas y cámaras de bombas de carga serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización.

Capítulo VIII. Sistemas automáticos de rociadores, de detección de incendios y de alarma contra incendios.

1. Ámbito de aplicación.

El presente capítulo establece las especificaciones de los sistemas automáticos de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios prescritos en el capítulo II-2 del Convenio.

2. Especificaciones técnicas.

2.1 Generalidades.

2.1.1 Tipos de sistemas de rociadores.

Los sistemas automáticos de rociadores serán del tipo de tuberías llenas, aunque pequeñas secciones no protegidas podrán ser del tipo de tuberías vacías si la Administración estima necesaria esta precaución. Las saunas se instalarán con un sistema de rociadores de tuberías vacías y la temperatura de funcionamiento de los cabezales rociadores podrá llegar a ser de hasta 140°C.

2.1.2 Sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en los párrafos 2.2 a 2.4.

Los sistemas automáticos de rociadores equivalentes a los especificados en los párrafos 2.2 a 2.4 serán aprobados por la Administración teniendo en cuenta las directrices elaboradas por la Organización.

2.2 Fuentes de suministro de energía.

2.2.1 Buques de pasaje.

Habrà por lo menos dos fuentes de suministro de energía para la bomba de agua de mar y el sistema automático de detección y alarma. Cuando las fuentes de energía para la bomba sean eléctricas, éstas consistirán en un generador principal y una fuente de energía de emergencia. Para abastecer la bomba habrá una conexión con el cuadro de distribución principal y otra con el cuadro de distribución de emergencia, establecidas mediante alimentadores independientes reservados exclusivamente para este fin. Los alimentadores no atravesarán cocinas, espacios de máquinas ni otros espacios cerrados que presenten un elevado riesgo de incendio, salvo en la medida en que sea necesario para llegar a los cuadros de distribución correspondientes, y terminarán en un conmutador inversor automático situado cerca de la bomba de los rociadores. Este conmutador permitirá el suministro de energía desde el cuadro principal mientras se disponga de dicha energía, y estará proyectado de modo que, si falla ese suministro, cambie automáticamente al procedente del cuadro de emergencia. Los conmutadores de los cuadros principales y de emergencia estarán claramente identificados por placas y normalmente estarán cerrados. No se permitirá ningún otro conmutador en estos alimentadores. Una de las fuentes de suministro de energía para el sistema de detección y alarma será una fuente de emergencia. Si una de las fuentes de energía para accionar la bomba es un motor de combustión interna, éste, además de cumplir lo dispuesto en el

párrafo 2.4.3, estará situado de modo que un incendio en un espacio protegido no dificulte el suministro de aire.

2.2.2 Buques de carga.

Habrà por lo menos dos fuentes de suministro de energìa para la bomba de agua de mar y el sistema automàtico de detecci3n y alarma. Si la bomba es de accionamiento elèctrico, estarà conectada a la fuente de energìa elèctrica principal, que podrà estar alimentada, como mìnimo, por dos generadores. Los alimentadores no atravesaràn cocinas, espacios de m àquinas ni otros espacios cerrados que presenten un elevado riesgo de incendio, salvo en la medida en que sea necesario para llegar a los cuadros de distribuci3n correspondientes. Una de las fuentes de suministro de energìa para el sistema de detecci3n y alarma serà una fuente de emergencia. Si una de las fuentes de energìa para accionar la bomba es un motor de combusti3n interna, èste ademàs de cumplir lo dispuesto en el p àrrafo 2.4.3, estarà situado de modo que un incendio en un espacio protegido no dificulte el suministro de aire.

2.3 Prescripciones relativas a los componentes.

2.3.1 Rociadores.

2.3.1.1 Los rociadores seràn resistentes a la corrosi3n del aire marino. En los espacios de alojamiento y de servicio los rociadores empezarán a funcionar cuando se alcance una temperatura comprendida entre 68°C y 79°C, pero en los lugares tales como cuartos de secado, en los que cabe esperar una temperatura ambiente elevada, la temperatura a la cual empezarán a funcionar los rociadores se podrà aumentar hasta 30°C por encima de la m àxima prevista para la parte superior del local de que se trate.

2.3.1.2 Se proveeràn cabezales rociadores de respeto para todos los tipos y r ègimenes que haya instalados en el buque, segùn se indica a continuaci3n:

Cantidad total de cabezales	Nùmero de cabezales de respeto
< 300	6
de 300 a 1000	12
> 1000	24

El nùmero de cabezales rociadores de respeto de cualquier tipo no excederà del nùmero instalado correspondiente a ese tipo.

2.3.2 Tanques de presi3n.

2.3.2.1 Se instalarà un tanque de presi3n que tenga como mìnimo un volumen igual al doble de la carga de agua especificada en el presente p àrrafo. Dicho tanque contendrà permanentemente una carga de agua dulce equivalente a la que descargarìa en 1 min la bomba indicada en el p àrrafo 2.3.3.2, y la instalaci3n serà tal que en el tanque se mantenga una presi3n de aire suficiente para asegurar que, cuando se haya utilizado el agua dulce almacenada en èl, la presi3n 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. Existirán medios adecuados para reponer el área presión y la carga de agua dulce del tanque. Se instalará un indicador de nivel, de vidrio, que muestre el nivel correcto del agua en el tanque.

2.3.2.2 Se proveerán medios que impidan la entrada de agua de mar en el tanque.

2.3.3 Bombas de los rociadores.

2.3.3.1 Se instalará una bomba motorizada independiente, destinada exclusivamente a mantener automáticamente la descarga continua de agua de los rociadores. La bomba comenzará 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.

2.3.3.2 La bomba y el sistema de tuberías tendrán la capacidad adecuada para mantener la presión necesaria al nivel del rociador más alto, de modo que se asegure un suministro continuo de agua en cantidad suficiente para cubrir un área mínima de 280 m² al régimen de aplicación especificado en el párrafo 2.5.2.3. Habrá que confirmar la capacidad hidráulica del sistema mediante un examen de los cálculos hidráulicos, seguido de una prueba del sistema, si la Administración lo juzga necesario.

2.3.3.3 La bomba tendrá en el lado de descarga una válvula de prueba con un tubo corto de extremo abierto. El área efectiva de la sección de la válvula y del tubo permitirá la descarga del caudal prescrito de la bomba, sin que se altere la presión del sistema especificada en el párrafo 2.3.2.1.

2.4 Prescripciones relativas a la instalación.

2.4.1 Generalidades.

Toda parte del sistema que durante el servicio pueda ser sometida a temperaturas de congelación estará adecuadamente protegida.

2.4.2 Disposición de las tuberías.

2.4.2.1 Los rociadores estarán agrupados en secciones separadas, con un máximo de 200 rociadores por sección. En los buques de pasaje ninguna sección de rociadores servirá a más de dos cubiertas ni estará situada en más de una zona vertical principal. No obstante, la Administración podrá permitir que la misma sección de rociadores sirva a más de dos cubiertas o esté situada en más de una zona vertical principal si estima que con ello no se reduce la protección contra incendios del buque.

2.4.2.2 Cada sección de rociadores podrá quedar aislada mediante una sola válvula de cierre. La válvula de cierre de cada sección será fácilmente accesible y estará situada fuera de la sección correspondiente o en taquillas ubicadas en los troncos de escalera, y su ubicación estará indicada de modo claro y permanente.

Se dispondrán los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.

2.4.2.3 Se dispondrá de una válvula de prueba para comprobar la alarma automática de cada sección de rociadores descargando una cantidad de agua equivalente a la de un rociador en funcionamiento. La válvula de prueba de cada sección estará situada cerca de la de cierre de esa sección.

2.4.2.4 El sistema de rociadores estará conectado al colector contraincendios del buque por medio de una válvula de retención con cierre de rosca, colocada en la conexión, que impida el retorno del agua desde el sistema hacia el colector.

2.4.2.5 En la válvula de cierre de cada sección y en un puesto central se instalará un manómetro que indique la presión del sistema.

2.4.2.6 La toma de agua de mar de la bomba estará situada, siempre que sea posible, en el mismo espacio que la bomba y dispuesta de modo que cuando el buque esté a flote no sea necesario cortar el abastecimiento de agua de mar para la bomba, como no sea a fines de inspección o reparación de ésta.

2.4.3 Emplazamiento de los sistemas.

La bomba de los rociadores y el tanque correspondiente estarán situados en un lugar suficientemente alejado de cualquier espacio de máquinas de categoría A y fuera de todo espacio que haya de estar protegido por el sistema de rociadores.

2.5 Prescripciones relativas al control del sistema.

2.5.1 Disponibilidad.

2.5.1.1 Todo sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contraincendios prescrito podrá entrar en acción en cualquier momento sin necesidad de que la tripulación lo ponga en funcionamiento.

2.5.1.2 Se mantendrá el sistema automático de rociadores a la presión necesaria y se tomarán las medidas que aseguren un suministro continuo de agua, tal como se prescribe en el presente capítulo.

2.5.2 Alarma e indicadores.

2.5.2.1 Cada sección de rociadores contará 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 serán tales que indiquen cualquier fallo producido en el sistema. Dichos indicadores señalarán en que 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, se instalará también un indicador que dé alarmas visuales y acústicas en un punto que no se encuentre en los espacios antedichos, a fin de que la señal de incendio sea recibida inmediatamente por la tripulación.

2.5.2.2 En el emplazamiento correspondiente a uno de los indicadores mencionados en el párrafo 2.5.2.1 habrá interruptores para comprobar la alarma y los indicadores de cada sección de rociadores.

2.5.2.3 Los rociadores irán colocados en la parte superior y espaciados según una disposición apropiada para mantener un régimen medio de aplicación de 5 l/m²/min, como mínimo, sobre el área nominal de la zona protegida. Sin embargo, la Administración podrá permitir el uso de rociadores cuyo caudal de agua, siendo distinto, esté distribuido de modo que a su juicio no sea menos eficaz.

2.5.2.4 Junto a cada indicador habrá una lista o un plano que muestre los espacios protegidos y la posición de la zona con respecto a cada sección. Se dispondrá de instrucciones adecuadas para las pruebas y operaciones de mantenimiento.

2.5.3 Pruebas.

Se proveerán medios para comprobar el funcionamiento automático de la bomba sí se produce un descenso en la presión del sistema

Capítulo XII. Bombas Contraincendios de Emergencia Fijas

1. Ámbito de aplicación.

El presente capítulo establece las especificaciones de las bombas contra incendios prescritas en el capítulo II-2 del Convenio. El presente capítulo no es aplicable a los buques de pasaje de arqueo bruto igual o superior a 1000. Para las prescripciones aplicables a dichos buques véase la regla II-2/10.2.2.3, 1.1 del Convenio.

2. Prescripciones técnicas.

2.1 Generalidades.

Las bombas contra incendios de emergencia serán bombas motorizadas fijas de accionamiento independiente.

2.2 Prescripciones relativas a los componentes.

2.2.1 Bombas contra incendios de emergencia.

2.2.1.1 Capacidad de la bomba.

La capacidad de la bomba no será inferior al 40% de la capacidad total de las bombas contra incendios prescritas en la regla II-2/10.2.2.4.1 del Convenio ni, en ningún caso, inferior a:

1. 25 m³/h, para los buques de pasaje de arqueo bruto inferior a 1 000 y para los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 2 000; y
2. 15 m³/h, para los buques de carga de arqueo bruto inferior a 2 000.

2.2.1.2 Presión de las bocas contra incendios.

Cuando la bomba esté descargando la cantidad de agua prescrita en el párrafo 2.2.1.1, la presión en cualquiera de las bocas contra incendios no será inferior a la presión mínima prescrita en el capítulo II-2 del Convenio.

2.2.1.3 Altura de aspiración.

La altura de aspiración total y la altura de aspiración neta positiva de la bomba se determinarán teniendo debidamente en cuenta las prescripciones del Convenio y del presente capítulo respecto de la capacidad de la bomba y la presión de las bocas contra incendios, cualesquiera que sean las condiciones de escora, asiento, balance y cabeceo que se puedan dar en servicio. No es necesario considerar condición de servicio la entrada o salida en lastre de un dique seco.

2.2.2 Motores diesel y tanques de combustible.

2.2.2.1 Arranque del motor diesel.

Toda fuente de energía, accionada por un motor diesel para el funcionamiento de la bomba podrá arrancar fácilmente en frío, a una temperatura de 0°C, por medio de una manivela (manualmente). Si esto no es factible, o si es probable que se den temperaturas más bajas, se considerará la conveniencia de instalar y mantener dispositivos calefactores que sean aceptables a juicio de la Administración y aseguren un pronto arranque. Cuando no resulte factible utilizar el arranque manual, la Administración podrá autorizar el empleo de otros medios de arranque que permitan poner en funcionamiento la fuente de energía accionada por un motor diesel seis veces como mínimo durante un periodo de 30 min, y al menos dos veces en los primeros 10 min.

2.2.2.2 Capacidad del tanque de combustible.

Todo tanque de combustible de servicio contendrá una cantidad suficiente de combustible para que la bomba pueda funcionar a plena carga durante 3 h como mínimo, y fuera del espacio de máquinas de categoría A se dispondrá de una reserva suficiente de combustible para que la bomba pueda funcionar a plena carga durante otras 15 h.

B.- MSC/Circ.913.**DIRECTRICES PARA LA APROBACIÓN DE SISTEMAS FIJOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS DE APLICACIÓN LOCAL A BASE DE AGUA DESTINADO A LOS ESPACIOS DE MÁQUINAS DE CATEGORÍA A.**

1. El Comité de Seguridad Marítima aprobó en su 71º período de sesiones (19-28 Mayo 1999), las Directrices para la aprobación de sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua destinados a los espacios de máquinas de categoría A, que figuran en el anexo.
2. Se pide a los Gobiernos Miembros que apliquen las directrices adjuntas al aprobar sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua destinados a los espacios de máquinas de categoría A.

PROYECTO DE DIRECTRICES PARA LA APROBACIÓN DE SISTEMAS FIJOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS DE APLICACIÓN LOCAL A BASE DE AGUA.**Generalidades:**

Los sistemas fijos de lucha contra incendios de aplicación local a base de agua deben permitir la supresión localizada de un incendio en las zonas que se especifican en la regla 10, Capítulo II-2/ 5.6 del Convenio SOLAS para los espacios de máquinas de categoría A, sin que sea necesario parar las máquinas, evacuar el personal, apagar los ventiladores de circulación forzada de aire o cerrar herméticamente el espacio.

Definiciones:

- **Supresión del incendio:** reducción del calor procedente del incendio y contención del incendio para impedir su propagación y reducir la extensión de las llamas.
- **Agente extintor a base de agua:** agua dulce o de mar mezclada o no con aditivos destinados a mejorar la capacidad de extinción de incendios.

Prescripciones principales del sistema:

1. El sistema se deberá poder accionar manualmente.
2. La activación de los sistemas de lucha contra incendios no debe resultar en una pérdida de energía eléctrica o una reducción de la maniobrabilidad del buque.
3. El sistema será apto para la supresión de incendios, aptitud que se basará en pruebas realizadas de conformidad con lo dispuesto en el apéndice de las presentes directrices.
4. El sistema será apto para la supresión de incendios con los ventiladores de circulación forzada de aire en funcionamiento y suministrando aire a la zona protegida, o deberá proporcionarse un método de cierre automático de los

- ventiladores de suministro de aire al activarse el sistema, a fin de garantizar que no se disperse el agente extintor.
5. El sistema estará en condiciones de ser utilizado inmediatamente y poder suministrar continuamente el agente a base de agua durante 20 minutos como mínimo, con objeto de suprimir o extinguir el incendio, y estar preparado para la descarga del sistema principal fijo de extinción de incendios en ese intervalo.
 6. El sistema y sus componentes estarán debidamente proyectados para soportar las variaciones de la temperatura ambiente y las vibraciones, humedad, sacudidas, impactos, ensuciamiento y corrosión que normalmente tienen lugar en los espacios de máquinas. Los componentes ubicados dentro de los espacios protegidos se proyectarán de modo que soporten las elevadas temperaturas que pueden alcanzarse durante un incendio. Los componentes se someterán a ensayo conforme a lo especificado en las secciones pertinentes del apéndice A de la circular MSC/Circ.668, enmendada por la circular MSC/Circ.728.
 7. El sistema y sus componentes se proyectarán e instalarán con arreglo a normas internacionales aceptables para la Organización, y se fabricarán y someterán a ensayo de conformidad con las secciones pertinentes del apéndice de las presentes directrices.
 8. El emplazamiento, el tipo y las características de las boquillas estarán dentro de los límites establecidos en los ensayos. Al disponer las boquillas deberán tenerse en cuenta las posibles obstrucciones en la aspersión del sistema de lucha contra incendios.
 9. Los componentes eléctricos de la fuente de presión del sistema deberán satisfacer la especificación mínima de IP 54. Los sistemas que requieran una fuente de energía externa solo necesitarán estar alimentados por la fuente principal de energía.
 10. Para determinar las dimensiones del sistema de tuberías se utilizará una técnica de cálculo hidráulico a fin de garantizar la disponibilidad de los flujos y presiones requeridos para el correcto funcionamiento del sistema.
 11. La fuente de abastecimiento de agua de los sistemas de aplicación local puede alimentar a un sistema principal de lucha contra incendios a base de agua, a condición de que la cantidad y la presión de agua sean suficientes para alimentar ambos sistemas durante el intervalo requerido. Los sistemas de aplicación local pueden constituir una o varias secciones de un sistema principal de extinción de incendios a base de agua siempre que se satisfagan todas las prescripciones de la regla II-2/10 del SOLAS, de las presentes directrices y de la circular MSC/Circ.668, enmendada por la circular MSC/Circ.728, y que los sistemas puedan aislarse del sistema principal.
 12. La capacidad y el proyecto del sistema estarán basados en la zona protegida que necesite el mayor volumen de agua.
 13. Los mandos de funcionamiento estarán situados en lugares fácilmente accesibles, dentro y fuera del espacio protegido. Los mandos que se encuentren

dentro del espacio no deben quedar aislados por un incendio en las zonas protegidas.

14. Los componentes de la fuente de presión del sistema estarán situados fuera de las zonas protegidas.
15. Se dispondrán medios para verificar el funcionamiento del sistema, a fin de asegurar el flujo y la presión requeridos.
16. Cuando se instalen sistemas automáticos de lucha contra incendios, habrá un cartel en cada entrada en el que se indique el tipo de agente utilizado y se advierta de la posibilidad de que el sistema se active automáticamente.
17. En cada puesto de operaciones se expondrá las instrucciones de funcionamiento del sistema.
18. Se proveerán las piezas de respeto, así como las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento del sistema que recomiende el fabricante.
19. Las boquillas y las tuberías no impedirán el acceso al motor o a la maquinaria para efectuar su mantenimiento habitual. En buques que tengan aparejos en altura u otro equipo móvil, las boquillas y tuberías estarán situadas de modo que no impidan el funcionamiento de dicho equipo.

APÉNDICE

MÉTODO DE ENSAYO PARA LOS SISTEMAS FIJOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA DE APLICACIÓN LOCAL.

1 ÁMBITO DE APLICACIÓN.

El método de ensayo descrito en este documento está destinado a evaluar la eficacia de los sistemas fijos de lucha contra incendios a base de agua de aplicación local. Este método permite comprobar los criterios de proyecto de las redes de boquillas verticales y horizontales y tiene por objeto evaluar la distancia máxima entre las boquillas, las distancias mínima y máxima de la boquilla al posible foco de incendio, el caudal mínimo de la boquilla y las presiones mínimas y máximas de funcionamiento.

2 MUESTREO.

2.1. El fabricante proporcionará las boquillas y demás componentes del sistema junto con los criterios de proyecto e instalación, las instrucciones de funcionamiento, los dibujos y datos técnicos suficiente para la identificación de los componentes.

2.2. El caudal de cada tipo y tamaño de boquilla se determinará para las presiones mínimas y máximas de servicio de la boquilla.

3 ENSAYO DE EXPOSICIÓN AL FUEGO.

3.1. Principios.

3.1.1. Estos ensayos están destinados a determinar la capacidad de extinción de cada boquilla y de las redes de boquillas de los sistemas de lucha contra incendios de aplicación local en incendios de aceite diesel ligero nebulizado.

3.1.2. Los ensayos también definen los siguientes criterios de proyecto e instalación.

1. La distancia máxima entre las boquillas.
2. La distancia mínima y máxima entre las boquillas y el posible foco de incendio.
3. La necesidad de que las boquillas estén situadas fuera del posible foco de incendio.
4. Las presiones mínimas y máximas de servicio.

3.2. Descripción del ensayo.

3.2.1. Recinto del ensayo.

3.2.1.1. El recinto del ensayo, de haberlo, será lo suficientemente grande y estará provisto, durante el ensayo, de ventilación natural o por aire a presión suficiente para garantizar que la concentración de oxígeno en el lugar del incendio durante el ensayo sea superior a un 20% (en volumen), sin poner en funcionamiento el sistema de lucha contra incendios de aplicación local.

3.2.1.2.El recinto del ensayo, de haberlo, tendrá una superficie mínima de 100 m². La altura del recinto será por lo menos de 5 m.

3.2.2. Hipótesis de incendio.

3.2.2.1.La hipótesis de incendio consistirá en dos incendios pro nebulización, de 1 y 6 MW respectivamente. Los incendios deberían provocarse utilizando como combustible aceite diesel ligero, según se describe en el cuadro 3.2.2.1.

Cuadro 3.2.2.1: Parámetros de incendio por nebulización.

Boquilla Nebulizadora	Tipo de cono íntegro de gran ángulo de nebulización (120° a 125°)	Tipo de cono íntegro de gran ángulo de nebulización (80°)
Presión nominal del aceite	8 bar	8,5 bar
Caudal del aceite	0,16 ± 0,01 kg/s	0.03 ± 0,005 kg/s
Temperatura del aceite	20 ± 5°C	20 ± 5°C
Caudal nominal del calor emitido	6 MW	1 MW

3.2.2.2.Las boquillas nebulizadoras de combustible se instalarán horizontalmente y se dirigirán hacia el centro de la red de boquillas.

3.2.2.3.La boquilla nebulizadora de combustible estará situada a una altura de 1 m por encima del suelo y por lo menos a una distancia de 4 m de las paredes del recinto, si lo hubiere.

3.2.3. Requisito de instalación para el ensayo.

3.2.3.1.El sistema de aplicación local consistirá en boquillas uniformemente espaciadas y dirigidas verticalmente hacia abajo.

3.2.3.2.El sistema consistirá en una red de 2x2 o de 3x3 boquillas, según proceda.

3.2.3.3.Las boquillas se instalarán a una distancia de 1 m por lo menos del techo del recinto, si lo hubiere.

3.2.3.4.La distancia máxima entre las boquillas será conforme con lo estipulado en el manual de proyecto e instalación del sistema del fabricante.

3.3. Programa de ensayo.

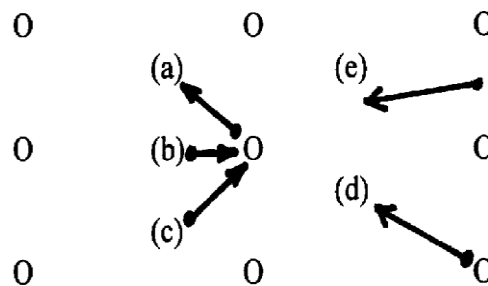
3.3.1. La capacidad de extinción de incendios del sistema debería evaluarse para las distancias mínimas máximas entre el foco del incendio y las boquillas (distancia entre la red de boquillas y la boquilla nebulizadora de combustible). Estas distancias deberían ser las definidas en el manual de proyecto e instalación del sistema del fabricante.

3.3.2. Cada una de esas distancias entre el foco del incendio y las boquillas deberían evaluarse para las dos hipótesis de incendio (incendios por nebulización de 1 MW y de 6 MW). Los ensayos deberían realizarse con la boquilla nebulizadora de combustible colocada horizontalmente en los siguientes lugares:

1. Debajo de una boquilla en el centro de la red.
2. Entre dos boquillas en el centro de la red.
3. Entre cuatro boquillas.
4. Debajo de una boquilla en el borde de la red (esquina).
5. Entre dos boquillas en el borde de la red.

Estos lugares se indican en la Figura 3.3.2.

Figura 3.3.2.
Ubicaciones de la boquilla nebulizadora de combustible.



- O** Ubicación de las boquillas de agua
- Ubicación y dirección de la boquilla nebulizadora de combustible
- ()** Designación del foco de incendio para el ensayo

3.4. Resultados e interpretación del ensayo.

3.4.1. El sistema de lucha contra incendios de aplicación local tiene que apagar los incendios de ensayo en un plazo máximo de 5 minutos una vez iniciada la descarga de agua. Si el incendio se vuelve a declarar después de ese plazo se considera que el ensayo a fracasado.

3.4.2. Los resultados del ensayo deberían interpretarse de la manera siguiente:

1. Se considerará que los sistemas (de 3x3 boquillas) que apaguen los incendios a los que se hace referencia en 3.3.2.1 a 3.3.2.3 han cumplido satisfactoriamente el protocolo, a condición de que las boquillas exteriores deberían estar situadas

fuera de la zona protegida, a una distancia de ésta de por lo menos $\frac{1}{4}$ de la distancia entre las boquillas.

2. Se considerará que los sistemas (de 2x2 o 3x3 boquillas) que apaguen los incendios a los que se hace referencia en 3.3.2.3 a 3.3.2.5 han cumplido satisfactoriamente el protocolo y se podrán proyectar con las boquillas exteriores situadas en el borde de la zona protegida. Esto no constituye una prohibición de colocar las boquillas fuera de la zona protegida.
3. Los requisitos estipulados en 3.4.2.1 o en 3.4.2.2 se deberían satisfacer tanto para la distancia mínima como para la distancia máxima, así como para las presiones mínima y máxima de servicio.
4. Para las instalaciones que puedan ser adecuadamente protegidas mediante una sola boquilla o una sola hilera de boquillas, la cobertura eficaz de la boquilla (anchura y longitud) se define como la mitad de la distancia máxima entre las boquillas.

4 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.

4.1. Combustión previa.

Cada nube de aceite se encenderá, dejando que arda durante 15 segundos como máximo antes de la entrada en funcionamiento del sistema.

4.2. Mediciones.

4.2.1. Sistema de nebulización de fueloil.

4.2.1.1. Antes del ensayo, se comprobarán el caudal y la presión del fueloil en el sistema de nebulización de fueloil.

4.2.1.2. Durante el ensayo, se medirá la presión del sistema de nebulización de fueloil.

4.2.2. Concentración de oxígeno en el foco del incendio.

Se medirá la concentración de oxígeno a una distancia de 100 mm por debajo de la boquilla nebulizadora de fueloil.

4.2.3. Presión y caudal del sistema de aspersión de agua.

La presión y el caudal del sistema se medirán mediante el equipo adecuado.

4.3. Puesta en funcionamiento del sistema de lucha contra incendios.

4.3.1. El sistema de aspersión de agua se accionará una vez cumplido el plazo de combustión previa estipulado en 4.1.

4.3.2. El sistema de aspersión de agua se hará funcionar durante un minuto como mínimo después de que se haya apagado el incendio.

4.3.3. Una vez iniciada la aspersión de agua, el incendio se tendrá que apagar en un plazo máximo de 5 minutos.

4.3.4. La boquilla nebulizadora de fueloil seguirá funcionando durante por lo menos 15 segundos después de que se haya apagado el incendio.

4.4. Observaciones que se han de realizar durante el ensayo.

Durante el ensayo, se registrarán las siguientes observaciones:

1. Comienzo del procedimiento de ignición.
2. Comienzo del ensayo (ignición).
3. Momento de la activación del sistema de extinción.
4. Momento de la extinción del incendio.
5. Momento de parada del sistema de extinción.
6. Momento en que se vuelve a producir la ignición.
7. Momento en que se detiene el suministro de combustible a la boquilla.
8. Momento en que se concluye el ensayo.

5 INFORME SOBRE EL ENSAYO.

El informe sobre el ensayo incluirá por lo menos la siguiente información:

1. Nombre y dirección del laboratorio encargado del ensayo.
2. Fecha de emisión y número de identificación del informe sobre el ensayo.
3. Nombre y dirección del cliente.
4. Nombre y dirección del fabricante o proveedor del producto.
5. Método y objetivo del ensayo.
6. Identificación del producto.
7. Descripción del producto sometido a ensayo:
 - Dibujos de montaje.
 - Descripciones.
 - Instrucciones de montaje de los componentes y materiales incluidos.
 - Especificación de los materiales y componentes incluidos.

- Especificación de la instalación.
 - Dibujos detallados de la instalación de ensayo.
8. Fecha del ensayo.
 9. Dibujo de cada configuración de ensayo.
 10. Medida del caudal de las boquillas aspersoras de agua
 11. Identificación del equipo de ensayo y de los instrumentos utilizados.
 12. Resultado del ensayo, incluidas las observaciones realizadas durante el ensayo y después del mismo:
 - Distancia máxima entre las boquillas.
 - Distancia mínima y máxima entre las boquillas aspersoras y el foco de incendio.
 - Presiones mínima y máxima de servicio.
 13. Desviaciones del método de ensayo.
 14. Conclusiones.
 15. Fecha del informe y firma.

C.- TEORÍA DEL FUEGO

El Fuego es una reacción química cuyos elementos, (Carbono, Hidrógeno...), están combinados con Oxígeno, produciendo una liberación de energía en forma de calor y luz.

Podríamos definir incendio como el siniestro del que resulta la destrucción total o parcial del buque o la avería de algún elemento por medio del fuego.

1 DEFINICIONES BÁSICAS

Temperatura o Punto de Combustión: es aquella en que los vapores de un combustible, en presencia de oxígeno arden al ponerse en contacto con una fuente de calor (llama, chispa eléctrica...), y continua ardiendo.

Temperatura o Punto de Inflamación: es aquella en que un combustible empieza a emitir vapores suficientes para que, en presencia de oxígeno, formen una mezcla inflamable cerca de la superficie del combustible que en presencia de una llama, producen una pequeña explosión y no se apagan.

Temperatura de Autoignición: es la temperatura mínima para que un producto entre en combustión de forma espontánea. Esta característica de las sustancias limita la temperatura máxima superficial de los equipos eléctricos que pueden entrar en contacto con ella.

Potencia calorífica: cantidad de calor que una sustancia puede desprender por unidad de masa en un proceso de combustión.

Límites de Explosión o Inflamabilidad: los gases que forman mezclas inflamables con el oxígeno o aire, tienen unas concentraciones mínimas por debajo de las que no se propaga la llama. La mayor parte de los gases y vapores inflamables tienen también una proporción máxima de gas o vapor de aire por encima de la que no se propaga la llama, en el límite máximo es cuando se dice que la mezcla aire-combustible es demasiado rica para arder y en el mínimo, que la mezcla es pobre y tampoco arderá. Al campo existente entre estos dos límites se llama margen de explosión, dentro del que la mezcla se denomina rica.

Principio de la Combustión: la definimos como una oxidación rápida con desprendimiento de luz y calor. El conocimiento de las condiciones que determina si la combustión de una sustancia tiene lugar es esencial para comprender los principios de prevención, control y extinción de incendios.

Reacción de Oxidación: las reacciones de oxidación que se producen en los incendios son exotérmicas, es decir, uno de los elementos liberados en la reacción es el calor. Para que se produzca una reacción rápida de oxidación tienen que estar presentes un material combustible y un material oxidante, en principio, podemos decir que cualquier cuerpo compuesto de carbono o hidrógeno puede ser oxidado. El carbono y el hidrógeno entran en las composiciones de la mayor parte de los combustibles sólidos orgánicos, líquidos y gases inflamables.

El agente oxidante más común es el oxígeno. El aire está formado,

aproximadamente, por 1/5 de Oxígeno y 4/5 de Nitrógeno, pero algunos compuestos químicos, como el Nitrato de Sodio (NO₃Na) y el Cloruro Potásico (ClO₃K) desprenden Oxígeno en determinadas condiciones e intervienen en muchos incendios, también algunos plásticos contienen Oxígenos en sus moléculas y pueden arder sin la presencia del Oxígeno del aire. La combustión también puede realizarse en atmósfera de Cloro, Anhídrido Carbónico y en algunos casos otros gases sin que haya Oxígeno, así como el Circonio pulverizado pueden arder en CO₂.

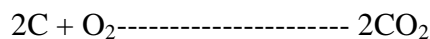
Autoignición y combustión: la oxidación de cualquier material tiene lugar siempre que haya presente un agente oxidante, pero a temperatura ambiente esta reacción de oxidación es tan lenta que apenas es perceptible. Cuando se eleva la temperatura, la oxidación se hace más rápida y genera gran cantidad de calor al alcanzarse y tiene lugar la combustión.

La técnica de protección contraincendios se base en los siguientes principios:

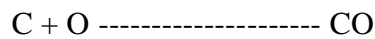
- Agente oxidante.
- Material combustible.
- Fuente de calor para iniciar la combustión.

Combustión completa e incompleta: los combustibles son en general sustancias que tienen como componentes principales el carbono, el oxígeno y el hidrógeno; por lo tanto, la combustión, en la mayor parte de los casos, se limita exclusivamente a la reacción entre el carbono y el hidrógeno con el oxígeno. Tres son los compuestos que pueden resultar de esta reacción, el óxido de carbono o monóxido de carbono (CO), el anhídrido carbónico o dióxido de carbono (CO₂) y el vapor de agua (HO).

El primero se producirá cuando el oxígeno escasea, denominándose la combustión incompleta.



El segundo se produce cuando el oxígeno es abundante, por ejemplo, por exceso de oxígeno o aire, y la combustión se denomina completa.



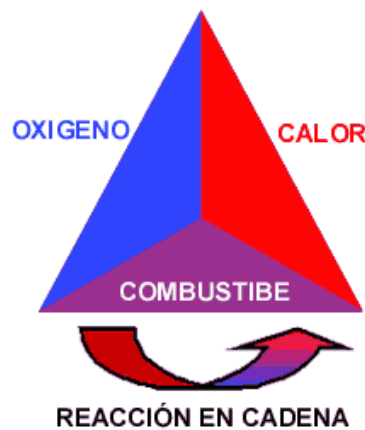
Combustión espontánea: hay sustancias que, debido a la reacción de oxidación, generan gran cantidad de calor que a veces no eliminan, llegando a alcanzar una temperatura en la que se produce la combustión de los vapores, sin necesidad de aplicarle una llama. Este fenómeno se llama combustión espontánea y la temperatura a que se produce ésta combustión se llama temperatura de autoignición.

Hay otros casos en que la sustancia se descompone lentamente y se transforma en la otra cuya temperatura es tal que emite vapores combustibles de muy baja temperatura de autoignición, originando la combustión espontánea de algunos de los subproductos y con ello la combustión total. Estas condiciones pueden darse en grandes masa apiladas o embaladas deficientemente, en algunos materiales en los que la humedad produce calor y en la mayoría de los productos susceptibles de deshidratación.

Casi siempre, el proceso es lento, incluso puede llegar a necesitar horas, días o meses, en todo caso es imprescindible la existencia de aire preciso para la oxidación, aunque en cantidad suficiente para dispersar de la zona el calor generado en la oxidación, es decir, que la ventilación sea deficiente.

2 ELEMENTOS DEL FUEGO

Para que se produzca el incendio se precisa de la concurrencia de tres factores, que se han dado en llamar “triángulo del fuego”: combustible, comburente (oxígeno) y fuente de calor. Actualmente se habla, más que de triángulo de fuego, de “tetraedro del fuego”, al introducir un cuarto factor, el de la reacción en cadena.



Tal como podemos ver en el siguiente esquema, si combustible, comburente y calor, coinciden simultáneamente, la combustión se inicia, dando lugar a un desprendimiento de calor, Q , el cual es absorbido por el combustible, Q_1 , o es disipado en un ambiente Q_2 .

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Dando lugar a la reacción en cadena solo cuando $Q > Q_2$ y el calor resultante Q_1 , sea suficiente para mantener la temperatura de la reacción, ya que si es pequeño, el combustible se irá enfriando hasta extinguirse.

La actuación sobre cada uno de los factores indicados, originando su supresión, resulta obligada a la hora de extinguir un incendio declarado.

Pasemos a definir cada uno de los factores enumerados:

Combustible: es toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno de forma rápida y exotérmica. Entre las características del combustible podemos señalar:

- Punto de inflamación.
- Temperatura de autoignición.
- Límite de inflamabilidad.

- Potencia calorífica.

Comburente: es toda mezcla de gases en el cual el oxígeno está en proporción suficiente para que se produzca la combustión.

Calor: el calor es una forma de la energía. Se produce por la fricción de las moléculas del cuerpo, ocasionada por el movimiento. La transmisión de calor es responsable del comienzo y extinción de la mayor parte de los incendios, el calor se transmite a través de otras tres formas siempre que no haya un medio adecuado que lo permita, éstas son:

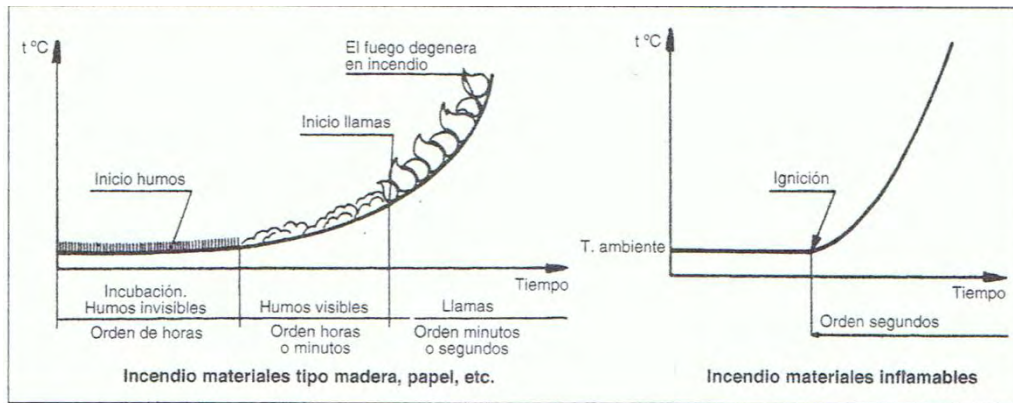
- a) **Conducción:** el calor de un cuerpo pasa a otros por contacto directo a través de un medio o de un conductor sólido, líquido o gaseoso situado en contacto con ambos. La cantidad de calor transferido por éste método depende de la conductividad térmica de los materiales a través de los que pasa el calor, el área y espesor del medio conductor, la velocidad de transmisión están en razón directa de la diferencia de temperatura entre los puntos de entrada y salida.
- b) **Radiación:** la energía de radiación es una forma de movimiento ondulatorio, se emite por distintas fuentes y puede variar su longitud desde 10-12 cm, hasta 10 cm. La energía radiada viaja a la velocidad de la luz al llegar a un cuerpo, la absorbe, refleja y lo transmite.

Cuando dos cuerpos están próximos y uno de ellos está más caliente que el otro, la energía calorífica de radiación pasará del cuerpo más caliente al más frío hasta que la temperatura de ambos sea la misma. La capacidad para absorber el calor, radiado es función de la clase de superficie del cuerpo frío y del área de la superficie radiante del cuerpo caliente.

- c) **Convección:** el calor se transmite por medio de un fluido en movimiento, el aire al calentarse aumenta de volumen y asciende y por ésta razón, la transmisión de calor por convección sucede naturalmente en dirección ascendente, aunque las corrientes de aire pueden transmitir el calor en cualquier dirección. Así el calor generado por una estufa se distribuye en una habitación al calentarse el aire por conducción y la circulación del aire caliente transmite el vapor a los objetos distantes.

Reacción en cadena: es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de la mezcla comburente-combustible, siendo determinante en la propagación del incendio. Se distinguen las siguientes etapas: ignición, propagación y consecuencias.

- a) **Ignición:** es la conjunción de los cuatro factores enumerados, en el espacio y en el tiempo, con intensidad suficiente para provocar la inflamación del combustible. La ignición se produce cuando un combustible, en determinadas condiciones, entra en contacto con el aire y recibe la energía de activación suministrada por un foco de ignición.
- b) **Propagación:** es la evolución del incendio en el espacio y el tiempo. Puede tener lugar por conducción, por convección, por radiación y por desplazamiento. Depende del tipo de combustible, como podemos ver en los gráficos siguientes correspondientes al incendio de materiales sólidos y líquidos.



c) Consecuencias: son los daños a bienes y lesiones a personas derivadas del incendio y propagación del mismo.

3 ETAPAS DEL FUEGO

En el desarrollo de un incendio fuego pueden diferenciarse cuatro etapas diferentes, que duran intervalos de tiempo más o menos largos de acuerdo con las circunstancias y combustibles de que se trate.

Primera Etapa: el fuego está en estado latente, sin producir ningún tipo de humo visible, llama o calor apreciable. No obstante, se está desarrollando un proceso de combustión, que produce el ascenso vertical de partículas invisibles ionizadas. Esta etapa puede durar muchos minutos e incluso varias horas.

Segunda Etapa: se desarrolla una cantidad de partículas de combustión tal que su acumulación produce humo visible, sin llama ni calor apreciable. Esta etapa puede también durar horas o minutos.

Tercera Etapa: una vez el proceso de combustión ha desprendido el calor suficientemente para elevar la temperatura a la autoignición de combustible, y bajo condiciones favorables de existencias de oxígeno, se desarrollan con gran rapidez las llamas con el desprendimiento de rayos infrarrojos, ultravioletas y luz. El calor empieza a aumentar. Esta etapa puede durar minutos o segundos.

Cuarta Etapa: a las llamas sigue la producción de un gran calor, con humos y gases tóxicos y es el momento en que el fuego ha tomado verdaderamente cuerpo. Su desarrollo se produce en segundos.

Si el fuego se detecta en las dos primeras etapas podrá normalmente ser controlado con medios portátiles, pero si se detecta en las otras dos, las dificultades para la extinción serán mucho mayores

4 CLASIFICACIÓN DE LOS INCENDIOS

Cada tipo de combustible en un incendio, requiere un agente extintor adecuado a fin de lograr su extinción. Para facilitar la elección de ese agente extintor, en cierto modo limitado a un bajo número de posibilidades (agua, espuma, polvos químicos y gases inertes), se agruparon los elementos combustibles en tipos o clases determinantes

a su vez de la clase de fuego a combatir, al presentar riesgos comunes en cada uno de ellos.

Fuegos de clase A

Incluye los materiales combustibles sólidos, generalmente de tipo orgánico, que arden con formación de brasas, así como los combustibles sólidos de alto punto de fusión.

Son esencialmente los que forman parte de los recubrimientos y decoraciones del buque. Algunos, frecuentemente están ocultos, como son los plásticos que conducen la corriente eléctrica, como sucede con la habitabilidad del cableado que va desde las mamparas y los recubrimientos de madera. Las fibras textiles del habitáculo, las vemos en muchos lugares, como por ejemplo en las cortinas de los portillos. Los materiales de clase A son, así mismo, frecuentes y abundantes en los espacios de máquinas, así tenemos:

- Plásticos o cableados de equipos.
- Fibras en forma de estopas para limpieza.
- Maderas que se usan para asentar o depositar piezas, cajas con repuestos y herramientas.

Fuegos de clase B

Los producidos por sustancias líquidas combustibles que se queman dando llamas. En la habitación casi ni existen, a excepción de las cocinas, donde suelen encontrarse aceites comestibles, que pueden representar un foco de fuego por recalentamiento de los ismos, mientras se está cocinando. En los espacios de máquinas son muy frecuentes puesto que principalmente es el lugar donde se localizan mayormente todo este tipo de materiales. Éstos son también muy frecuentes en pañoles donde suele haber pinturas, barnices, petróleo, gasolina, aceites...

Fuegos de clase C

Los producidos por sustancias que arden en estado gaseoso y a presión (metano, propano, butano, hidrógeno, etc.). Los gases son los materiales más fácilmente inflamables, pero las cantidades que llevan a bordo para uso cotidiano son realmente pocas. Aún que no todos, los combustibles como el oxígeno y nitrógeno, van en cilindros a presión, deben manejarse con cuidado evitando golpes y además se evitarán los focos de elevada temperatura que podrían hacerlos explotar de forma muy violenta. Casi siempre van estibados en zonas de cubierta, donde la ventilación es muy buena, y llevan medidas de seguridad para evitar sobre presiones, de forma que salgan los gases de manera suave y segura.

Fuegos de clase D

Los producidos por metales ligeros combustibles (aluminio, magnesio y aleaciones excepto alcalinos, tales como Na y K). Bajo ciertas condiciones los metales pueden arder, haciéndolo por ignición espontánea o no espontánea.

D.- PRINCIPALES CAUSAS DE LOS INCENDIOS A BORDO

Fugas de aceite en la Cámara de Máquinas

La presencia de residuos y vapores de combustibles de máquinas, pueden causar un incendio en la cámara de máquinas, incendio que, si no se debe al combustible en origen, se desarrollará igualmente en un corto periodo de tiempo.

Debe evitarse el derrame de combustibles en la cámara de máquinas y siempre tratar de mantener limpia la parte superior del doble fondo y sentinas. Debajo de los posibles puntos de goteo deben colocarse bandejas recogedoras para evitar que estos combustibles y aceites puedan derramarse.

Cigarrillos

Es necesario limitar los locales en que se pueda fumar a bordo sobre todo en los buques tanques. Debe estar prohibido fumar en cualquier parte del buque en la cual se almacene pintura, aceites, trapos, alfombras y cabos, así como en el interior de los paños.

El fumar en la cama está prohibido en todos los buques, puesto que se trata de una práctica extremadamente peligrosa. Muchos incendios se han originado por no haber apagado apropiadamente los cigarrillos, y por haberse quedado dormido mientras se estuvo fumando en la cama, con el consiguiente peligro de la propia persona, sus compañeros y el buque.

En buques tanques (indiferentemente de la carga que transporte) está totalmente prohibido fumar fuera del área de alojamiento y espacio de maquinaria todo el tiempo, excepto cuando el buque disponga de un certificado de estar en condición libre de gases, extendido por autoridad competente. El fumar en secreto es mucho más peligroso que fumar controladamente puesto que hay una posibilidad de que vapores inflamables puedan entrar a determinadas áreas.

A bordo de los petroleros está prohibido, a cualquier persona, llevar consigo encendedores para cigarrillos cuando se encuentren fuera del área de alojamientos o cámara de máquinas. Si un encendedor se deja caer accidentalmente, podría producirse una chispa capaz de inflamar los gases y consecuentemente provocar una explosión. Si se utilizan fósforos éstos pueden ser de seguridad, pero no deberán ser llevados fuera de los espacios de alojamiento.

Recalentamiento de cojinetes

La fricción producida en los cojinetes o por piezas móviles en cualquiera de las máquinas que hay montadas a bordo de un buque puede producir zonas de muy altas temperaturas que llegan a fundir los metales y que de encontrar atmósferas de gases combustibles pueden dar lugar a explosiones o deflagraciones. Las causas de estos recalentamientos son normalmente la falta de lubricación, así como, la rotura o desprendimiento de piezas en su interior.

Cuando se teme que hay recalentamiento en el interior de una máquina, debe pararse inmediatamente, continuando funcionando su sistema de refrigeración si dispone de él y dejar pasar un cierto intervalo de tiempo antes de quitar las tapas que

dan acceso a su interior para dar tiempo a que se enfríen los puntos calientes antes de que penetre el aire (Oxígeno) en su interior y pueda producirse una mezcla inflamable con los vapores del aceite lubricante.

Las bombas que descargan el producto de los tanques deben reconocerse exteriormente por lo menos dos veces cada guardia de cuatro horas para comprobar que no hay recalentamiento en sus cojinetes.

Equipo de cocina

A la cocina de los buques debe prestársele una especial atención. Existe una diferencia fundamental entre la cocina de una instalación terrestre y la de un buque, la cocina de la instalación terrestre es estática, no se mueve, la del buque está sometida a los balances del mismo lo que puede dar lugar a que resbalen los cacharros (si no se colocan balanceras) o se derrame el contenido de los mismos en el caso de determinados productos como el aceite es muy peligroso pues posiblemente se prenderá al entrar en contacto con la chapa de la cocina o el fuego directo. Aún en el caso de que se derrame agua o cualquier otro líquido no inflamable hay el riesgo de que se apague la llama y continúe saliendo el combustible.

Cerca de los fogones de la cocina deben instalarse extintores contraincendios que permitan en todo momento su rápida utilización. Bajo ningún pretexto deberá abandonarse la cocina cuando ésta esté encendida o sus placas calientes.

No deberá permitirse la acumulación de trapos grasientos o de grasa, incluyendo los troncos de los ventiladores de extracción y sus rejillas.

Cuando se empleen quemadores de Gasóleo, para impedir incendios en la chimenea y que salgan al exterior chispas debidas al hollín incandescente, deberá comprobarse frecuentemente la regulación de los quemadores. Las campanas de las chimeneas deberán estar siempre limpias.

En los buques tanque durante las operaciones de cargas, descarga o desgasificación debe pedirse permiso al Capitán antes de utilizar la cocina por si pudiera haber atmósferas inflamables. En algunos buques tanques se montan marmitas de vapor que pueden ser utilizadas en cualquier momento.

Ignición espontánea

Cuando a los productos líquidos procedentes del petróleo se les calienta lo suficiente, se incendian sin la aplicación de una llama descubierta. Este proceso de autoignición es muy común cuando los aceites combustibles o lubricantes se pulverizan sobre una superficie caliente. También se puede producir la ignición espontánea cuando se derrama aceite sobre revestimientos, que estén calientes, al evaporarse alcanzan adecuada temperatura para estallar en llamas. Las tuberías de combustible requieren una especial atención para evitar que se rocíen de éste por pérdidas.

Otro origen de incendios por autoignición puede ser mediante paquetes de materiales humedecidos o empapados en aceite, tales como algodón, trapos, ropa sucia...

Cualquiera de éstos impregnados en aceite debe ser desechado tan pronto como

sea posible.

También deben tomarse precauciones especiales cuando se transporten en las bodegas mercancías que estén impregnadas con aceites, por ejemplo, las virutas metálicas procedentes del mecanizado de piezas metálicas, o bien otro ser de productos que al oxidarse si la travesía dura varios días pueden llegar a alcanzar la temperatura de autoignición.

Trabajos en caliente

Los trabajos con equipos que originen calor o chispas pueden dar lugar a incendios (soldaduras, cortes, etc.). Antes de iniciar un trabajo de esta naturaleza, trabajo en caliente, si se trata de un espacio cerrado debe ventilarse el compartimento y comprobarse con un detector de gases inflamables que el nivel de éstos no supera el 1% del límite inferior de inflamabilidad.

En todos los casos deberán eliminarse en un espacio de por lo menos 10 metros a la redonda de la zona de trabajo en caliente todos los cascarones de óxido, barro y sedimentos. También es necesario comprobar que los compartimentos adyacentes están desgasificados y no pueden llegar gases de otros compartimentos a través de cualquier conducto de ventilación, así como, que no hay materias inflamables que puedan incendiarse por el calor transmitido por los mamparos.

Mientras se esté desarrollando cualquier trabajo en caliente deberá estar en servicio una guardia de contra incendios equipada con extintores.

Cuando se trate de trabajos en caliente en el interior de los tanques deberán tomarse medidas especiales como:

- a) Comprobar que los espacios adyacentes están desgasificados, inertizados o llenos de agua.
- b) Se deberán aislar todas las tuberías que desemboquen en el tanque en que se esté trabajando y los espacios adyacentes.
- c) Se deben hacer verificaciones para asegurarse de que mientras se efectúan los trabajos, no hay filtraciones de los tanques adyacentes de gases tóxicos o inertes.
- d) Sólo se deberá permitir el trabajo caliente sobre tuberías y válvulas cuando se haya separado por medio de trabajo en frío la sección apropiada y los extremos abiertos del sistema restante hayan sido tapados.
- e) En buques tanques, se deberá para el bombeo del cargamento o lastre, el lavado de tanques y cualquier otra operación simultánea que use el sistema de cargamento.

Tormentas eléctricas

Los buques tanques deberán tomar precauciones durante las tormentas eléctricas. Sí hay poco movimiento de aire, el gas de hidrocarburo puede quedarse sobre la cubierta en grandes concentraciones. Sí hay viento soplando a través de la superestructura de los buques, puede formarse un área de baja presión sobre el costado

de sotavento y consecuentemente arrastrar el gas en la dirección de la superestructura.

Cualquiera de estos efectos puede originar una concentración local de gas, si esto sucede, puede ser recomendable para las operaciones de carga, que involucran limpieza de tanques y desgasificación, mientras duren tales condiciones atmosféricas.

Durante las tormentas eléctricas relativamente cercanas, las operaciones de manejo de carga de petróleo, lastrado, desgasificado o limpieza de tanques, siguiendo descarga de tales productos, deben suspenderse y proceder a cerrar todas las aberturas de los tanques.

Roedores

Debe evitarse la existencia de roedores a bordo de los buques, a parte de las elementales razones de higiene que aconsejan eliminar su presencia, hay otras tantas o más importantes, dado que a estos animales les gusta el barniz que recubre los devanados de los motores eléctricos. En ocasiones ha habido serios problemas en los equipos eléctricos por esta causa que han dado origen a incendios. A partir de un determinado tamaño, los motores eléctricos que se monten a bordo deben estar protegidas contra ratas.

Lámparas y otros equipos con cables flexibles

Antes de utilizar líneas volantes, con cables flexibles, para la alimentación de corriente eléctrica a lámparas y otros equipos eléctricos portátiles (ventiladores, bomba, etc.) deben comprobarse el estado de los mismos y sus correspondientes conexiones.

Esto tiene especial importancia en los buques tanques donde debe prohibirse el uso de equipos eléctricos portátiles provistos de cables volantes dentro de los tanques y espacios adyacentes, o sobre la cubierta de estos tanques, a menos que durante el periodo que el equipo esté en uso se tomen las mismas precauciones que deben tomarse para los trabajos en caliente.

Electricidad estática


La electricidad estática puede producir chispas de suficiente energía para encender un gas inflamable, aunque no todas las chispas tengan suficiente energía para ello. En los buques tanques pueden darse atmósferas con gas inflamable y debe tomarse medidas especiales para anular las cargas electrostáticas.

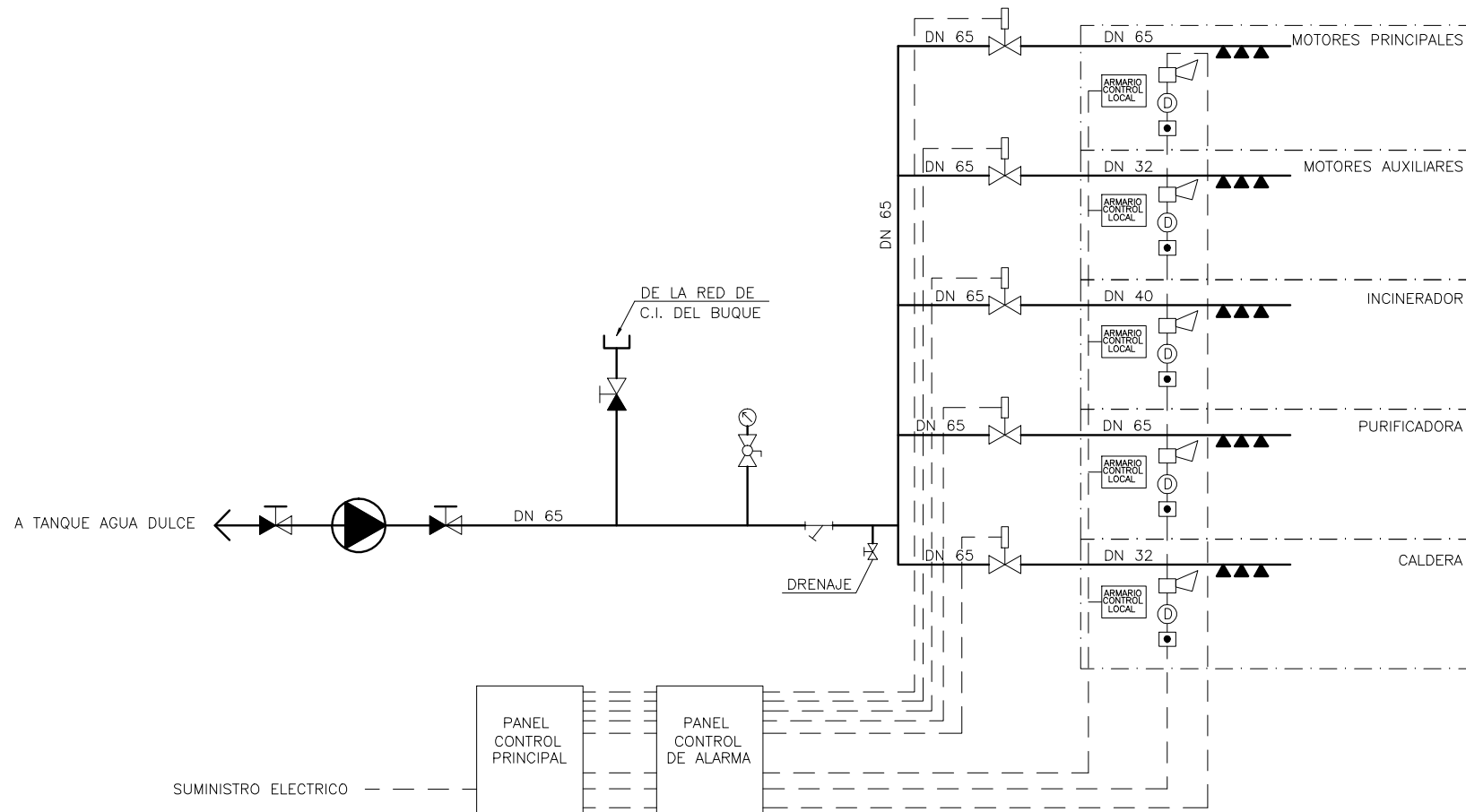
BIBLIOGRAFÍA

- Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar. SOLAS
Edición refundida, 2004.
- Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendio, SSCI
Organización Marítima Internacional, OMI.
- MSCR/ Circ. 913
- Normativa NFPA, National Fire Protection Association
www.nfpa.org
- Archivos de ingeniería de Navantia, Puerto Real
- Lucha contra incendios a bordo
Autores: Ricard Mari Sagarra
Enrique González Pino
- Aparatos y servicio auxiliares.
Escuela naval militar, Marín.
- Mecánica de fluidos aplicada.
Autor: Robert L. Mott
- Apuntes de asignatura: Sistemas auxiliares del buque.
González Tirado, Rafael
- Técnica de Prevención de Riesgos Laborales.
Autor: José María Cortés Díaz
- Manual de seguridad contra incendios
Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales, Barcelona.
- Seguritecnia, www.borrmart.es
- www.construmatica.com
- www.grupoincendios.com
- www.estrucplan.com.ar

PLANOS

SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS	
	LINEA QUE SUBE
	LINEA QUE BAJA
	LINEA SUBE/BAJA
	VALVULA DE PIE
	VALVULA CIERRE Y RETENCION
	VALVULA COMPUERTA
	VALVULA DE CIERRE CON CONEXION MANGUERA
	FILTRO
	REDUCCION CONCENTRICA
	EXTINTOR DE CO2 5 kg
	EXTINTOR DE POLVO SECO 10 kg
	EXTINTOR POLVO SECO 20 kg (CARRO)
	EQUIPO PORTATIL LANZA ESPUMA 20 LTR.
	EXTINTOR POLVO SECO 50 kg (CARRO)
	EXTINTOR ESPUMA 10 L
	EXTINTOR ESPUMA 45 L (CARRO)

PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN	E.U.I.T.N.NAVAL	
-	1:1	-		
	FIRMA	FECHA	TITULO:	
DIBUJADO			SIMBOLOGÍA DE ACCESORIOS	
COMPROB.				
APROBADO				



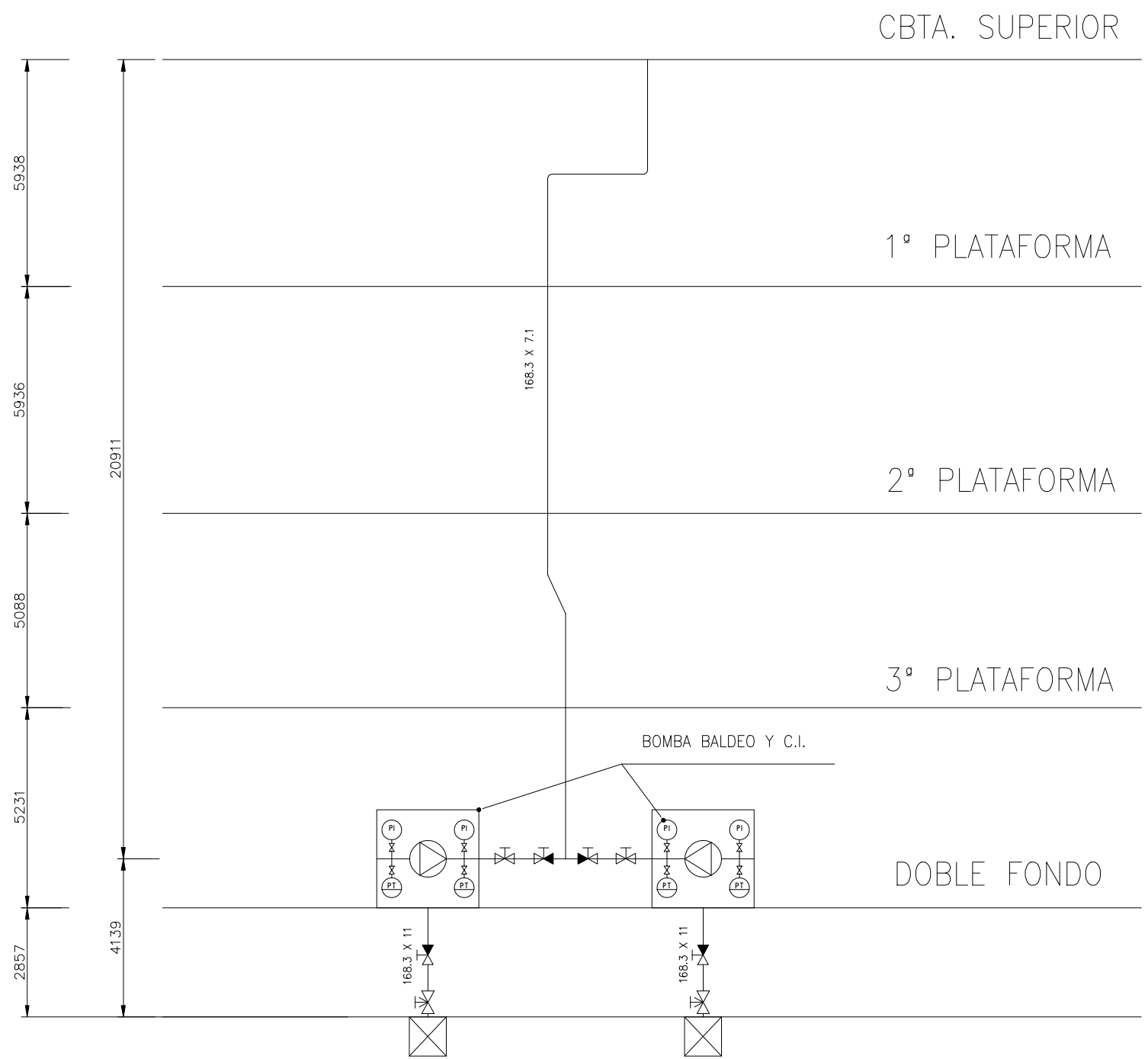
SIMBOLOGIA

	FILTRO
	BOMBA
	ROCIADOR
	VALVULA DE CIERRE Y RETENCION
	VALVULA CON ACTUADOR ELECTRICO
	ALARMA
	DETECTOR
	MANOMETRO
	PULSADOR MANUAL

PLANO N°:	HOJA	REVISIÓN
1	1/1	-
	FIRMA	FECHA
DIBUJADO		XX-XX-XX
COMPROB.		
APROBADO		

E.U.I.T.NAVAL

TÍTULO:
**SISTEMA FIJO DE C.I. DE
 APLICACION LOCAL A BASE DE AGUA
 PARA CAMARA DE MAQUINAS**



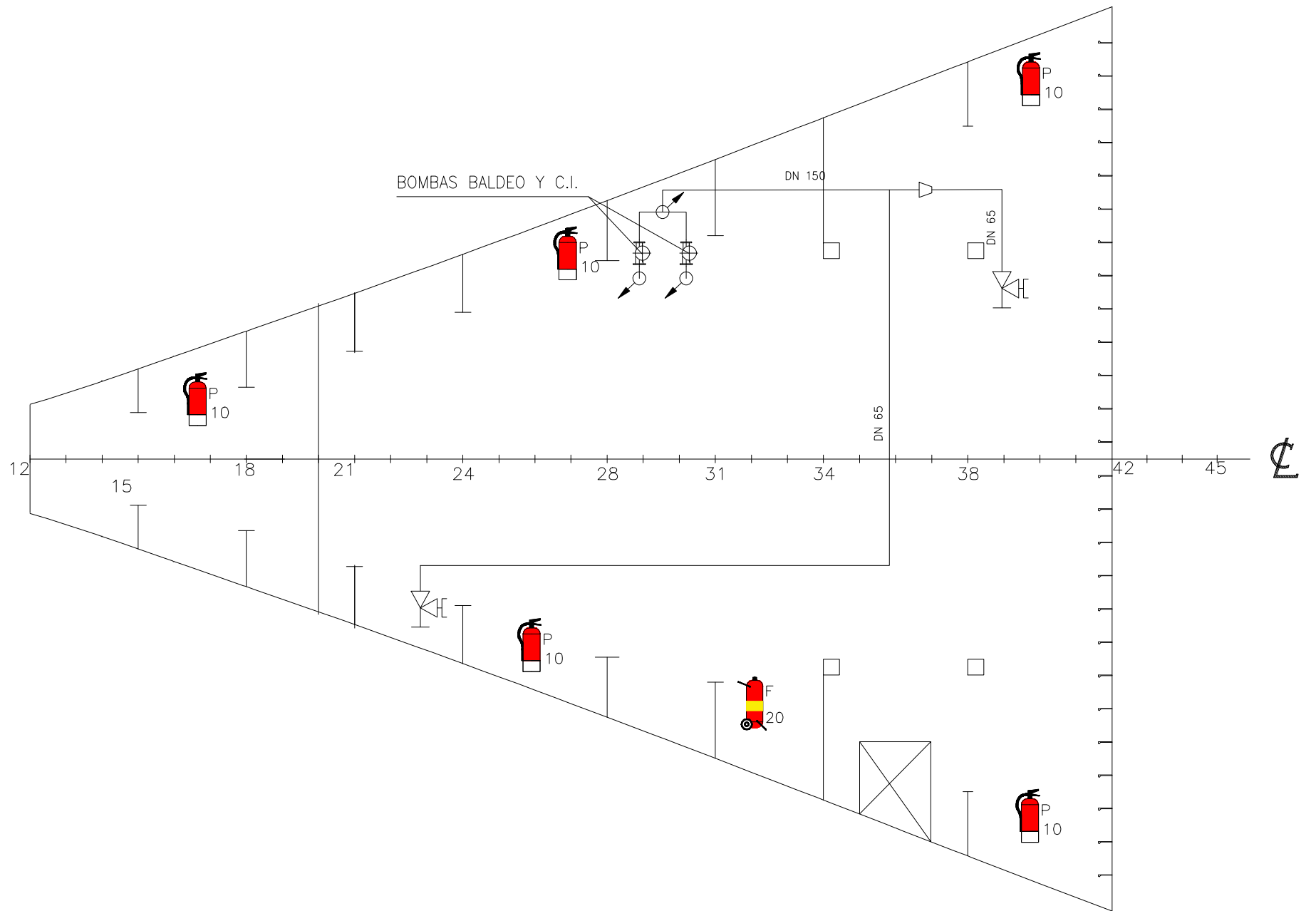
PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN
1	1:1	-
	FIRMA	FECHA
DIBUJADO		
COMPROB.		
APROBADO		

E.U.I.T.N.NAVAL




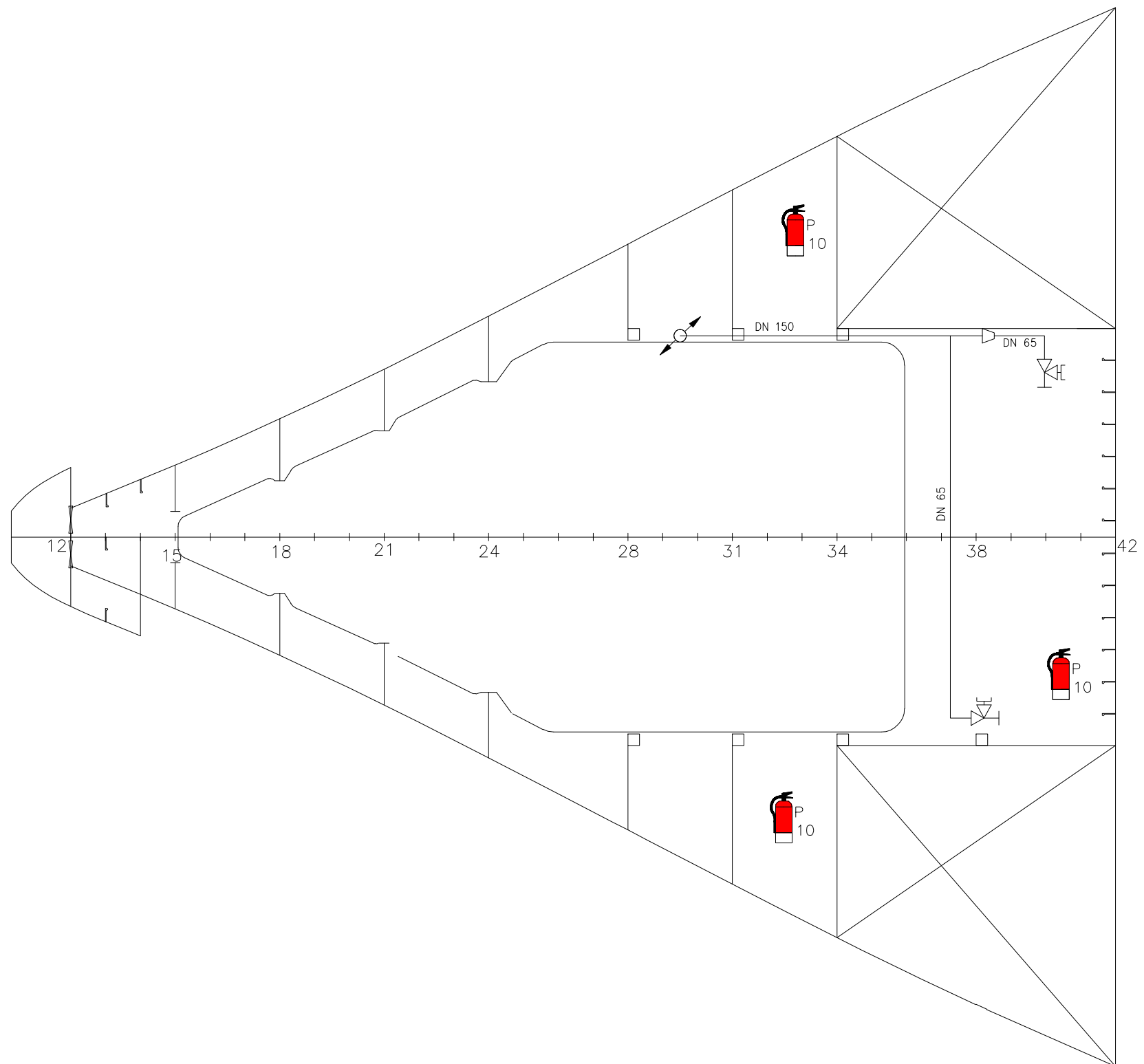
TÍTULO:
SISTEMA GENERAL EXTINCIÓN DE
INCENDIOS EN CÁMARA DE
MÁQUINAS

ALZADO




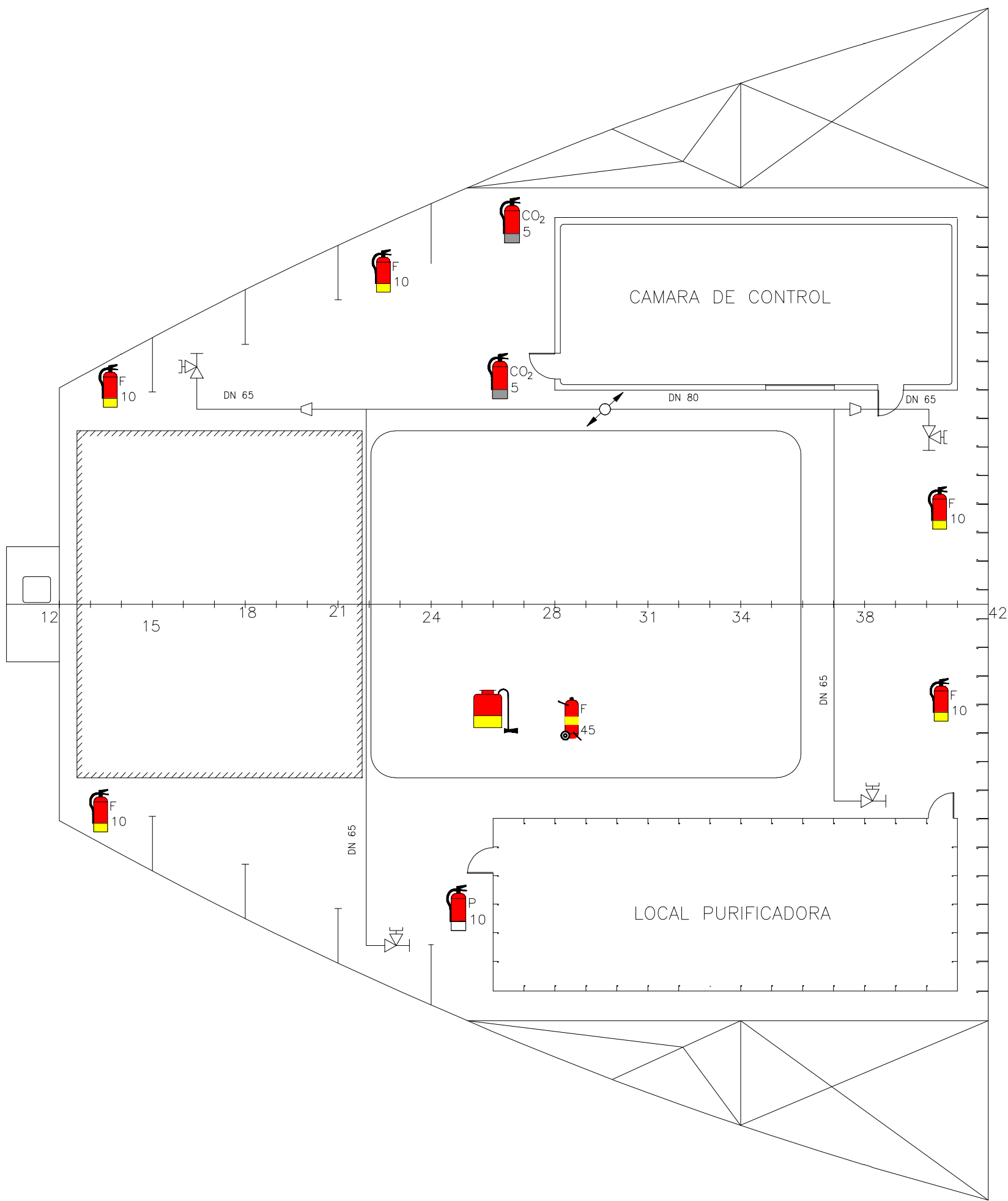
DOBLE FONDO

PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN	E.U.I.T.N.NAVAL	
2	1:1	-		
	FIRMA	FECHA	TÍTULO: SISTEMAS GENERAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS DOBLE FONDO	
DIBUJADO				
COMPROB.				
APROBADO				




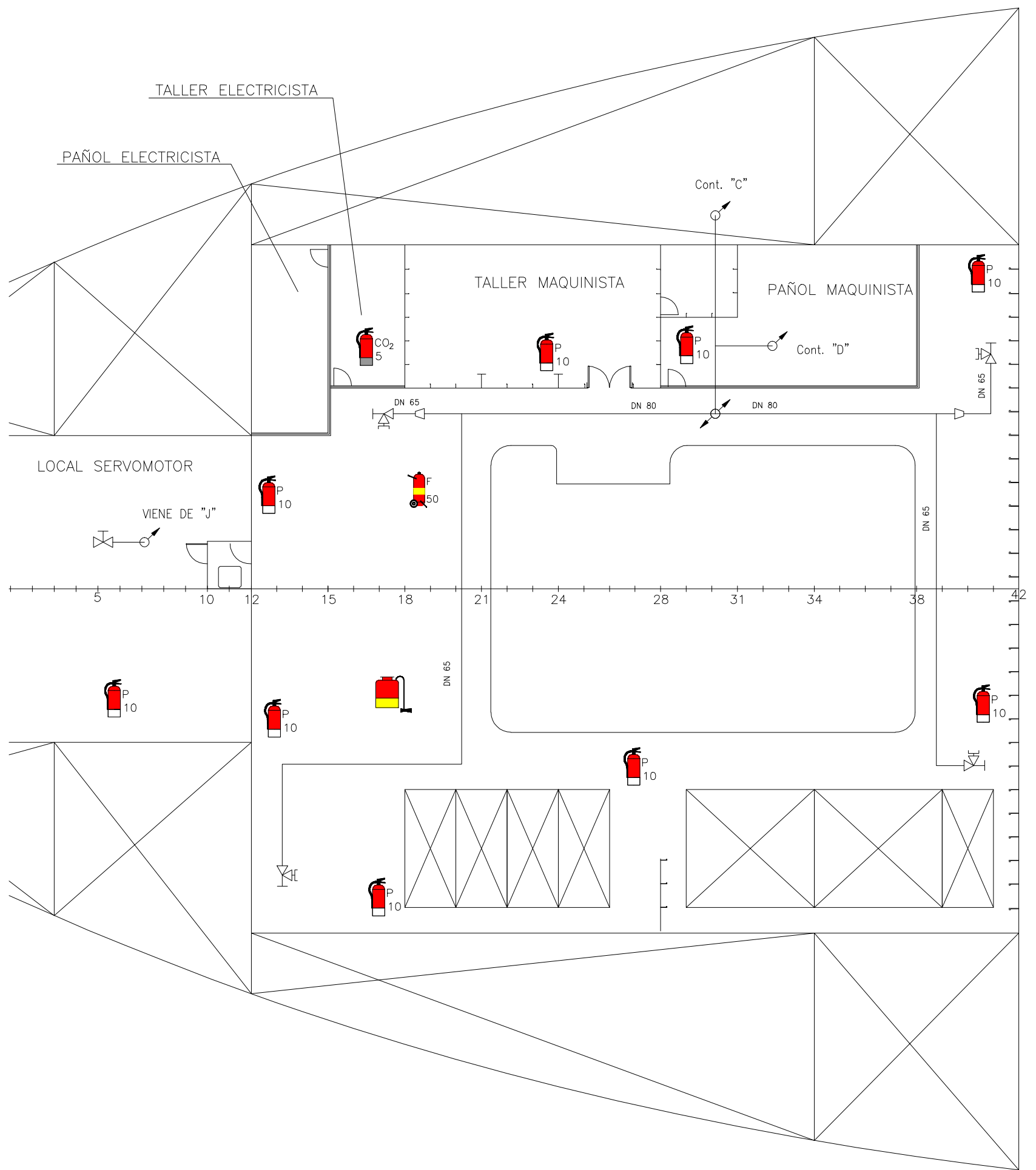
3^o PLATAFORMA
A 8088 DE L.B.

PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN	E.U.I.T.N.NAVAL	
3	1:1	-		
	FIRMA	FECHA	TÍTULO: SISTEMAS GENERAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS 3 ^o PLATAFORMA	
DIBUJADO				
COMPROB.				
APROBADO				



2ª PLATAFORMA
A 13176 DE L.B.

PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN	E.U.I.T.N.NAVAL	
4	1:1	-		
	FIRMA	FECHA	TÍTULO: SISTEMAS GENERAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS 2ª PLATAFORMA	
DIBUJADO				
COMPROB.				
APROBADO				



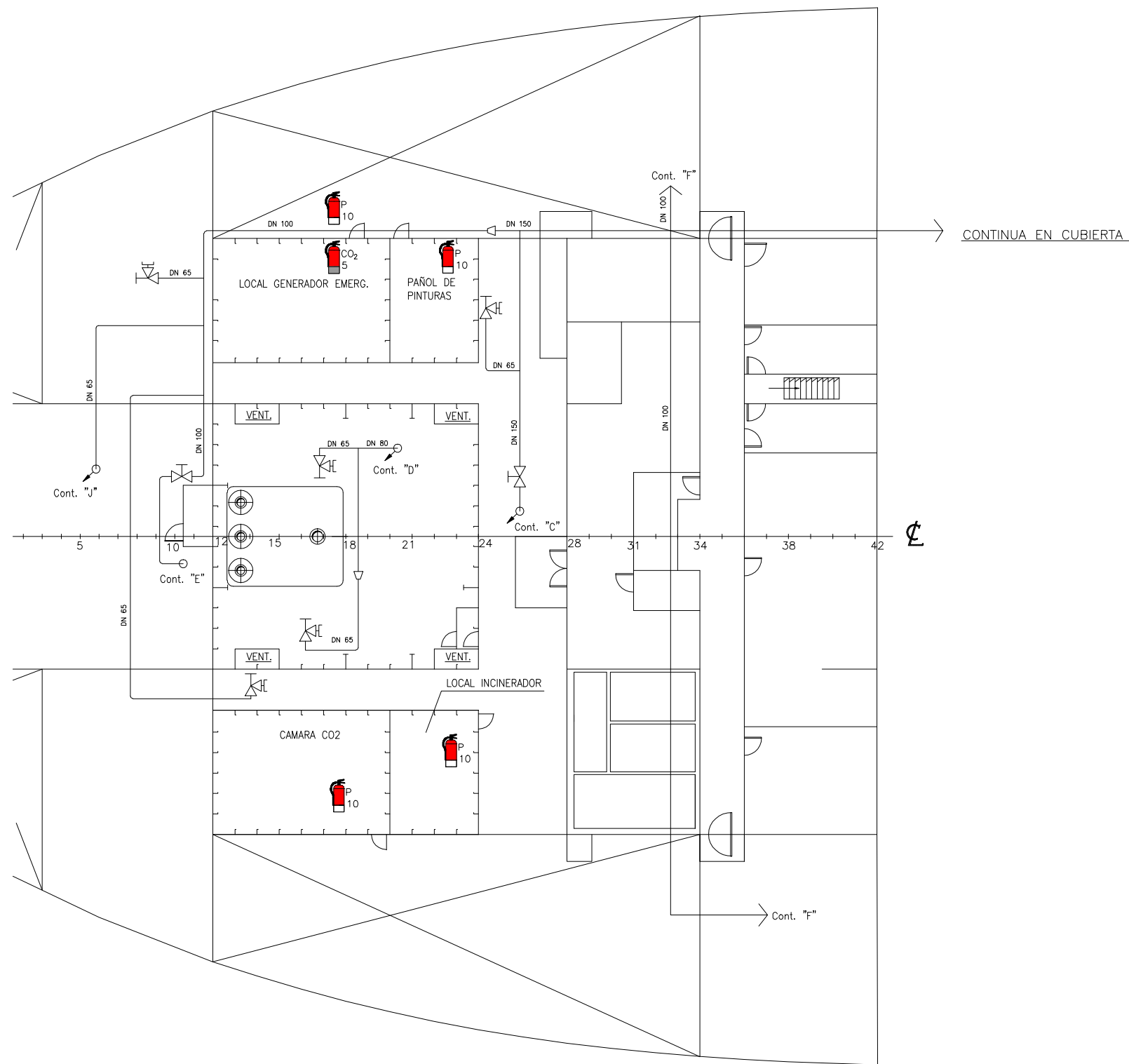
1ª PLATAFORMA
A 19112 DE L.B.

PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN
5	1:1	-
	FIRMA	FECHA
DIBUJADO		
COMPROB.		
APROBADO		

E.U.I.T.N.NAVAL



TÍTULO:
SISTEMAS GENERAL EXTINCIÓN DE
INCENDIOS EN CÁMARA DE
MÁQUINAS
1ª PLATAFORMA

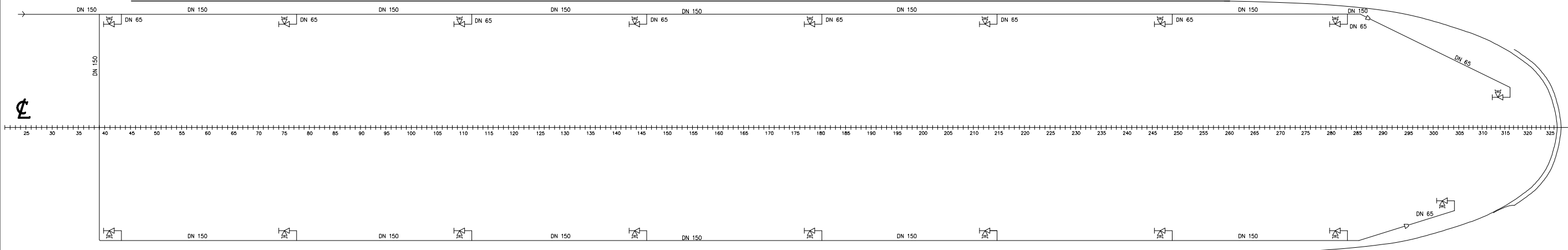


CUBIERTA SUPERIOR
A 24545 DE L.B.

PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN
6	1:1	-
DIBUJADO	FIRMA	FECHA
COMPROB.		
APROBADO		

E.U.I.T.N.NAVAL	
TÍTULO: SISTEMA GENERAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS	
CUBIERTA SUPERIOR	

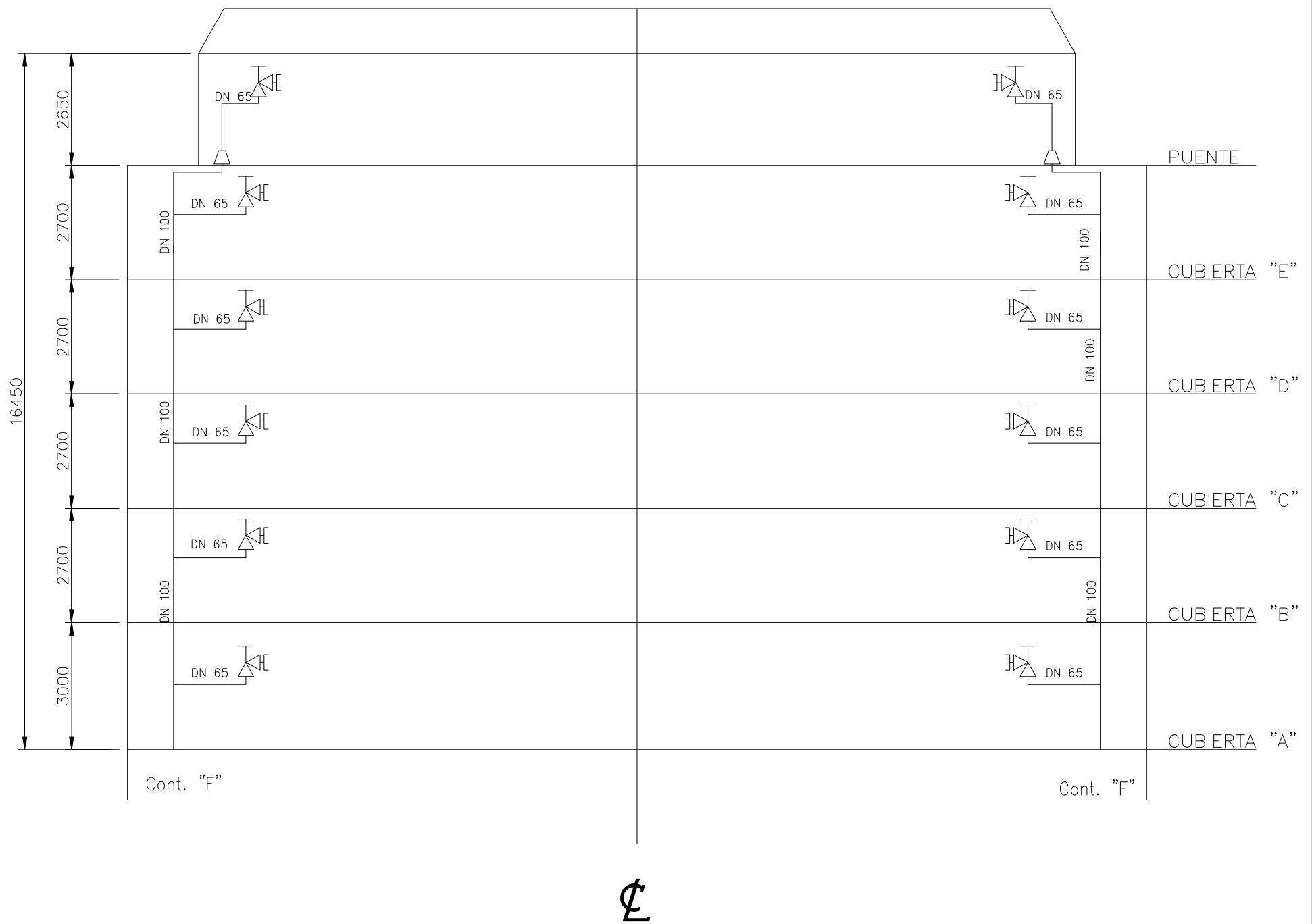




CUBIERTA SUPERIOR
A 24545 DE L.B.

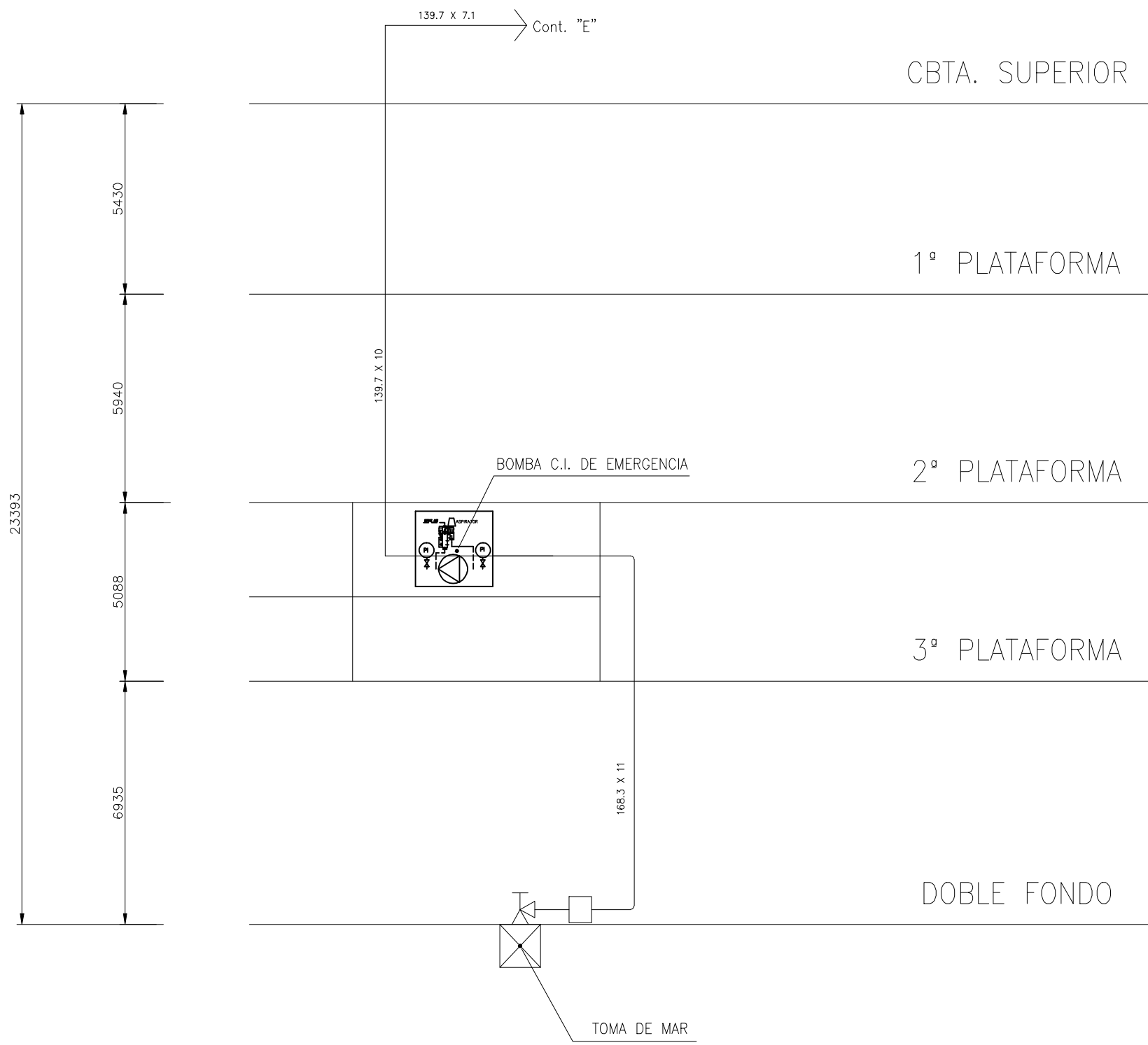
PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN	E.U.I.T.N.NAVAL
7	1:1	-	
	FIRMA	FECHA	TÍTULO: SISTEMA GENERAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS CUBIERTA SUPERIOR
DIBUJADO			
COMPROB.			
APROBADO			





SECCION TRANSVERSAL MIRANDO HACIA PROA

PLANO N°:	ESCALA	REVISIÓN	E.U.I.T.N.NAVAL
8	1:1	-	<p>TÍTULO: SISTEMA GENERAL EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS SUPERESTRUCTURA</p>
	FIRMA	FECHA	
DIBUJADO			
COMPROB.			
APROBADO			



PLANO Nº:	ESCALA	REVISIÓN
9	1:1	-
		FECHA
DIBUJADO		
COMPROB.		
APROBADO		

E.U.I.T.N.NAVAL

TÍTULO:
**SISTEMA GENERAL EXTINCIÓN DE
 INCENDIOS EN CÁMARA DE
 MÁQUINAS**
 ALZADO



