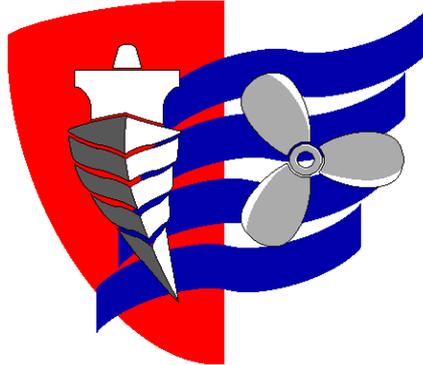


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Carrera

DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN UN BUQUE RO - PAX

**(DESIGN OF FIREFIGHTING SYSTEM IN A RO –
PAX SHIP)**

Para acceder al Título de

**INGENIERO TÉCNICO NAVAL
ESPECIALIDAD EN PROPULSIÓN
Y SERVICIOS DEL BUQUE**

Autor: Pilar Gómez Herrera
Director: Sergio García Gómez

Julio - 2016

| | | | |
|--------------------------|--|-------|------------|
| TÍTULO (Bilingüe) | Diseño del sistema contra incendios en un buque Ro-Pax Design of firefighting system in a Ro-Pax ship | | |
| AUTOR | Pilar Gómez Herrera | | |
| DIRECTOR / PONENTE | Sergio García Gómez | | |
| TITULACIÓN | <i>ITN. Especialidad en Propulsión y Servicios del Buque</i> | FECHA | Julio 2016 |

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto a desarrollar se basa en el diseño del sistema contra incendios de la cámara de máquinas de un buque destinado al servicio de transporte tanto de pasaje como de carga rodada, para adaptarlo a la reglamentación vigente tanto en lo dispuesto en el SOLAS y la sociedad de clasificación ABS rules.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El buque a proyectar se trata de una embarcación de la compañía Acciona Trasmediterránea del servicio de línea regular entre la península y las Islas Baleares

Para la realización del proyecto realizaremos los cálculos como si se tratara de un buque de nueva construcción.

El cálculo y el diseño de los circuitos comprenden el dimensionamiento de tuberías, bombas y equipos que lo integran, destinados a este servicio de acuerdo con lo exigido por las normas de la sociedad de clasificación correspondiente.

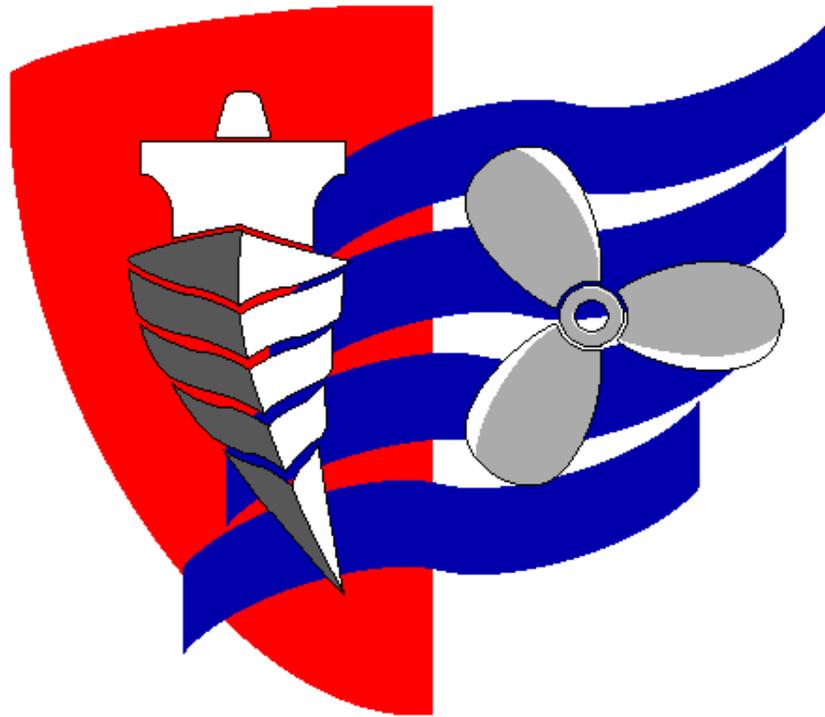
CONCLUSIONES / PRESUPUESTO

El total del presupuesto para los tres sistemas proyectados para la seguridad contra incendios asciende a:

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Sistema de baldeo y contra incendios | 201022,72 |
| Sistema de CO ₂ | 152857 |
| Sistema de agua nebulizada | 223837,46 |
| Total | 577717,18 euros |

BIBLIOGRAFÍA

- **Sociedad de clasificación:** ABS Rules for building and classing, steel vessels (2016).
- **Convenio SOLAS:** Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, y su Protocolo de 1988.
- **Código SSCI,** código internacional de sistemas de seguridad contra incendios 2007.
- **NFPA,** organización de seguridad humana y protección contra incendios más grande y reconocida del mundo. NFPA 13, NFPA 12



INDICE

MEMORIA **PAG. 7**

GENERAL

DATOS DEL BUQUE

SISTEMA DE BALDEO Y CONTRAINCENDIOS **PAG. 13**

INTRODUCCION

CARACTERISTICAS DEL AGUA

COMPONENTES DE LA INSTALACION

CALCULOS

SISTEMA FIJO DE CO₂ **PAG. 71**

INTRODUCCION

CARACTERISTICAS DEL CO₂

CARACTERISTICAS DE UNA INSTALACION FIJA DE ALTA PRESION

CALCULOS

SISTEMA HIFOG, AGUA NEBULIZADA **PAG. 94**

INTRODUCCION

MECANISMOS DE EXTINCION

APLICACIONES

OBJETIVO

COMPONENTES DE LA INSTALACION

CALCULOS

PLIEGO DE CONDICIONES **PAG. 115**

GENERAL

PARTICULAR

PRESUPUESTO **PAG. 139**

PLANOS **PAG. 148**

BIBLIOGRAFIA **PAG. 154**

1. MEMORIA

1.1 GENERAL

1.1.1 Título.

Diseño de un sistema contra incendios de un buque Ro – pax.

1.1.2 Destinatario

El destinatario de este Proyecto es la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, donde se presentara como Proyecto de Fin de Carrera con el objeto de obtener el Título de Ingeniero Naval especialidad en Propulsión y Servicios del Buque.

1.1.3 Objeto de proyecto.

El proyecto a desarrollar se basa en el diseño del sistema contra incendios de la cámara de máquinas de un buque destinado al servicio de transporte tanto de pasaje como de carga rodada, para adaptarlo a la reglamentación vigente tanto en lo dispuesto en el SOLAS y la sociedad de clasificación ABS rules.

Para la realización del proyecto realizaremos los cálculos como si se tratara de un buque de nueva construcción.

El cálculo y el diseño de los circuitos comprenden el dimensionamiento de tuberías, bombas y equipos que lo integran, destinados a este servicio de acuerdo con lo exigido por las normas de la sociedad de clasificación correspondiente.

1.1.4. Normativa

La normativa a tener en cuenta para el siguiente proyecto es la siguiente:

- SOLAS. Capitulo II-2, Construcción – prevención, detección, extinción de incendios. Regla 10, Lucha contra incendios.
- SSCI. Código de sistemas de seguridad contra incendios.
- El proyecto se rige por la sociedad de Clasificación ABS.

1.1.5. Convenio SOLAS

El convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, es el tratado más importante de seguridad relativo a buques mercantes.

El convenio actualmente vigente, fue adoptado el 1 de noviembre de 1974 entrando en vigor el 25 de mayo de 1980.

Para regular este proyecto nos interesa el apartado de construcción, en concreto la regla 10, Lucha contra Incendios.

1.1.6. Código de sistemas de seguridad contra incendios SSCI

Este código tiene por objeto proporcionar unas normas internacionales sobre determinadas especificaciones técnicas para los sistemas de seguridad contra incendios prescritos en el capítulo II-2 del SOLAS. El código es obligatorio en virtud del SOLAS mediante enmiendas al convenio adoptadas por el MSC.

1.1.7. Sociedad de clasificación ABS.

La ABS establece en *“Rules for Building and Classing Steel Vessels”* en su parte 4, capítulo 7 *“Fire Safety Systems”*, sección 3 *“Fire-extinguishing Systems and Equipment”* lo siguiente:

(ABS) *“1.1 General. Every vessel is to be provided with fire pumps, fire mains, hydrants and hoses complying with the provisions of this subsection, as applicable”*.

1.2. DATOS DEL BUQUE Y LA INSTALACION

El buque a proyectar se trata de una embarcación de la compañía Acciona Trasmediterránea del servicio de línea regular entre la península y las Islas Baleares.

El buque en concreto tiene las siguientes características:

| | |
|--------------------------|---------------------|
| Eslora total | 180 m |
| Manga de trazado | 25 m |
| Puntal de trazado | 15,3 m |
| Desplazamiento en rosca | 9907,2 Tm. |
| Propulsión | 4 x 5490 = 23000 kw |
| Pasajeros | 600 |
| Metros lineales de carga | 1700 |

Este buque como buque de pasaje y carga que es, está provisto de una serie de sistema contra incendios, dimensionados con el fin de asegurar la seguridad de las personas, del buque y de la carga. Dichos sistemas son los siguientes:

- Sistema de Baldeo y Contra Incendios.
- Sistema Drencher de contra incendios (Rociadores).
- Sistema de CO₂ para espacios de Máquinas.
- Sistema Hi-Fog de alta presión, para espacios de habitación y máquinas.
- Sistema de Detección de incendios.
- Sistema General de lucha contra incendios.

1.2.1. Sistema de Baldeo y Contra Incendios

El sistema de Baldeo y Contra Incendios está formado, por los equipos de bombeo situados en la cubierta nº 1 del buque, a partir de ésta cubierta se proporciona el caudal de agua salada necesario y a la presión de trabajo necesaria, para en caso de incendio, intentar extinguir el incendio en

cuestión. La línea está siempre presurizada, para poder suministrar agua instantáneamente en el caso en que se produzca un incendio, la impulsión de agua se realizará en cuanto se abra cualquier válvula del sistema (hidrantes, bies u otros).

1.2.2. Sistema Drencher de Contra Incendios

El sistema de rociadores se encarga de proteger todas aquellas zonas de carga del buque. Éstas zonas están divididas en varias secciones, encontramos los espacios para camiones, con una distancia lineal de 1700 metros aproximados, de los cuales hay una parte destinada a la carga de vehículos (85 vehículos aproximadamente).

El tipo de rociadores que están instalados en estos espacios, son del tipo tubería seca, de manera que tan sólo circulará agua en el momento de intervenir. Debido a los problemas que supone dejar el sistema parado con agua salada, ya sean corrosiones o incrustaciones que podrían disminuir la eficacia cuando se requiera el uso del sistema, hay instaladas unas válvulas conectadas con dos sistemas auxiliares, como son el sistema de agua dulce sanitaria del buque, y el sistema de aire de trabajo, con dichos sistemas, se consigue una vez haya acabado la intervención, dejar parada la línea con agua dulce para desalojar todo el agua salada que haya quedado en el sistema.

1.2.3. Sistema de CO₂ para espacios de Máquinas

Este tipo de instalaciones es el indicado principalmente para la protección en bodegas y cámaras de máquinas, aunque también se llega a utilizar en compartimentos que sirvan de alojamiento a generadores, pañoles de pinturas, cocinas, etc., que por su especial riesgo necesite una protección específica e individualizada.

La instalación de CO₂ se compone de una serie de recipientes reserva de CO₂ un sistema de distribución y acometida a los espacios protegidos, y por orificios y boquillas de aplicación. Además, teniendo en cuenta las características de sofocación del CO₂ y sus efectos sobre las personas,

dispone de medios de aviso del disparo y un retardador de aplicación, para dar tiempo al personal a que abandone el lugar.

Las zonas protegidas por el sistema de CO₂ en el buque son las siguientes:

- Motores Principales
- Motores auxiliares, control de máquinas.
- Cámara de purificadoras y caldera.
- Local del generador de emergencia.
- Pañol de pinturas
- Cámara de incineradoras.
- Cocina (conducto de extracción de humos)

1.2.4. Sistema Hi-Fog de alta presión, para espacios de habitación y máquinas.

Este sistema ha sido diseñado para ser utilizado en zonas de acomodación y espacios comunes tanto de pasaje como de tripulación, así como en la cámara de máquinas.

Los difusores especialmente diseñados, inundan el espacio protegido con una fina niebla de agua nebulizada, apagando el incendio y provocando un enfriamiento efectivo del ambiente próximo al mismo.

En los espacios de alojamientos, el sistema de conductos húmedos se utiliza y se activa cuando la ampolla de activación sensible al calor de uno o varios rociadores se rompe.

En las cámaras de máquinas se emplea el sistema de válvulas secas, que se activan cuando se abre una válvula de sección.

Al principio se agrega espuma al agua nebulizada para acelerar la extinción del incendio. Se pueden activar otras secciones si se considera necesario.

1.2.5. Sistema de Detección de incendios

Debido a que en el buque hay muchas posibilidades de originarse un fuego debido a los materiales de construcción del buque, a las zonas de acomodación con todos los materiales de mobiliario, forros de paredes, escaleras, así como en espacios de máquinas con combustibles, aceites, y productos químicos inflamables, es necesario tener un amplio sistema de detección de cualquier posible incendio que se pudiera originar, y detener su propagación en los primeros momentos cuando aún se puede actuar. Para ello se requiere un amplio sistema de detección.

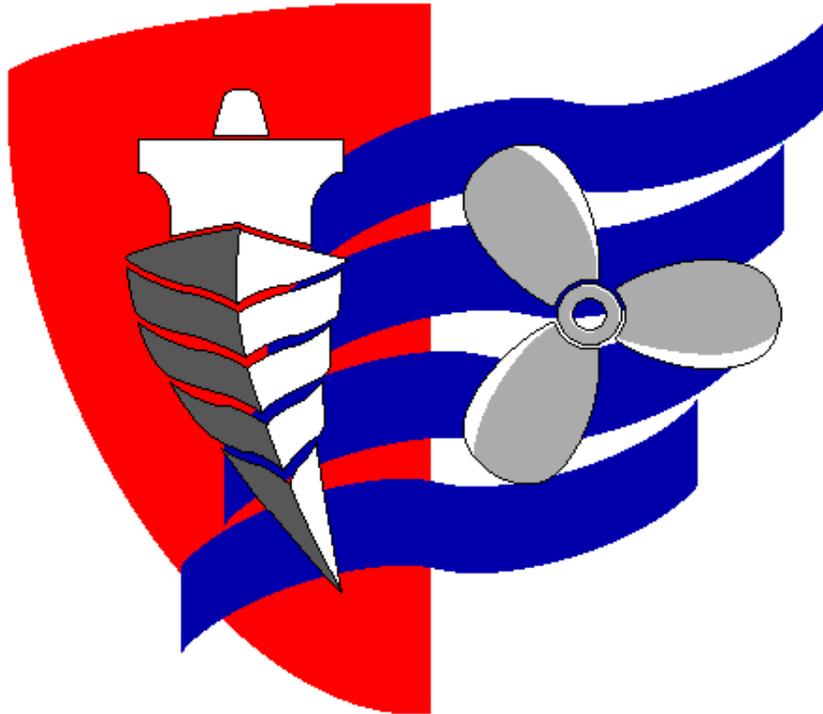
El buque Murillo está dotado de dos medios de detección:

- Detección Humana: mediante rondas de vigilancia “fire patrol” y pulsadores de alarma del tipo “en caso de incendio rómpase el cristal”
- Detección Automática: mediante el sistema de detectores de humo y/o temperatura.

1.2.6. Sistema General de lucha contra incendios

El buque lleva distribuidos una serie de equipos personales para la lucha contra incendios, evacuación de espacios con humos, así como todos los medios necesarios para el abandono del buque en condiciones de seguridad de las personas que navegan en él.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



SISTEMA DE BALDEO Y CONTRAINCENDIOS

1.- INTRODUCCION

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 “ABS rules, Rules for building and classing Steel vessels 2016”

2.- CARACTERISTICAS 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.

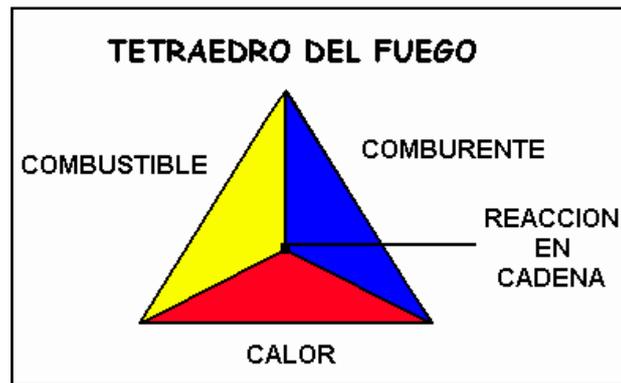
Por último hay que recordar que el calor escapa continuamente por radiación, conducción y convección, solo es necesario absorber una pequeña parte de la cantidad total de calor que está produciendo el fuego para extinguirlo por enfriamiento.

✓ *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 conexiónados.

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 regla 4-7-3, 1.19, de la ABS rules:

Conexión Internacional a Tierra:

1.19.1 Todos los buques estarán provistos con al menos de una conexión internacional a tierra que cumpla lo dispuesto en la regla 4-7-3.1.19.3

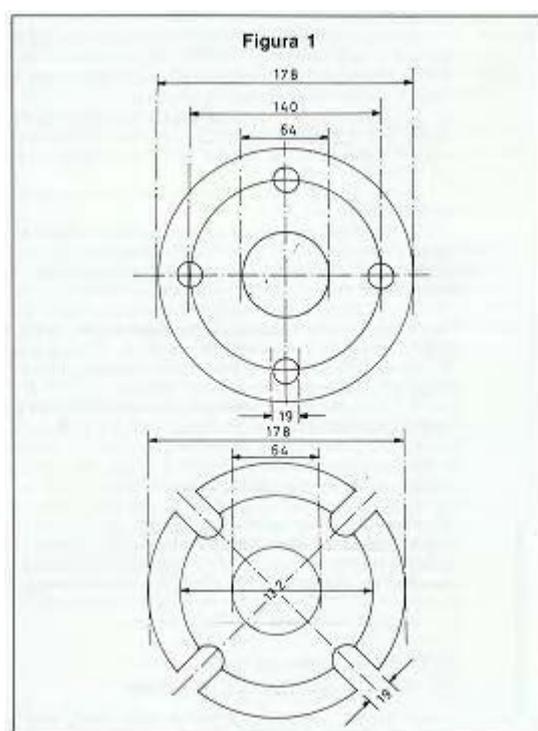
Se dispondrá de los medios necesarios para poder utilizar esa conexión a ambos costados del buque.

1.19.2. Estarán fácilmente disponible para su uso una conexión internacional a tierra en cada lado del buque.

1.19.3 las dimensiones standard de una conexión internacional a tierra serán:

Dimensions of International Shore Connection

| | <i>SI & MKS units</i> | <i>US units</i> |
|----------------------|--|---|
| Outside diameter | 178 mm | 7 in. |
| Inside diameter | 64 mm | 2.5 in. |
| Bolt circle diameter | 132 mm | 5.2 in. |
| Slots in flange | 4 holes 19 mm (0.75 in.) in diameters spaced equidistantly on a bolt circle of the above diameter slotted to the flange periphery. | |
| Flange thickness | 14.5 mm minimum | 0.57 in. minimum |
| Bolts and nuts | 4 each of 16 mm diameter, 50 mm in length | 4 each of 0.63 in diameter, 1.97 in. in length |



Conexión Internacional a Tierra.

3.3.- 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 4-7-3, 1.5 de ABS rules determina:

1.5.1- Número de bombas C.I.

Los buques irán provistos de al menos 2 de bombas contraincendios de accionamiento independiente. Para buques de menos de 100 trb, solo será necesaria una bomba contraincendios de accionamiento independiente.

Bombas aceptadas como bombas C.I.

1.5.2- 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.

1.5...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: si existiera algún fuego en un compartimento que pusiera todas las bombas contraincendios fuera de servicio, es necesario de un medio alternativo, que consiste en una bomba de emergencia de accionamiento independiente que debe ser capaz de suministrar dos chorros de agua. La bomba y su ubicación deben cumplir los siguientes requisitos:

La capacidad de las bombas no debe ser menor del 40% de la capacidad de las bombas contraincendios requerido en la regla 4-7-3, 1.3.1 y en cualquier caso no menor en lo siguiente:

- 1. Para buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 200 trb: 25m³/h*
- 2. Para buques de carga de arqueo bruto inferior a 2000 trb: 15m³/h*

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 no será inferior a cuatro tercios del caudal que deban evacuar las bombas de sentina cuando se las utilice en operaciones de achique;

usando en todos los casos $L =$ eslora del buque, excepto que la capacidad total exigida de las bombas contraincendios no sea superior a 180 m³/h.(4-7-7,1.3.1)

✓ *Mínima 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. (4-7-3,1.3.2)

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 4-7-3, 1.5.3, de ABS rules determinan:

1.5.3.vi- 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 discurren 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.

Los componentes de la red son los siguientes:.

✓ 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 1.7, del 4-7-3 del

La normativa ABS, 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. Sin embargo, el diámetro solo será 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.

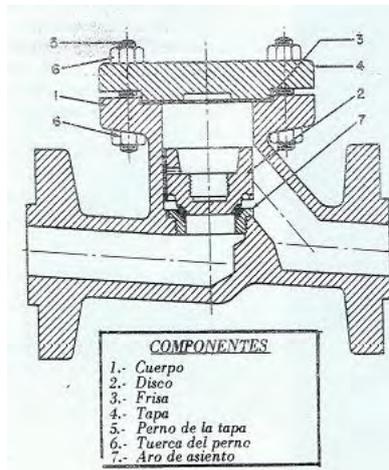
Se instalará una válvula para cada boca contraincendios de modo que cuando estén funcionando las bombas contraincendios se pueda desconectar cualquiera de las mangueras contraincendios.

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.



Válvula de Compuerta.



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 racor 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 racor 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.



Racores

Propiedades que caracterizan a los racores:

- Acoplamiento instantáneo
- Simetría entre piezas
- Ligereza
- Diseño

Sobre las bocas contra incendios, la Regla 1.9, 1.7.2, 1.7.3, del capítulo 4-7-3 de la normativa ABS determina:

1.9-Número y distribución de las bocas contra incendios

El número y la distribución de las bocas contra incendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua que no procedan de la misma boca contra incendios, 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.

1.7.2- Presión de las bocas contraincendios

Cuando las dos bombas descarguen simultáneamente por las lanzas de manguera especificado en el párrafo 1.15, y el caudal de agua especificado en el párrafo 1.7.1 descargue a través de cualquiera de las bocas contraincendios adyacentes, se mantendrán las siguientes presiones en todas las bocas contraincendios:

1. Buques de pasajes:

De arqueo bruto igual o superior a 4 000: 0,40 N/mm²

De arqueo bruto inferior a 4 000: 0,30 N/mm²

2. Buques de carga:

De arqueo bruto igual o superior a 6 000: 0,27 N/mm²

De arqueo bruto inferior a 6 000: 0,25 N/mm²

1.7.3. 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 4-7-3,1.13 y la regla 4-7-3,1.15 de la normativa ABS determinan:

1.13- Mangueras contraincendios y lanzas

1.13.1- Especificaciones generales

Las mangueras contra incendios 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 contra incendios 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.

Cada manguera estar provista de una lanza y los acoplamientos necesarios. Las mangueras junto con algunos de sus accesorios y herramientas necesarias se mantendrán listas para su uso en posiciones cercanas a las conexiones o bocas contra incendios en servicio.

1.3.12- Número y diámetro de las mangueras contra incendios

Los buques llevarán mangueras contra incendios 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 1000 se proveerán mangueras contra incendios a razón de una por cada 30 m de eslora del buque y una de repuesto, 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. En buques que transporten mercancías peligrosas esta previstos con 3 mangueras contra incendios y lanzas más.

2.- de arqueo bruto inferior a 1000, el número de mangueras contra incendios provistos será de al menos una cada 30 de la eslora del buque y un repuesto. No obstante, ese número no será en ningún caso inferior a tres.

1.15.1- Tamaño y tipo de las lanzas

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 1.7.2, 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. CALCULOS

4.1 Sistema de Baldeo y Contra Incendios

La finalidad de este sistema es la supresión y la rápida extinción de un incendio en el espacio que se origina. Para este fin, se instalarán sistemas fijos de extinción de incendios teniendo en cuenta la propagación de tal en los espacios y se instalarán dispositivos rápidamente disponibles para la extinción de incendios.

En nuestro caso, todo buque estará provisto de bombas, colector, bocas y mangueras contra incendios que cumplan con las normativas, SOLAS, ABS Rules y SSCI, en la medida que estas sean aplicables.

Debido a que nuestro buque está dedicado al transporte tanto de pasaje como de carga, las normativas son más restrictivas que en otro tipo de buques.

En primer lugar, nos tendremos que dirigir al cálculo del circuito de sentinas para poder dimensionar el circuito contra incendios, ya que nos indica tanto las ABS Rules (4-7-3, 1.3.1) como el SOLAS (Capítulo II-2, regla 10),

4.1.1 Bombas y conexiones del circuito de sentinas

Estos parámetros vienen definidos en la ABS rules (4-6-4, 5.3). Donde nos determina tanto la capacidad mínima de la bomba como los diámetros del colector principal y de los ramales y sus características más destacables.

4.1.2 Cálculo del diámetro de la tubería de succión del circuito de sentinas (ABS rules, 4-6-4, 5.3.1):

$$d = 25 + 1.68\sqrt{L(B + D)}$$

$$d = 25 + 1.68\sqrt{168,7(25 + 15,3)}$$

$$d = 163,52 \text{ mm}$$

donde:

d: es el diámetro interno de la tubería principal de sentinas (mm).

L: eslora entre perpendiculares del buque (m).

B: manga del buque (m)

D: puntal a la cubierta de cierre (m).

- a) Cálculo del diámetro de las tuberías secundarias o ramales del circuito de sentinas (ABS rules 4-6-4, 5.3.1)

$$d_B = 25 + 2.16\sqrt{C(B + D)}$$

- b) Cálculo de la capacidad de la bomba de sentinas (ABS rules 4-6-4, 5.3.2)

$$Q = \frac{5.66d^2}{10^3}$$

$$Q = \frac{5.66 \times 163,52^2}{10^3}$$

$$Q = 151,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Cálculo del coeficiente de sentinas (SOLAS II-1, parte C, regla 35)

Según este coeficiente sabremos el número de bombas motorizadas que se instalarán. De esta forma obtendremos la cantidad necesaria de bombas a instalar.

Si $P_1 > P$

$$\text{coef} = 72 \frac{M + 2P_1}{V + P_1 - P}$$

En los demás casos:

$$\text{coef} = 72 \frac{M + 2P}{V}$$

donde

L: eslora del buque (m).

M: volumen del espacio de máquinas (m^3), que se encuentra por debajo de la cubierta de cierre agregándole el volumen de todos los tanques de combustible líquido permanentes situados por encima del techo del doble fondo y a proa o a popa del espacio de máquinas;

P: volumen total de los espacios de pasajeros y de la tripulación situados por debajo de la cubierta de cierre (m^3) destinados al alojamiento y uso de los pasajeros y la tripulación, excluidos los pañoles de equipajes, pertrechos, provisiones y correo;

V: volumen total de la parte del buque que quede por debajo de la cubierta de cierre (m^3);

$$P_1 = KN$$

donde:

N: número de pasajeros para el cual se extenderá al buque el certificado pertinente;
y

$$K = 0,056L$$

No obstante, cuando el valor de KN sea mayor que la suma de P y del volumen total de los espacios de pasajeros realmente situados por encima de la cubierta de cierre, la cifra que se asignara a P₁ Serra la resultante de esa suma o la correspondiente a dos tercios de KN, si este valor es mayor.

4.1.3 Bombas y conexiones del circuito de contra incendios

a) Capacidad de las bombas contra incendios (ABS rules 4-7-3,1.3.1)

$$d = 25 + 1.68\sqrt{L(B + D)}$$

$$d = 25 + 1.68\sqrt{180(25 + 15,3)}$$

$$d = 168,08 \text{ mm}$$

$$Q_B = \frac{5.66}{10^3} d^2$$

$$Q_B = \frac{5.66 \times 168,08^2}{10^3}$$

$$Q_B = 159,91 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{CI} = \frac{4}{3} Q_B$$

$$Q_{CI} = \frac{4}{3} \times 159,91$$

$$Q_{CI} = 213 \text{ m}^3/\text{h}$$

Según la normativa ABS, la capacidad de la bomba no puede ser superior o exceder a 180 m³/h (ABS rules 4-7-3,1.3.1)

b) Caudal necesario para cubrir los dos chorros de agua.

Según la normativa ABS y Solas, cada una de las bombas contra incendios debe ser capaz de suministrar un caudal suficiente para alimentar, como mínimo, 2 mangueras contra incendios provistas de la mayor de las boquillas utilizadas a bordo.

La boquilla de mayor tamaño a utilizar en este buque será de 19 mm, y la presión en este punto será, ya que nos encontramos en un buque de pasaje y carga rodada, de 0,40 N/mm² (4,148 kg/cm²)

Este sistema es diseñado para que podamos contar con este servicio mínimo en la situación más desfavorable, que será cuando las bocas contra incendios a abastecer, sean las ultimas bocas del colector instalado en la superestructura.

Lo calcularemos mediante la aplicación de la siguiente formula:

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

donde:

q: caudal descargado por una manguera contra incendios, (m³/h)

d: diámetro de la boquilla, (mm)

p: presión existente en la boca contra incendios, (kg/cm²).

Aplicando la formula anterior:

$$q = 0,039 \times 19^2 \sqrt{4,148}$$

$$q = 28,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal necesario descargado para dos mangueras con boquillas de 19 mm será:

$$q = 2 \times 28,67 = 57,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

c) Número mínimo de bombas contra incendios (ABS rules 4-7-3,1.5.1)

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

- Los buques de pasaje de arqueado bruto igual o superior a 400 trb al menos tres.
- Los buques de pasaje de arqueado bruto inferior a 4000 trb al menos dos

En nuestro caso el número mínimo de bombas contra incendios será de 3.

d) Capacidad mínima de cada bomba contra incendios (ABS rules 4-7-3,1.3.2)

Según la normativa ABS, la capacidad de la bomba no puede ser superior o exceder a 180 m³/h (ABS rules 4-7-3,1.3.1), por tanto:

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

$$Q_{CI \text{ Min}} = 0.80 \frac{Q_{CI}}{n^{\circ} \text{ bbas min}}$$

$$Q_{CI \text{ Min}} = 0.80 \frac{180}{3}$$

$$Q_{CI \text{ Min}} = 48 \text{ m}^3/\text{h}$$

e) Diámetro del colector principal contra incendios (ABS rules 4-7-3,1.7.1)

Según ABS rules, en buque de pasaje, el diámetro del colector y de las tuberías contra incendios será suficiente para la distribución eficaz del caudal máximo de agua requerido por dos bombas contra incendios simultáneamente. Sin embargo, el diámetro será suficiente para una descarga de 140 m³/h.

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

donde:

S : sección interior del colector, (m^2)

Q : caudal, (m^3/s)

v : velocidad del fluido, (m/s)

Tomando los siguientes valores:

$$Q = 140 \text{ m}^3/h$$

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

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

Obtendremos:

$$S = \frac{0,038}{2}$$

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

Como:

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

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

Entonces el diámetro será:

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

$$d = 155 \text{ mm}$$

Los diámetros de las tuberías de acero normalizado los 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 |

Utilizando esta tabla, resulta que el tubo comercial a emplear es:

$$DN 150 \rightarrow 168,3 \times 5,5$$

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

f) Diámetro del resto de los colectores contra incendios

Para calcular el diámetro del colector que recorre las superficies del barco, hemos de tener en cuenta el caudal que circula por él. El caudal descargado por dos bocas contra incendios, que hemos calculado anteriormente, es de 57,34 m³/h.

$$Q = 57,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0,01592 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

Obtendremos:

$$S = \frac{0,01592}{2}$$

$$S = 0,00796 \text{ m}^2$$

Como:

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

Entonces el diámetro será:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,00796}{\pi}}$$

$$d = 99 \text{ mm}$$

Utilizando la tabla anterior, tendríamos el siguiente tubo comercial:

$$DN 100 \rightarrow 114,3 \times 5,6$$

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

El caudal descargado por una boca contra incendios es de 23,55 m³/h.

$$Q = 28,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0,00796 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

Obtendremos:

$$S = \frac{0,00796}{2}$$

$$S = 0,00398 \text{ m}^2$$

Como:

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

Entonces el diámetro será:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0.00796}{\pi}}$$

$$d = 71 \text{ mm}$$

Utilizando la tabla anterior, tendríamos el siguiente tubo comercial:

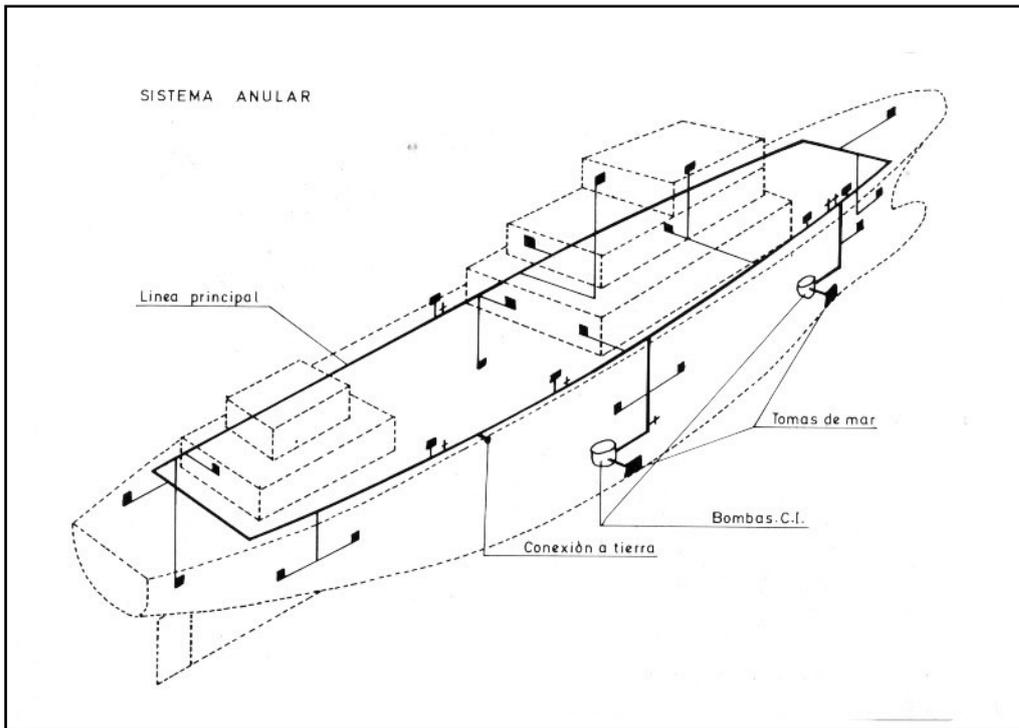
$$DN 80 \rightarrow 88,9 \times 5,6$$

g) Cálculo de las pérdidas de carga para poder hacer la elección de la bomba.

En nuestro caso, al ser un buque de pasaje, la normativa, nos exige a instalar tres bombas independientes, situadas en compartimentos diferentes, por tanto, tendremos

1. Una bomba en el local de los motores principales
2. Una bomba en el local de los estabilizadores
3. Una bomba en el local de proa.

Además nuestro sistema es de bucles o circuitos cerrados, es el que más eficaz hace la distribución, consiguiendo un adecuado equilibrio hidráulico y facilitando el posible aislamiento de tramos con necesidad de reparación, mediante válvulas que separan el sistema en secciones.



Por lo tanto, tendremos que calcular las pérdidas de carga para las tres bombas, hasta el bucle o circuito principal, desde el cual se reparte el caudal hacia las cubiertas superiores. Este circuito cerrado o bucle se encuentra en la cubierta 4, por tanto los cálculos hacia las cubiertas superiores son iguales.

1. Bomba situada en el local de motores principales.

a) Pérdidas de carga desde la toma de mar hasta la bomba contra incendios.
 Pérdidas en la aspiración de la bomba contra incendios.

Para ello emplearemos los siguientes datos, anteriormente calculados:

$$d_{ext} = 168,3 \text{ mm} ; e = 11 \text{ mm}$$

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

Calculamos:

i. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 90}{\pi \times 146,3^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 1,48 \text{ m/s}$$

- ii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es $1,52 \text{ m}^2/\text{s}$.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

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

$$R = 142450$$

- iii. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0,150}{146,3}$$

$$E_R = 1,025 \times 10^{-3}$$

- iv. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de número de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,029$$

- v. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,1 | 7 | 7,7 |
| Codo 90° | 3,45 | 4 | 13,80 |
| Filtros | 64,65 | 3 | 193,95 |
| Te | 10 | 1 | 10 |

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

$$L_e = 225,45 \text{ m}$$

- vi. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,029 \times (27,98 + 225,45) \times 1,48^2}{2 \times 146,3 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 5,608 \text{ m. c. a.}$$

b) Pérdidas de carga desde la descarga de la bomba contra incendios hasta la cubierta 4.

Se trata de la tubería de descarga de la bomba, como cada bomba suministra la mitad del caudal total y las tuberías de descarga son simétricas, hallaremos la pérdidas d carga para una de ellas.

Para ello emplearemos los siguientes datos, anteriormente calculados:

$$d_{ext} = 168,3 \text{ mm}; d_{int} = 154,1 \text{ mm}; e = 7,1 \text{ mm}$$

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

Calculamos:

i. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 90}{\pi \times 154,1^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 1,3 \text{ m/s}$$

ii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es $1,52 \text{ m}^2/\text{s}$.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

$$R = \frac{1,48 \times 154,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}}$$

$$R = 131796$$

iii. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0,150}{154,1}$$

$$E_R = 9,73 \times 10^{-4}$$

- iv. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de número de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,03$$

- v. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,1 | 2 | 2,2 |
| Codo a 90° | 3,4 | 4 | 13,60 |
| Te | 10 | 4 | 40 |

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

$$L_e = 55,80 \text{ m}$$

- vi. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,03 \times (36,38 + 55,80) \times 1,3^2}{2 \times 154,1 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 1,545 \text{ m. c. a.}$$

2. Bomba situada en el local de estabilizadores.

a) Pérdidas de carga desde la toma de mar hasta la bomba contra incendios.
Perdidas en la aspiración de la bomba contra incendios.

Para ello emplearemos los siguientes datos, anteriormente calculados:

$$d_{ext} = 168,3 \text{ mm} ; e = 11 \text{ mm}$$

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

Calculamos:

i. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 90}{\pi \times 146,3^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 1,48 \text{ m/s}$$

ii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es $1,52 \text{ m}^2/\text{s}$.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

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

$$R = 142450$$

iii. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0.150}{146,3}$$

$$E_R = 1,025 \times 10^{-3}$$

- iv. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de número de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,029$$

- v. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,1 | 7 | 7,7 |
| Filtros | 64,65 | 3 | 193,95 |
| Te | 10 | 1 | 10 |

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

$$L_e = 211,65 \text{ m}$$

- vi. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,029 \times (12,6 + 211,65) \times 1,48^2}{2 \times 146,3 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 4,962 \text{ m. c. a.}$$

b) Pérdidas de carga desde la descarga de la bomba contra incendios hasta la cubierta 4.

Para ello emplearemos los siguientes datos, anteriormente calculados:

$$d_{ext} = 168,3 \text{ mm}; d_{int} = 154,1 \text{ mm}; e = 7,1 \text{ mm}$$

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

Calculamos:

i. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 90}{\pi \times 154,1^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 1,3 \text{ m/s}$$

ii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es $1,52 \text{ m}^2/\text{s}$.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

$$R = \frac{1,48 \times 154,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}}$$

$$R = 131796$$

iii. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_{R=} = \frac{E}{D}$$

$$E_{R=} = \frac{0.150}{154,1}$$

$$E_R = 9,73 \times 10^{-4}$$

- iv. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de número de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,03$$

- v. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,1 | 3 | 3,3 |
| Codo a 90° | 4,3 | 2 | 8,6 |
| Te | 10 | 7 | 70 |

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

$$L_e = 81,9 \text{ m}$$

- vi. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,03 \times (82,83 + 81,9) \times 1,3^2}{2 \times 154,1 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 2,762 \text{ m. c. a.}$$

3. Bomba situada en el local de motores principales.

a) Pérdidas de carga desde la toma de mar hasta la bomba contra incendios.

Perdidas en la aspiración de la bomba contra incendios.

Como los dos tramos de aspiración son iguales, calcularemos las pérdidas de carga para un tramo de aspiración.

Para ello emplearemos los siguientes datos, anteriormente calculados:

$$d_{ext} = 168,3 \text{ mm} ; e = 11 \text{ mm}$$

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

Calculamos:

vii. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 90}{\pi \times 146,3^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 1,48 \text{ m/s}$$

viii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es $1,52 \text{ m}^2/\text{s}$.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

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

$$R = 142450$$

- ix. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0.150}{146,3}$$

$$E_R = 1,025 \times 10^{-3}$$

- x. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de numero de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,029$$

- xi. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,1 | 6 | 6,6 |
| Filtros | 64,65 | 3 | 193,95 |
| Te | 10 | 3 | 30 |

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

$$L_e = 230,55 \text{ m}$$

- xii. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,029 \times (3,96 + 230,55) \times 1,48^2}{2 \times 146,3 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 5,189 \text{ m. c. a.}$$

b) Pérdidas de carga desde la descarga de la bomba contra incendios hasta la cubierta 4.

Se trata de la tubería de descarga de la bomba, como cada bomba suministra la mitad del caudal total y las tuberías de descarga son simétricas, hallaremos la pérdidas d carga para una de ellas.

Para ello emplearemos los siguientes datos, anteriormente calculados:

$$d_{ext} = 168,3 \text{ mm}; d_{int} = 154,1 \text{ mm}; e = 7,1 \text{ mm}$$

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

Calculamos:

vii. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 90}{\pi \times 154,1^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 1,3 \text{ m/s}$$

viii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es $1,52 \text{ m}^2/\text{s}$.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

$$R = \frac{1,48 \times 154,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}}$$

$$R = 131796$$

- ix. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0.150}{154,1}$$

$$E_R = 9,73 \times 10^{-4}$$

- x. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de numero de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,03$$

- xi. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,1 | 2 | 2,2 |
| Te | 10 | 7 | 70 |

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

$$L_e = 72,20 \text{ m}$$

xii. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,03 \times (54,13 + 72,20) \times 1,3^2}{2 \times 154,1 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 2,119 \text{ m. c. a.}$$

4. Perdidas de carga en los tramos comunes para las tres bombas

a) Perdidas de carga en el colector principal en cubierta 4 donde confluyen las tres bombas.

En este tramo, ahora acoge el caudal de la descarga de las tres bombas contra incendios.

$$d_{ext} = 168,3 \text{ mm}; d_{int} = 154,1 \text{ mm}; e = 7,1 \text{ mm}$$

$$Q = 270 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calculamos:

i. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 270}{\pi \times 154,1^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 4,02 \text{ m/s}$$

ii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es 1,52 m²/s.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

$$R = \frac{4,02 \times 154,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}}$$

$$R = 4075553$$

- iii. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0.150}{154,1}$$

$$E_R = 9,73 \times 10^{-4}$$

- iv. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de numero de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,022$$

- v. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,1 | 1 | 1,1 |
| Te | 10 | 1 | 10 |

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

$$L_e = 11,10 \text{ m}$$

vi. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,022 \times (7 + 11,10) \times 4,02^2}{2 \times 154,1 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$\mathbf{h = 2,128 \text{ m. c. a.}}$$

b) Perdidas de carga en el colector desde la cubierta 4 hasta la cubierta 8.

En este tramo, el diámetro es menor, porque hay una reducción y recoge el caudal de la descarga de las dos bocas contra incendios.

$$d_{ext} = 114,3 \text{ mm}; d_{int} = 103,1 \text{ mm}$$

$$Q = 57,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Calculamos:

i. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 57,34}{\pi \times 103,1^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 1,91 \text{ m/s}$$

ii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es 1,52 m²/s.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

$$R = \frac{1,91 \times 103,1 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}}$$

$$R = 129553,28$$

- iii. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0,150}{103,1}$$

$$E_R = 1,45 \times 10^{-3}$$

- iv. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de numero de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,022$$

- v. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| Accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|----------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula de compuerta | 1,09 | 1 | 1,09 |
| Reducción | 3 | 1 | 3 |

| | | | |
|----------------------------|------|---|-------|
| Te (paso colector a ramal) | 6,90 | 2 | 13,80 |
|----------------------------|------|---|-------|

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

$$L_e = 17,89 \text{ m}$$

vi. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,022 \times (12,60 + 17,89) \times 1,91^2}{2 \times 103,1 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 1,209 \text{ m. c. a.}$$

c) Pérdidas de carga en el colector desde la cubierta 8 hasta la cubierta 10 (el helipuerto).

En este tramo, el diámetro es el que recibe el caudal de descarga de una boca contra incendios.

$$d_{ext} = 76,1 \text{ mm}; d_{int} = 64,9 \text{ mm}$$

$$Q = 28,67 \text{ m}^3/h$$

Calculamos:

i. la velocidad

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 28,67}{\pi \times 64,9^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$

$$v = 2,41 \text{ m/s}$$

- ii. el número de Reynolds. Sabiendo que la viscosidad cinemática del agua salada es $1,52 \text{ m}^2/\text{s}$.

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$

$$R = \frac{2,41 \times 64,9 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}}$$

$$R = 102900,6$$

- iii. la rugosidad relativa, en nuestro caso para el acero galvanizado el valor de E es de 0,150 mm.

$$E_R = \frac{E}{D}$$

$$E_R = \frac{0,150}{64,9}$$

$$E_R = 2,31 \times 10^{-3}$$

- iv. El coeficiente de fricción, entrando con los datos de número de Reynolds y la rugosidad relativa en el diagrama de Moody, obtenemos un valor de:

$$f = 0,035$$

- v. La longitud equivalente de los accesorios en metros de tubería recta

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|------------|--------------------------|----------|--------------------|
| | | | |

| | | | |
|----------------------|------|---|------|
| Válvula de compuerta | 0,61 | 2 | 1,22 |
| Reducción | 2,30 | 1 | 2,30 |
| Te | 6,20 | 1 | 6,20 |
| Codo 90° | 1,94 | 1 | 1,94 |

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

$$L_e = 11,66 \text{ m}$$

vi. Las pérdidas de carga serán:

$$h = \frac{f (L + L_e) v^2}{2gD}$$

$$h = \frac{0,035 \times (5,25 + 11,66) \times 2,41^2}{2 \times 64,9 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 2,699 \text{ m. c. a.}$$

d) Altura total manométrica

Esta altura es la presión diferencial o resistencia que tiene que vencer la bomba para alcanzar la boca contra incendios más alejada. La calcularemos para las tres bombas en la situación más desfavorable en cuanto a calado. Este sería cuando el barco este en lastre, cuyo calado corresponde a 6,5 metros.

$$ATM = H_{gt} + \sum h + P_i + P_a$$

Donde:

H_{gt} : altura geométrica total

h : pérdidas de carga en los conducto 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 esta 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 este 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 trabajan con carga puesto que el nivel del mar siempre está por encima de las bombas.

H_{gi} : altura geométrica de impulsión, es de 27,5 m.c.a

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

$$H_{ga} = 6,5 - 2,6 = 3,9 \text{ m. c. a.}$$

$$H_{gt} = 27,5 - 3,9 = 23,6 \text{ m. c. a.}$$

La presión P_a es igual a la presión atmosférica a nivel del mar, es de 1,033 kg/cm² o 10,330 m.c.a

La presión P_d es la presión correspondiente a la boca contra incendios, en la que según ABS rules, tiene un valor de 4,148 kg/cm² o 41,48 m.c.a.

Para cada bomba, obtendremos:

- *Bomba situada en el local de motores principales*

$$h_a = 5,608 \text{ m. c. a.}$$

$$h_d = 1,545 + 2,128 + 1,209 + 2,699 = 7,581 \text{ m. c. a.}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$ATM = 23,6 + 5,608 + 7,581 + 41,48 + 10,33$$

$$ATM = 88,59 \text{ m. c. a.}$$

Adoptaremos un margen de seguridad, por lo que elegiremos una A.T.M. de 100 m.c.a.

- *Bomba situada en el local de estabilizadores*

$$h_a = 4,962 \text{ m. c. a.}$$

$$h_d = 2,762 + 2,128 + 1,209 + 2,699 = 8,789 \text{ m. c. a.}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$ATM = 23,6 + 4,962 + 8,789 + 41,48 + 10,33$$

$$ATM = 89,161 \text{ m. c. a.}$$

Adoptaremos un margen de seguridad, por lo que elegiremos una A.T.M. de 100 m.c.a.

- *Bomba situada en el local de proa*

$$h_a = 5,189 \text{ m. c. a.}$$

$$h_d = 2,119 + 2,128 + 1,209 + 2,699 = 8,227 \text{ m. c. a.}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$ATM = 23,6 + 5,189 + 8,227 + 41,48 + 10,33$$

$$ATM = 88,826 \text{ m. c. a.}$$

Adoptaremos un margen de seguridad, por lo que elegiremos una A.T.M. de 90 m.c.a.

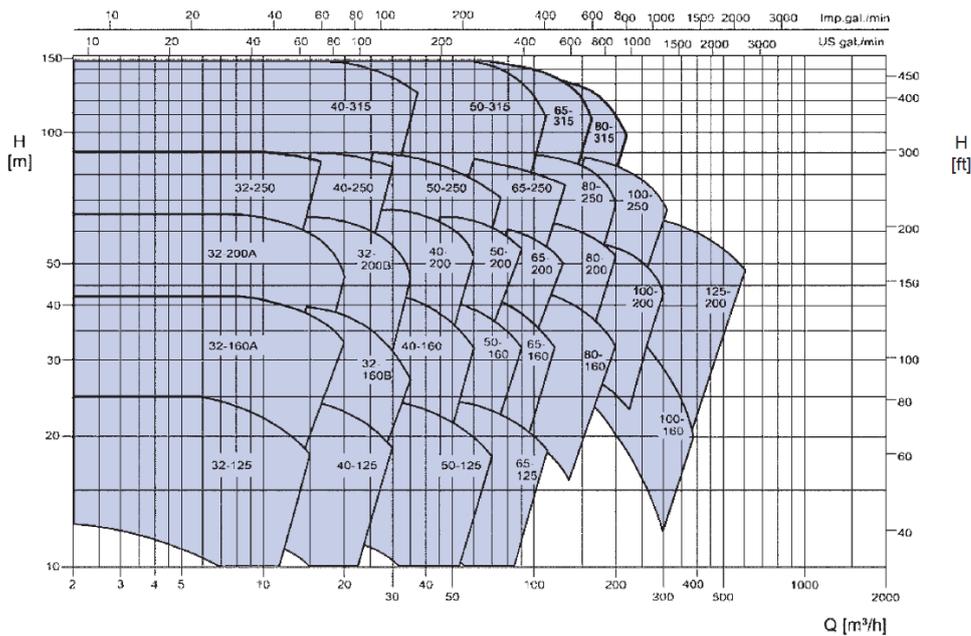
4.1.4. Elección de la bomba contra incendios

La elección de la bomba que cubrirá el servicio, la llevaremos a cabo en función del caudal y de la altura manométrica:

- Caudal máximo = 140 m³/h;
- Caudal para cada una de las bombas = 90 m³/h
- Altura Total Manométrica = 100 m.c.a

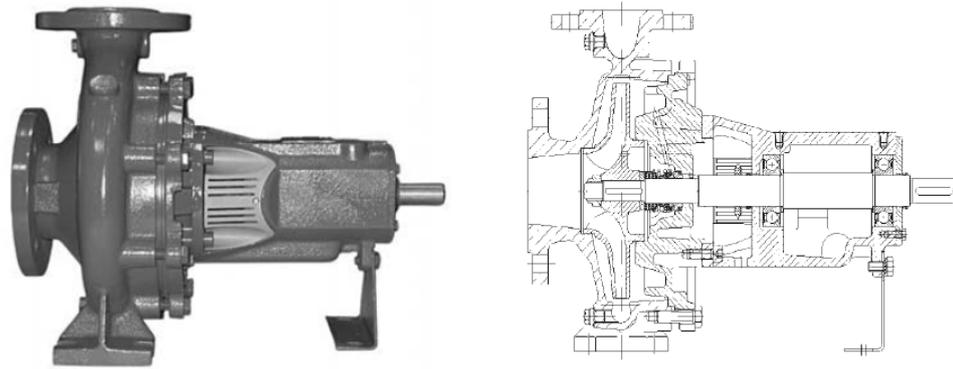
Para la elección de la bomba utilizaremos el diagrama de elección que adjuntamos a continuación:

SELECTION CHART at 2900 r.p.m.



Entrando en el diagrama con un caudal de 90 m³/h y una altura manométrica de 100 m.c.a., el tipo de bomba queda definido de la siguiente manera:

- Fabricante: EBARA
- Serie: ENR
- Modelo: 50-315



Una vez obtenida la bomba, con los mismos datos se obtendrá la curva característica de la bomba. Al estar las bombas y las tomas de mar al mismo nivel, y siempre por debajo de la línea de flotación, el cálculo y verificación de la NPSH no será relevante.

4.1.5. 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 de presión suficientemente alta para evitar la formación de burbujas en el fluido. A medida que la presión del 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 la vaporización a la temperatura de operación del líquido. Esto se logra proporcionando una altura de aspiración positiva (NPSH).

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

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

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

Donde,

NPSH disponible, 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.

- Cálculo de la NPSH disponible en la aspiración

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

$$NPSH_d = H_a - H_{vapor}$$

Donde,

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

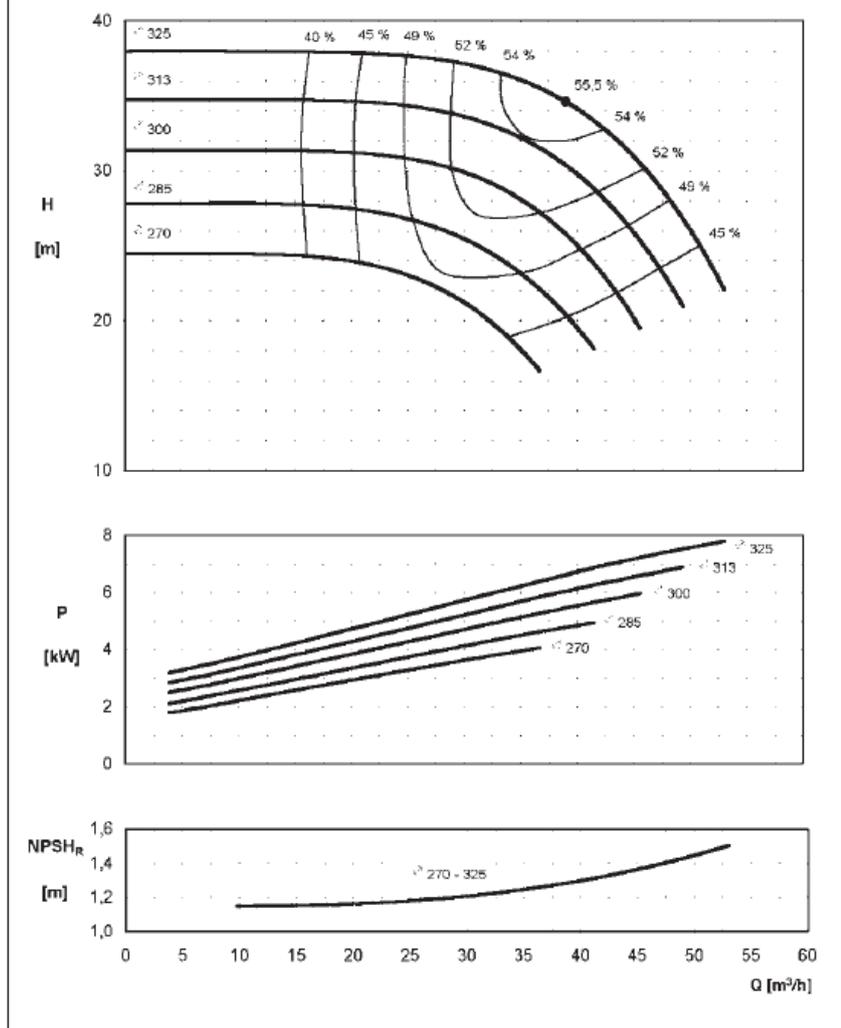
H_{vapor} es la tensión de vapor correspondiente al agua fría que como ocurre en nuestro caso, se puede considerar despreciable.

Sustituyendo:

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

$$NPSH_d = 10,33 + 3,9 - 5,6 = 8,64 \text{ m. c. a.}$$

Como el NPSH es mayor que el NSPHr dado por la bomba (ver en curva característica), tendremos asegurado el buen funcionamiento de las bombas.



5. Instalación de contra incendios de emergencia.

La bomba contra incendios de emergencia se instalara en una cámara situada en la cubierta1, en el local de estabilizadores.

5.1 capacidad de la bomba

de acuerdo con las exigencias reglamentarias (ABS rules 4-7-3,1.5.3), la capacidad de la bomba contra incendios de emergencia no será inferior al 40% de la capacidad total de las bombas contra incendios y en ningún caso podrá ser inferior a un caudal de 25m³/h.

por tanto, la capacidad mínima de la bomba de emergencia será:

$$Q = 0,4 \times Q_{Bba \text{ principales}}$$

$$Q = 0,4 \times 270 = 108 \text{ m}^3/h$$

5.2 elección de la bomba.

Habiendo obtenido estos datos, podemos escoger una bomba igual que la escogida anterior mente.

- Fabricante: EBARA
- Serie: ENR
- Modelo: 50-315

5.3 Al exigirnos las normativa situar la bomba de emergencia en un lugar 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.

$$Q = 120 \text{ m}^3/h$$

$$DN 150 \rightarrow \phi = 158,3 \text{ mm}$$

$$\rightarrow e = 11 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \phi_{int} = 146,3 \text{ mm}$$

i. La velocidad

$$v = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2}$$
$$v = \frac{120 \times 4}{\pi \times 146,3^2 \times 10^{-6} \times 3600}$$
$$v = 1,98 \text{ m/s}$$

ii. Numero de Reynolds

$$R = \frac{v \times D}{\mu}$$
$$R = \frac{1,98 \times 146,3 \times 10^{-3}}{1,52 \times 10^{-6}}$$

$$R = 190575$$

iii. Rugosidad relativa

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

iv. Coeficiente de fricción

$$f = 0,025$$

v. Longitud equivalente de los accesorios

| accesorios | Longitud equivalente (m) | Cantidad | Longitud total (m) |
|-------------------------|--------------------------|----------|--------------------|
| Válvula angular abierta | 22,4 | 1 | 22,40 |
| Codo 90° | 3,45 | 1 | 13,80 |
| Filtros | 64,65 | 1 | 64,65 |

La longitud equivalente será:

$$L_e = 90,50 \text{ m}$$

vi. Pérdidas de carga

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{2 \times D \times g}$$

$$h = \frac{0,025 \times (43 + 90,50) \times 1,98^2}{2 \times 146,3 \times 10^{-3} \times 9,81}$$

$$h = 4,558 \text{ m. c. a.}$$

5.4 Altura neta positiva en la aspiración de la bomba

Como ya vimos en el cálculo de NPSH de las bombas contraincendios principales y teniendo en cuenta que la bomba se encuentra a 5,5 m de la línea base (en el servomotor) y que el calado en lastre es de 6,5 m, la altura geométrica de aspiración (H_{ga}) será de 1 m.

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

$$NPSH_d = 10,33 - 1 - 4,558$$

$$NPSH_d = 4,772$$

Como el $NPSH_d$ es mayor que el $NPSH_r$, no habrá cavitación en la bomba por lo que está asegurado el buen funcionamiento

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

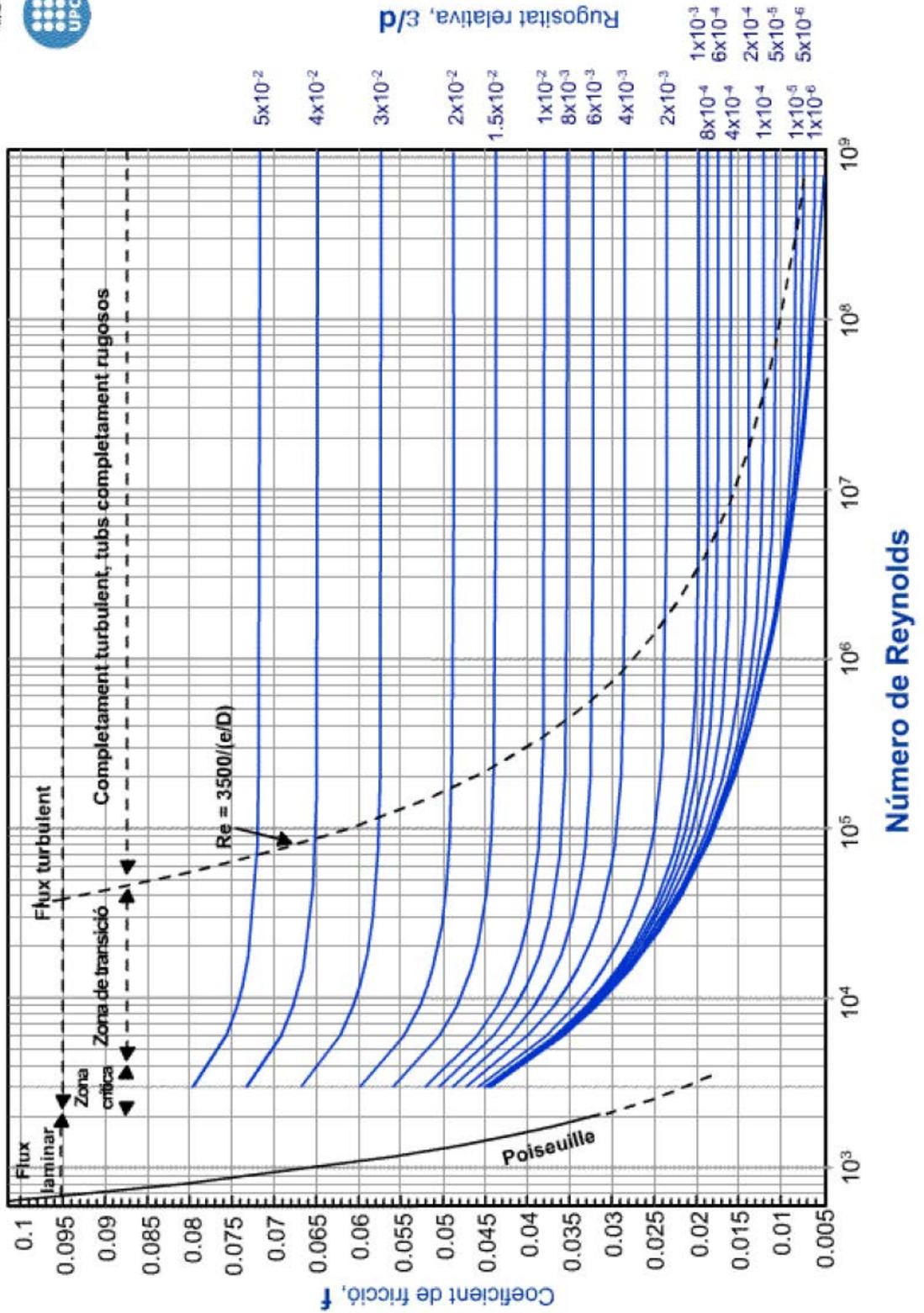
| Diámetro Nominal (m) | Válvula Compuerta (completamente abierta) | Válvula Angulo (completamente abierta) | Válvula de Retención Horizontal | Válvula de pie | Codo Normal 90° |
|-----------------------------|--|---|--|-----------------------|------------------------|
| 15 | 0,06 | 1,30 | 3,00 | 7,50 | 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 |

DIAGRAMA DE MOODY

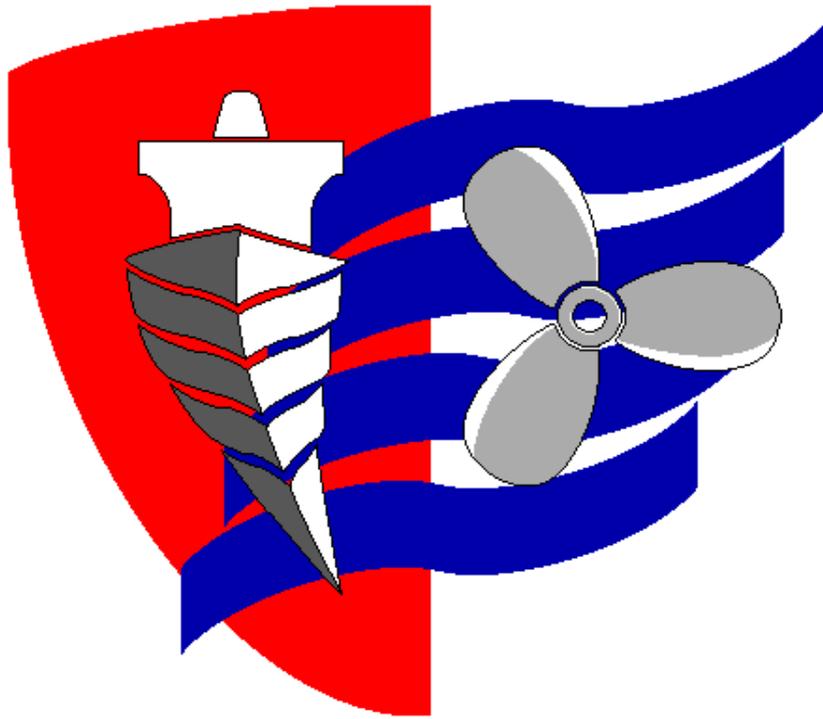


Diagrama de Moody



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



SISTEMA PROTECCION 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);*
- *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 aspersion 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.

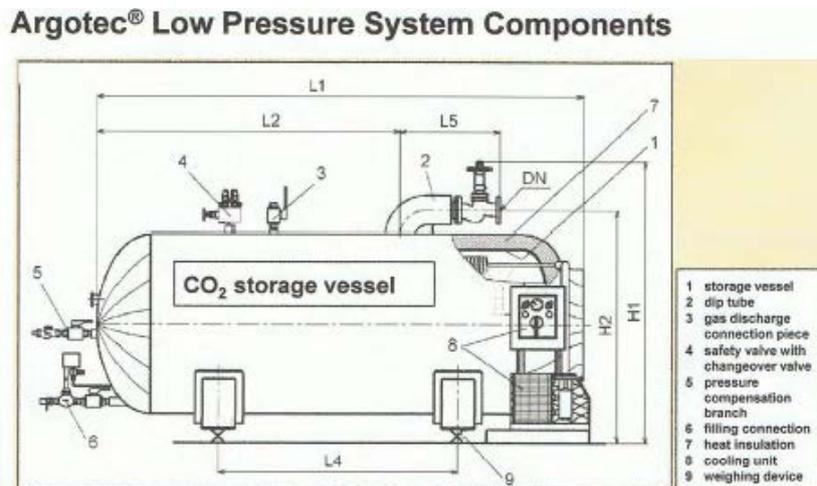
3.1.- Sistema fijo de Baja Presión

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.



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).



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.

Los componentes típicos de estos sistemas son los siguientes:

- 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 una 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.

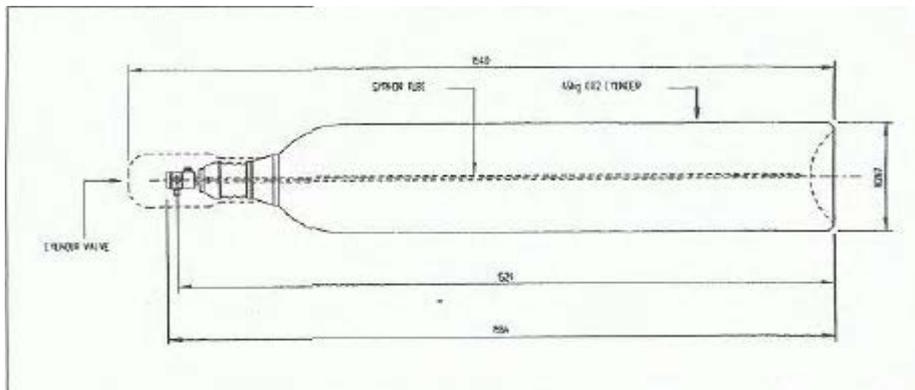
4.2.- Botellas de CO₂

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.



Botella CO₂

4.2.- 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 6 y 9 botellas, 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.

4.3.- Valvula de 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.

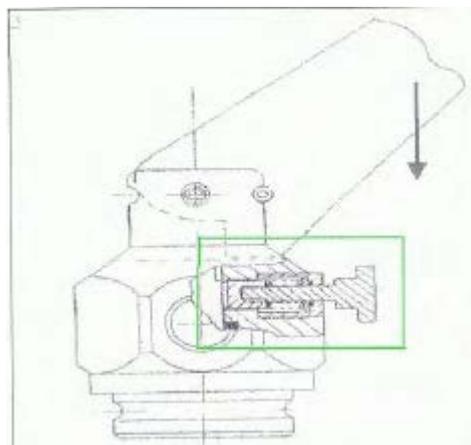
La válvula puede ser operada manualmente, eléctricamente o mediante presión:

- 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.

4.4.- Actuadores

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

- ✓ Actuator 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.

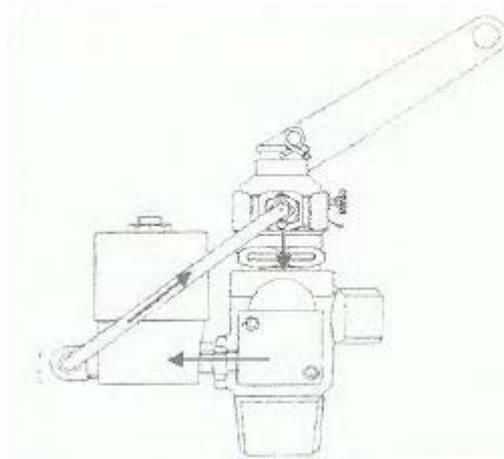


Al accionar la palanca se produce el movimiento descendente del pistón del actuador y se procederá a la apertura de la válvula del cilindro.

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.

- ✓ Actuator neumático: el funcionamiento de éste actuator 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 actuator se desplace hacia abajo. El gas procede de la línea de pilotaje y al salir del actuator pasa de nuevo a esa línea para pasar a otro actuator.
- ✓ Actuator eléctrico: el actuator 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 actuator 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 actuator neumático que abre la válvula de la botella.



4.5.- 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 actuator 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.

4.6.- Válvula 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.

4.7.- Válvula de retención 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.

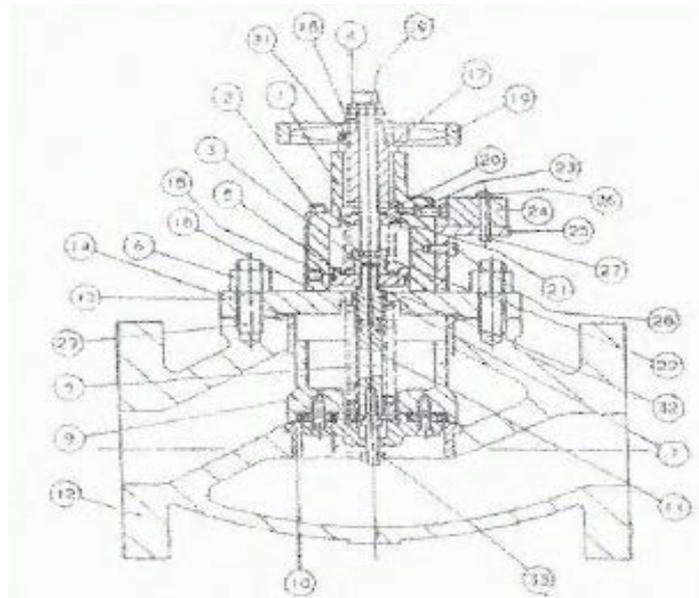
4.8.- Válvula direccional

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, cuando la presión es aplicada en el actuador neumático el pistón de 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.



Válvula direccional.

4.9.- 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.

4.10.-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.

4.11.- Sistema 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 garantizada 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. Cálculo del sistema de protección de CO₂ para los espacios de máquinas

5.1 Cálculo de las botellas de CO₂

El cálculo de la cantidad de CO₂ se hará según la normativa SSCI (Código de sistemas contra incendios), SOLAS (capítulo II-2, regla 5) y ABS rules (4-7-3, 3.3).

En los espacios de máquinas, la capacidad disponible de anhídrido carbónico será al menos suficiente para liberar un volumen mínimo de gas igual o mayor de los volúmenes siguientes:

- El 40% del volumen bruto de mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor que quede por encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor sea igual o inferior al 40% del área horizontal del espacio considerado, medida a la distancia media entre la parte superior del tanque, y la parte más baja del guardacalor, o
- El 35% del volumen total del mayor espacio de máquinas, así protegido, comprendido el guardacalor.

En dicho código se menciona que el volumen del anhídrido carbónico libre se calculara a razón de 0,56 m³/kg (ABS rules 4-7-3, 3.3.3).

1. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen de la cámara de motores principales.

Volumen MM.PP = 2232,23 m³

40% del volumen total= 892.892 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 1594,45 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 32 botellas

2. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen de la cámara de motores auxiliares

Volumen MM.AA.= 545,874 m³

40% del volumen total= 218,34 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 389,91 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 8 botellas

3. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen de la cámara de la caldera

Volumen caldera = 654,96 m³

40% del volumen total= 261,984 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 467,828 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 10 botellas

4. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen de la cámara de depuradoras

Volumen Depuradoras = 342,279 m³

40% del volumen total= 136,91 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 244,485 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 5 botellas

5. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen de la sala de control de máquinas y sala de cuadros eléctricos.

Volumen Control = 492,492 m³

40% del volumen total= 196,997 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 351,78 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 8 botellas

6. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen del taller mecánico y eléctrico

Volumen taller =521,766 m³

40% del volumen total= 208,706 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 372,69 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 8 botellas

7. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen de la sala del generador de emergencia

Volumen G.E. = 231,28 m³

40% del volumen total= 92,512 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 165,2 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 4 botellas

8. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen del pañol de pinturas

Volumen Pañol = 179,55 m³

40% del volumen total= 71,82 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 128,25 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 3 botellas

9. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen de la cámara del incinerador:

Volumen Incinerador = 68,428 m³

40% del volumen total= 23,37 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 41,74 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 1 botella

10. Cálculo del número mínimo de botellas para cubrir el volumen del guardacalor:

Volumen Guardacalor = 511,742 m³

40% del volumen total= 204,69 m³ de CO₂

Densidad del CO₂= 0,56 m³/kg

Cantidad de CO₂= 365,53 Kg

Si cada botella es de 61,5L o 50 kg

Número de botellas = 8 botellas

5.2. Dimensionamiento de la red de tuberías

Los diámetros de las tuberías, el número de toberas y la capacidad de descarga de las toberas deben ser adecuados para permitir la descarga del 85% de las botellas de CO₂ del espacio considerado en un plazo de 2 minutos (ABS rules 4-7-3, 3.3.4).

Debido a la complejidad que presenta el dimensionamiento de tuberías de un sistema C.I. de alta presión, la sociedad de clasificación aprueba la utilización de un método de cálculo reconocido como la NFPA.

Para calcular el diámetro de las tuberías se tendrá en cuenta el caudal que pasa por ella y sobre todo las pérdidas de carga. Para ello se puede utilizar las siguientes tablas:

| 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 |

| 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 |

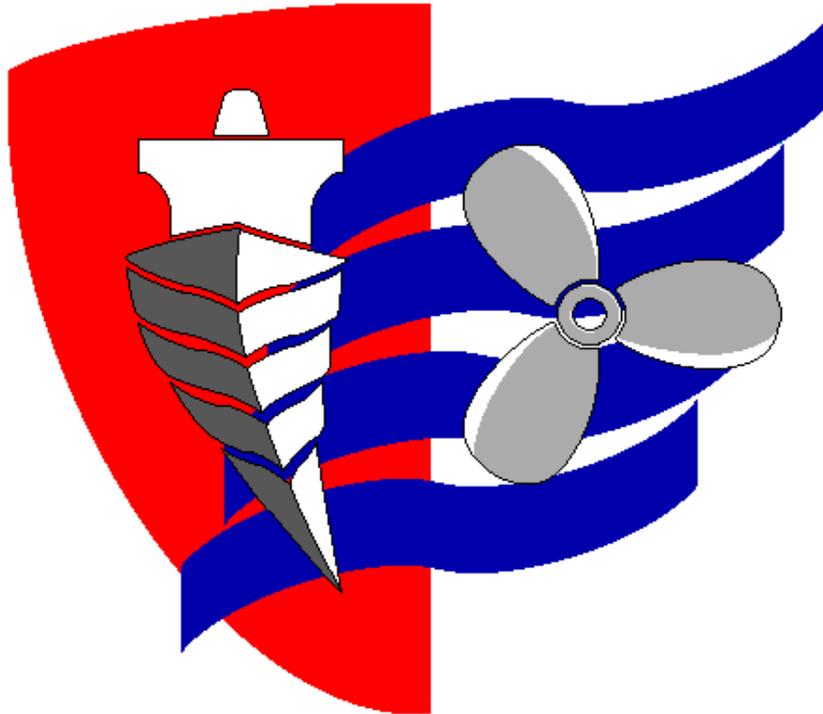
Por tanto lo primero que debemos calcular son los caudales necesarios para cada espacio a proteger y así de esta forma podremos calcular los diámetros de las tuberías, para ello hemos creado la siguiente tabla

| | Cantidad de CO ₂ (kg) | Caudal (kg/min) | Diámetro tubería (pulg) | Calibre |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------|---------|
| Sala motores principales | 1594,45 | 677,64 | 2" | 80 |
| Sala motores auxiliares | 389,91 | 165,71 | 1 ¼" | 80 |
| Sala caldera | 467,828 | 198,82 | 1 ¼" | 80 |
| Sala depuradoras | 244,485 | 103,906 | 1" | 80 |
| Sala control y cuadros | 351,78 | 149,506 | 1 ¼" | 80 |
| Taller mecánico y eléctrico | 372,69 | 158,393 | 1 ¼" | 80 |
| Sala generador emergencia | 165,2 | 70,21 | ¾" | 40 |
| Pañol de pinturas | 128,25 | 54,506 | ¾" | 40 |
| Cámara incineradores | 41,74 | 17,739 | ½" | 40 |
| Guardacalor Br | 365,53 | 155,35 | 1 ¼" | 40 |
| Guardacalor Er | 365,53 | 155,35 | 1 ¼" | 40 |

Para el cálculo de las boquillas debemos tener en cuenta que en sistemas de inundación total, se deben disponer de tal forma que se consiga una distribución uniforme de la concentración de CO₂ requerida. Por lo que la superficie máxima protegida por una boquilla no debe ser superior a 30 m².

| | Área (m2) | Número de boquillas |
|-----------------------------|-----------|---------------------|
| Sala motores principales | 659,8 | 22 |
| Sala motores auxiliares | 133,14 | 5 |
| Sala caldera | 191,4 | 7 |
| Sala depuradoras | 126,77 | 5 |
| Sala control y cuadros | 120,12 | 4 |
| Taller mecánico y eléctrico | 127,26 | 5 |
| Sala generador emergencia | 73,5 | 3 |
| Pañol de pinturas | 63 | 3 |
| Cámara incineradores | 24,01 | 1 |
| Guardacalor Br | 53,9 | 2 |
| Guardacalor Er | 53,9 | 2 |

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



SISTEMA PROTECCION HIFOG, AGUA NEBULIZADA

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.

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 aún 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.

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.

4. 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),
- ✓ 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.

5. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

5.1.- 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.

5.2.- Bomba

Como ya vimos, 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, la zona que necesita mayor cantidad de agua es la zona de los Motores Principales, con un caudal de 230 m³/h.

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

5.3.- 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.

5.4.- 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.



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.

5.5.- 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).

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.

5.6.- 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.

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.

5.8.- 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.



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.

5.9.- 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 utilizaran 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.

5.10.- 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.

5.11.- 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.

5.12.- 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.

5.13.- 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.

5.13.1.- 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.

5.13.2.- 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.

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.

5.13.3.- 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.

6. Dimensionamiento del sistema hi-fog (alta presión) en la cámara de maquina

6.1 Cálculo de Caudales

Para calcular el caudal necesario para cada uno de los locales debemos seguir las indicaciones definidas en la normativa ABS (part. 4, chapter 7, section5, 2.2.2),

donde nos indica el suministro de agua por minuto diferenciando el tipo de local a proteger.

| <i>Protected Area</i> | <i>Application Rate</i> |
|--|-------------------------|
| <i>Boiler fronts or roof, firing areas, oil fuel units, centrifugal separators (not oily water separators), oil purifiers and clarifiers</i> | <i>20 l/min</i> |
| <i>Hot oil fuel pipes near exhausts or similar heated surfaces on main or auxiliary diesel engines</i> | <i>10 l/min</i> |

Por tanto,

| | | m ² | l/min·m ² | l/min |
|-------|---|----------------|----------------------|------------------|
| Cbta. | Espacio | Sup local | Q/m ² | Caudal Necesario |
| 1 | Pasillos de Caldera hacia Purificadoras | 28,56 | 5 | 142,80 |
| 1 | Local Motores Principales | 258,75 | 10 | 2587,55 |
| 1 | Local de la Caldera | 92,70 | 20 | 1854,00 |
| 1 | Local de Purificadoras | 98,21 | 20 | 1964,38 |
| 2 | Pasillos | 28,56 | 5 | 142,80 |
| 2 | Local Motores Principales | 374,05 | 10 | 3740,55 |
| 2 | Local de Motores Auxiliares | 133,14 | 10 | 1331,40 |
| 2 | Local Caldera | 98,70 | 20 | 1974,00 |
| | | 1112,68 | | 13737,48 |

Se encuentran también el local con mayor requerimiento de caudal, situado en la Cubierta 2, Local de Motores principales, necesitando 3.740,55 l/min, y será la capacidad que nos deberá proporcionar la bomba de rociadores.

6.2 Cálculo del diámetro de las tuberías

A continuación mostraremos el tamaño de cada uno de los colectores de cada una de las zonas. El cálculo se basa en mantener la velocidad del agua constante durante todo su recorrido. Para ello, tomaremos como velocidad de diseño de 5 m/s:

$$A = \frac{Q}{V} \quad A = \frac{\pi \phi^2}{4} \quad \phi = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

| | | m ³ /h | m ³ /s | m | inch | inch |
|-------|---|-------------------|-------------------|------|------|------|
| Cbta. | Espacio | Caudal Necesario | Caudal Necesario | Ø | Ø | Ø |
| 1 | Pasillos de Caldera hacia Purificadoras | 8,56 | 0,00238 | 0,02 | 0,97 | 1" |
| 1 | Local Motores Principales | 155,25 | 0,04312 | 0,10 | 4,13 | 6" |
| 1 | Local de la Caldera | 111,24 | 0,03090 | 0,09 | 3,49 | 4" |
| 1 | Local de Purificadoras | 117,86 | 0,03273 | 0,09 | 3,59 | 4" |
| 2 | Pasillos | 8,56 | 0,00238 | 0,02 | 0,97 | 1" |
| 2 | Local Motores Principales | 224,43 | 0,06234 | 0,13 | 4,96 | 6" |
| 2 | Local de Motores Auxiliares | 79,88 | 0,02219 | 0,08 | 2,96 | 3" |
| 2 | Local Caldera | 118,44 | 0,03290 | 0,09 | 3,60 | 4" |

Se escogen los diámetros de tubería comerciales o más similares posible a los obtenidos por cálculo.

6.3 Dimensionamiento de la estación de bombeo

Siguiendo las recomendaciones de las ABS rules, la estación de bombeo constará de dos bombas redundantes que sean capaces de entregar 225 m³/h a una presión suficiente para que, una vez tenidas en cuenta las pérdidas de carga, llegue una presión tal al rociador que sea capaz de entregar los caudales necesarios a cada uno de los locales a proteger.

La bomba toma agua del colector de CI y lo impulsa hasta una presión de unos 10 bares (ABS part 4, chapter 7, Section 3). Con el tiempo, esta presión cae debido al desgaste de las bombas, con lo que tomaremos una presión aproximadamente un 15% inferior. Así, el cálculo de las pérdidas de carga se hará partiendo de 8'5 bares de presión.

6.4 Cálculo de las pérdidas de carga

Tomando como punto de partida la Bomba de impulsión, y siguiendo las líneas propuestas para el sistema de rociadores, determinamos que el rociador más alejado se encuentra en el Local de motores auxiliares situado en la Cubierta 2.

Planteamos la ecuación de conservación de la energía mecánica entre el punto de bombeo y el rociador:

$$\left(\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} + U \right)_e = \frac{W}{Q} - \frac{\Phi}{Q}$$

$$\left(\frac{P_s - P_e}{\rho} + \frac{V_s^2 - V_e^2}{2} + g(h_s - h_e) \right) = 0 - gL$$

$$\left(\frac{P_s - 8'5E5Pa}{\rho} + \frac{V_s^2 - V_e^2}{2} + g(7,4 - 0) \right) = 0 - gL$$

$$\left(\frac{P_s - 8'5E5Pa}{\rho} + 0 + g(7,4 - 0) \right) = 0 - gL$$

$$P_s = 8'5E5 - \rho g(7,4 + L)$$

donde,

P_s y P_e: son la presión de salida y de entrada en el circuito respectivamente.

V_s y V_e: son las velocidades de salida y entrada respectivamente, que consideramos constante V_s = V_e=5 m/s

h_s-h_e: es la diferencia de alturas entre el punto de bombeo y el último rociador.

Para determinar las Pérdidas de Carga (-gL), tomamos la distancia que ha de recorrer el fluido desde las bombas hasta el rociador, teniendo en cuenta el

diámetro de la tubería, la rugosidad de la pared, los cambios de dirección (codos), válvulas, estrechamientos, y demás accesorios que se puedan contabilizar.

Una vez se contabilizan y aplicamos en la siguiente ecuación:

$$-gL = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{V^2}{2} + K_i$$

Donde este sumatorio es válido para tuberías y accesorios de un mismo diámetro.

Para facilitar los cálculos y poder después compararlos con distintos diámetros, pasaremos a trabajar con caudales y no con velocidades con el fin de simplificar:

$$-gL = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{V^2}{2} + K_i$$

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

$$V^2 = \frac{Q^2}{\pi^2 \frac{D^4}{16}}$$

$$-gL = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{\frac{Q^2}{\pi^2 \frac{D^4}{16}}}{2} + K_i$$

$$-gL = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{8Q_i^2}{\pi^2 D_i^4} + K_i$$

$$-gL = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \frac{8L_i Q_i^2}{\pi^2 D_i^5} + K_i$$

Se toma para codos a 90°, como curvas suaves:

$$K_i = 9D_i$$

Para reducciones:

$$K_i \approx 0,42 \left(1 - \frac{d^2}{D^2} \right)$$

Contando todo el recorrido:

| | Diámetro (pulg) | Cantidad | Longitud(m) | K |
|---------------|--------------------|----------|-------------|---|
| Tubería de 6" | 6 | 1 | 32,06 | - |
| Tubería de 3" | 3 | 1 | 25,63 | - |
| Tubería de 2" | 2 | 1 | 5,53 | - |
| Tubería 1/2" | 0,5 | 1 | 0,56 | - |

| | | | | |
|----------------|-----|---|---|-------|
| Codos 90° 6" | 6 | 6 | - | 1,372 |
| Codos 90° 3" | 3 | 4 | - | 0,686 |
| Codos 90° 2" | 2 | 1 | - | 0,457 |
| Codos 90° 1/2" | 0,5 | 0 | - | 0,114 |

| | | | | |
|-------------------|---|---|---|-------|
| Reducción 6"-3" | - | 1 | - | 0,315 |
| Reducción 3"-2" | - | 1 | - | 0,233 |
| Reducción 2"-1/2" | - | 1 | - | 0,394 |
| | | | | 3,571 |

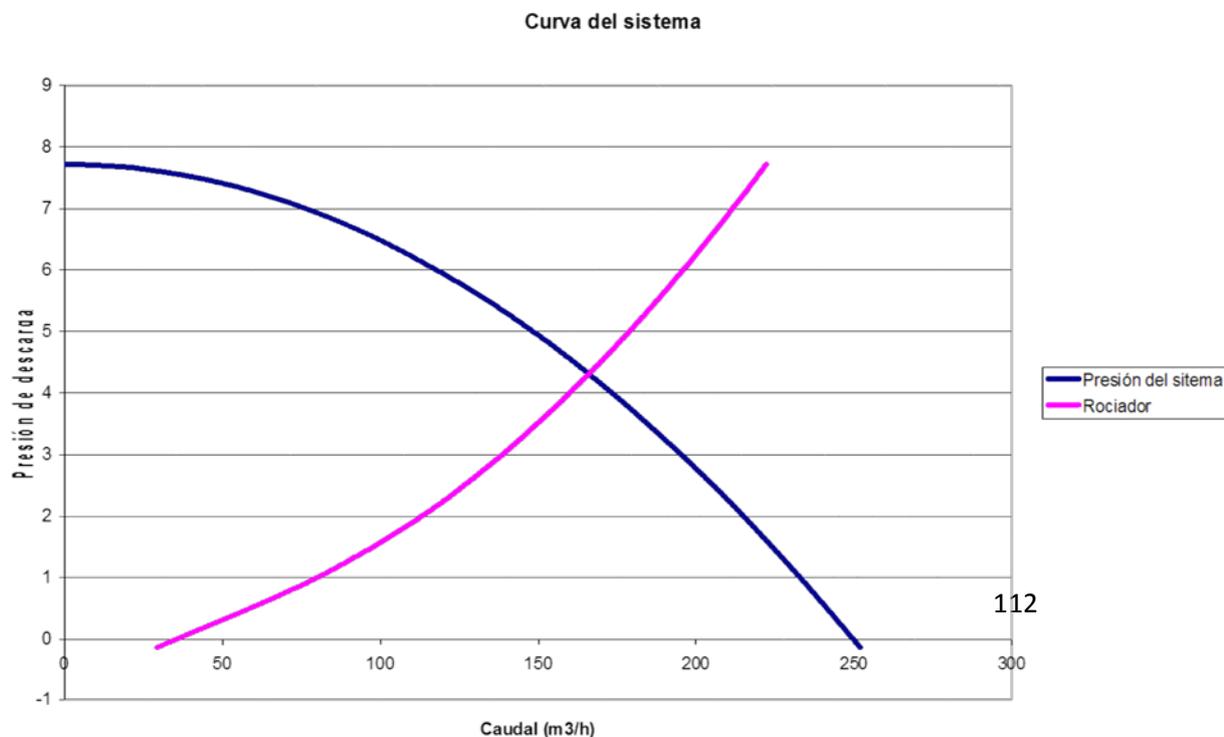
Se calculan las pérdidas agrupando por diámetros los tramos de tuberías, dejándolos en función del diámetro para estudiar como varía, según el caudal, la presión de descarga:

| Caudal (m ³ /s) | Caudal (m ³ /h) | gL | L | Ps (Pa) | Ps (bar) | Rociador (q) |
|-------------------------------|-------------------------------|---------|--------|------------|----------|--------------|
| 0,000 | 0,000 | -3,571 | -0,364 | 771854,727 | 7,719 | 222,258 |
| 0,005 | 18,000 | -7,476 | -0,762 | 767848,659 | 7,678 | 221,681 |
| 0,010 | 36,000 | -19,189 | -1,956 | 755830,453 | 7,558 | 219,939 |
| 0,015 | 54,000 | -38,712 | -3,946 | 735800,111 | 7,358 | 217,005 |
| 0,020 | 72,000 | -66,044 | -6,732 | 707757,633 | 7,078 | 212,830 |

| | | | | | | |
|-------|---------|----------|---------|------------|--------|---------|
| 0,025 | 90,000 | -101,185 | -10,314 | 671703,017 | 6,717 | 207,338 |
| 0,030 | 108,000 | -144,135 | -14,693 | 627636,265 | 6,276 | 200,421 |
| 0,035 | 126,000 | -194,894 | -19,867 | 575557,375 | 5,756 | 191,926 |
| 0,040 | 144,000 | -253,462 | -25,837 | 515466,349 | 5,155 | 181,631 |
| 0,045 | 162,000 | -319,840 | -32,603 | 447363,187 | 4,474 | 169,208 |
| 0,050 | 180,000 | -394,026 | -40,166 | 371247,887 | 3,712 | 154,142 |
| 0,055 | 198,000 | -476,022 | -48,524 | 287120,450 | 2,871 | 135,557 |
| 0,060 | 216,000 | -565,826 | -57,679 | 194980,877 | 1,950 | 111,708 |
| 0,065 | 234,000 | -663,440 | -67,629 | 94829,167 | 0,948 | 77,904 |
| 0,070 | 252,000 | -768,863 | -78,375 | -13334,680 | -0,133 | 29,213 |

Antes de pasar al número de rociadores, debemos escoger un rociador que cumpla con las normas, que sea certificado y apto para este tipo de instalaciones. Para casos de respuesta rápida y de aplicación marina, un rociador muy empleado, tiene un factor K ($Q_{\text{rociador}} = K \cdot P^{0.5}$) de 80.

Como no existe un apartado específico que nos regule la presión mínima que debe llegar al rociador, y, por lo tanto, ya conocemos el caudal que se va a entregar, y hemos calculado las pérdidas de carga de la instalación hasta el rociador más alejado en función del caudal, y, por otro lado, tenemos la curva de rociador en función de la presión. Con esto se hallaremos un punto de corte entre ambas curvas que indicará la presión que llega a los rociadores más alejados de la bomba y el caudal que suministrarán. El siguiente paso será comprobar que se cumplen esos 5, 10 o 20 litros por minuto y metro cuadrado de cada local.



Representando las pérdidas de carga que se dan en el sistema frente a la curva de descarga del rociador, vemos, en el punto en que se corten ambas curvas, la presión de equilibrio a la que se llegará una vez accionado el sistema:

Vemos que el punto de equilibrio es de aproximadamente 4,3 bar. Con este dato, estamos en condiciones de definir el número de rociadores a instalar en cada uno de los locales.

6.5 Cálculo del número de rociadores

Retomando lo dicho en el estudio preliminar de la cantidad de rociadores a instalar, tenemos un rociador con $K = 80$, que nos proporcionará, en el caso más desfavorable (con mayor pérdida de carga) de:

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

$$Q = 80 \cdot \sqrt{4,3} = 165'891 \text{ l / min} = 9'95 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Con este valor, vemos que se instalarán:

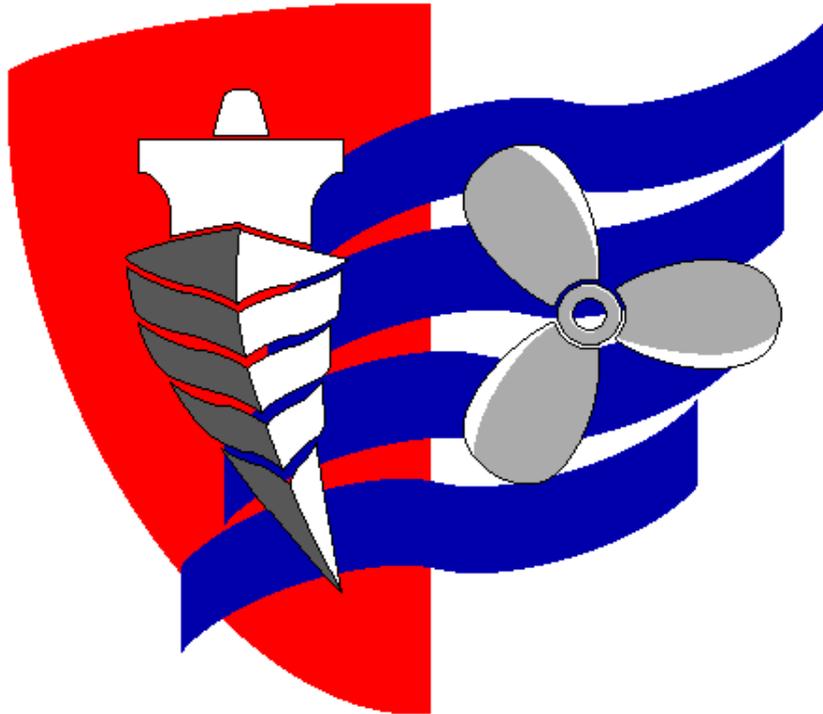
| Cbta. | Espacio | Caudal (m ³ /h) | Caudal (m ³ /s) | Nº Rociadores | Nº Rociadores |
|-------|---|----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|
| 1 | Pasillos de Caldera hacia Purificadoras | 8,56 | 0,00238 | 0,861 | 1 |
| 1 | Local Motores Principales | 155,25 | 0,04312 | 15,598 | 16 |
| 1 | Local de la Caldera | 111,24 | 0,03090 | 11,176 | 12 |
| 1 | Local de Purificadoras | 117,86 | 0,03273 | 11,841 | 12 |
| 2 | Pasillos | 8,56 | 0,00238 | 0,861 | 1 |

| | | | | | |
|---|-----------------------------|--------|---------|--------|----|
| 2 | Local Motores Principales | 224,43 | 0,06234 | 22,548 | 23 |
| 2 | Local de Motores Auxiliares | 79,88 | 0,02219 | 8,026 | 8 |
| 2 | Local Caldera | 118,44 | 0,03290 | 11,899 | 12 |

Con este número de rociadores, tenemos cubierta la exigencia de la normativa, pues se proporciona el caudal necesario para cubrir la cantidad requerida.

A parte del número de rociadores que se han de instalar debido a los cálculos obtenidos, se puede instalar un número superior según se requiera, dependiendo de la forma del local, pues puede darse el caso que con el número indicado queden lugares que no estén protegidos adecuadamente.

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



PLIEGO DE CONDICIONES

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

3.1.1. CONDICIONES GENERALES

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir al Astillero, el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que se debe de ajustar la ejecución de la instalación El Astillero está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación de un seguro obligatorio, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

Mandos y responsabilidades:

Jefe de obra:

El contratista dispondrá a pie de obra de un técnico cualificado, quien ejercerá como Jefe de Obra, controlará y organizará los trabajos objeto del contrato siendo el interlocutor válido frente la a la propiedad.

Vigilancias:

El contratista será el único responsable de la vigilancia de los trabajos que tenga contratados hasta su recepción provisional.

Limpieza:

El contratista mantendrá en todo momento el recinto de la obra libre de acumulación de materiales de desecho, desperdicios o escombros debiendo retirarlos a medida que estos se produzcan.

El contratista estará obligado a eliminar adecuadamente y por su cuenta en un vertedero autorizado los desechos que se produzcan durante los trabajos a ejecutar.

Al abandonar el trabajo cada día deberá dejarse el puesto y las zonas de trabajo ordenadas.

Al finalizar la obra, esta se entregara completamente limpia, libre de herramientas andamiajes y materiales sobrantes.

Será por cuenta del contratista el suministro, la distribución y el consumo de todas las energías y fluidos provisionales que sean necesarios para el correcto y normal desarrollo de los trabajos objeto de su oferta.

Subcontratación:

El contratista podrá subcontratar parcialmente las obras contratadas, en todo caso el contratista responderá ante la Dirección Facultativa de Obra y la Propiedad de la labor de sus subcontratistas como si fuese labor propia.

La propiedad podrá recusar antes la contratación, cualquiera de las subcontratas que el subcontratista tenga previsto utilizar, teniendo este la obligación de presentar nombres alternativos.

Durante la ejecución de las obras, la Propiedad podrá recusar a cualquiera de los subcontratistas que no realice las obras adecuadamente, tanto en calidad como en plazo, lo que notificará por escrito al Contratista. Este deberá sustituir al subcontratista sin que dicho cambio pueda originar derecho a compensación alguna en cuanto a precio o plazo de la obra.

3.1.2. REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalación, tanto de ámbito internacional, como nacional o autonómico, así como todas las otras que se establezcan en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y normas citadas.

3.1.3. MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, así como todas las relativas a la conservación de los mismos atendiendo a las particularidades de un medio hostil como es el marino.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en cualquier documento del proyecto, aún sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, aun sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Astillero que realizará las obras tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente y por decisión propia sin la autorización expresa.

3.1.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL

El Director de Obra de acuerdo con el Astillero dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Astillero.

Control de calidad:

Correrá por cuenta del contratista el control de Calidad de la obra de acuerdo a la legislación vigente. El control de calidad comprenderá los siguientes aspectos:

- Control de materias primas.
- Control de equipos o materiales suministrados a obra.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

Una vez adjudicada la oferta el contratista enviara a la DF el Programa Garantía de Calidad de la obra.

Todos los materiales deberán ser, como mínimo, de la calidad y características exigidas en los documentos del proyecto.

Si en cualquier momento durante la ejecución de las obras o durante el periodo de garantía, la Dirección del Proyecto detectase que algún material o unidad de obra no cumple con los requisitos de calidad exigidos, podrá exigir al contratista su demolición y posterior reconstrucción. Todos los costes derivados de estas tareas serán por cuenta del Contratista, quien no tendrá derecho a presentar reclamación alguna por este concepto.

Muestras:

El contratista deberá presentar para su aprobación, muestras de los materiales a utilizar con la antelación suficiente para no retrasar el comienzo de la actividad correspondiente, la dirección del proyecto tiene un plazo de tres días para dar su visto bueno o para exigir el cambio si la pieza presentada no cumpliera todos los requisitos. Si las muestras fueran rechazadas, el contratista deberá presentar nuevas muestras, de tal manera que el plazo de aprobación por parte de la dirección de obra no afecte al plazo de ejecución de las obras.

Cualquier retraso que se origine por el rechazo de los materiales será considerado como imputable al Contratista.

3.1.5. ORGANIZACIÓN

El Astillero actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que le correspondan y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas y en general, a todo cuanto legisle en decretos u órdenes sobre el particular ante o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Astillero a quien le corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Astillero, sin embargo, deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes de éste en relación con datos extremos.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares que el Astillero considere oportuno llevar a cabo y que no estén reflejados en el presente, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, corriendo a cuenta propia del Astillero.

3.1.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

En el plazo máximo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva al Astillero, se comprobarán en presencia del Director de Obra, de un representante del Astillero y del armador del barco, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose la correspondiente Acta de Comprobación del Reglamento.

Dicho Acta, reflejará la conformidad del replanteo a los documentos contractuales, refiriéndose a cualquier punto, que en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato. Cuando el Acta refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del contrato.

En el plazo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva, el Astillero presentará el programa de trabajo de la obra, ajustándose a lo que sobre el particular especifique el Director de Obra, siguiendo el orden de obra que considere oportuno para la correcta realización de la misma, previa notificación por escrito a la dirección de lo mencionado anteriormente.

Cuando del programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por el Astillero y el Director de Obra, acompañándose la correspondiente modificación para su tramitación.

El Astillero estará obligado a notificar por escrito o personalmente de forma directa al Director de Obra la fecha de comienzo de los trabajos.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en las condiciones que se especifiquen en este pliego. Como mínimo deberán ser decepcionadas las obras dentro del plazo establecido para ello en la planificación de este pliego.

El contratista presentará un plan de trabajos detallado, ajustado al plazo pactado, que se desglosará en tareas y tiempos de ejecución, que deberá ser aprobado por la Propiedad, dicho plan se incorporará como anexo al contrato, formando parte integrante del mismo.

Si se observase un retraso en el cumplimiento del plan detallado aprobado por la propiedad, la DF podrá solicitar que se tomen las medidas oportunas para recuperar dicho retraso. El coste de estas medidas de recuperación será soportado por el Contratista.

Si ocurriera un evento que se considere de acuerdo a la normativa española como causa de fuerza mayor, el contratista deberá notificar a la Dirección Facultativa tal circunstancia en el plazo máximo de dos días hábiles desde que este ocurra, indicando la duración prevista del problema y su incidencia en los plazos de ejecución de la obras (no se considerará causas de fuerza mayor los días de lluvia, agua, hielos, nevadas y fenómenos atmosféricos de naturaleza semejante).

Si el contratista cumple con la notificación del párrafo anterior, y toma las medidas oportunas para reducir al máximo la incidencia del evento de fuerza mayor, la DF autorizará la ampliación de los plazos de ejecución en el tiempo que dure la misma causa.

El incumplimiento de los plazos parcial o total de la terminación de las obras dará derecho a la Propiedad a aplicar las penalizaciones establecidas.

Cuando el Astillero, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Astillero, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

3.1.7. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del proyecto corresponde al Técnico Director de Obra. El Astillero está obligado a someter a éste a cualquier duda, aclaración o discrepancia que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto con el fin de darlo solución lo antes posible.

El Astillero se hace responsable de cualquier error motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto. El Astillero está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra aun cuando no se halle explícitamente reflejado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto. El Astillero notificará por escrito o en persona directamente al Director de Obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para la inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado necesidad o conveniencia de las mismas o para aquellas que parcial o totalmente deban quedar ocultas.

De las unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de Obra de hallarlos correctos. Si no se diese el caso, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

3.1.8. VARIACIONES DEL PROYECTO

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra sin variación del importe contratado.

3.1.9. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Astillero tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra específicas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en el mismo no figuren explícitamente mencionadas dichas complementarias, todo ello son variación del importe contratado.

3.1.10. MODIFICACIONES

El Astillero está obligado a realizar las obras que se encarguen resultantes de las posibles modificaciones del proyecto, tanto en aumento como en disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de los mismos se hará de acuerdo con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Astillero y que ha sido tomado como base del contrato.

El Director de Obra está facultado para introducir las modificaciones que considere oportunas de acuerdo a su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumpla las condiciones técnicas referidas al proyecto y de modo que no varíe el importe total de la obra.

El Astillero no podrá, en ninguna circunstancia, hacer alteración alguna de las partes del proyecto sin autorización expresa del Director de Obra. Tendrá obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresadas en este documento.

3.1.11. OBRA DEFECTUOSA

Cuando el Astillero halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el Proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Director de Obra podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el Astillero obligado a aceptar dicha valoración. En el otro caso, se reconstruirá a expensas del Astillero la parte mal ejecutada cuantas veces sean necesarias sin que ello sea motivo de una reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

3.1.12. MEDIOS AUXILIARES

Serán por cuenta del Astillero todos los medios y maquinarias auxiliares que sean necesarias para la ejecución de la Obra. En el uso de los mismos, estará obligado a cumplir todos los Reglamentos de Seguridad e Higiene en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección adecuados para sus operarios.

En el caso de rescisión por incumplimiento de contrato por parte del Astillero, podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la dirección de obra hasta la finalización de los trabajos.

En cualquier caso, todos los medios auxiliares quedarán en propiedad del Astillero una vez finalizada la obra, pero no tendrá derecho a reclamación alguna por desperfectos a que en su caso haya dado lugar.

3.1.13. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Es obligación del Astillero la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

3.1.14. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que, de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el Astillero, podrá este concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, previo conocimiento por escrito al Director de Obra. Los gastos derivados de la subcontratación correrán a cargo del Astillero.

3.1.15. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Director de Obra y la propiedad en presencia del Astillero, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitidas.

De no ser admitidas, se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Astillero para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional, sin que esto suponga gasto alguno para la propiedad.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando de la fecha de la recepción provisional, o bien el que establezca el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este periodo, queda a cargo del Astillero la conservación de las obras y arreglos de desperfectos derivados de una mala construcción o ejecución de la instalación.

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Astillero de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudieran derivarse de defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

3.1.16. CONTRATACIÓN DEL ASTILLERO

El conjunto de las instalaciones que realizará el Astillero que se decida una vez estudiado el proyecto y comprobada su viabilidad.

3.1.17. CONTRATO

El contrato se formalizará mediante contrato privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Astillero como el propietario deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

3.1.18. RESPONSABILIDADES

El Astillero elegido será el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas del proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la desinstalación de las partes mal ejecutadas y a su reinstalación correcta, sin que sirva de excusa que el Director de Obra haya examinado y reconocido las obras.

El Astillero es el único responsable de todas las contravenciones que se cometan (incluyendo su personal) durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que, por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados, se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Astillero es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto su personal y por lo tanto, de los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

3.1.19. RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Quiebra del Astillero
2. Modificación del Proyecto con una alteración de más de un 25% del mismo.
3. Modificación de las unidades de obra sin autorización previa.
4. Suspensión de las obras ya iniciadas.
5. Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.
6. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar esta.

7. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

8. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del Director de Obra y del Propietario.

3.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

3.2.1. MEDICIONES Y VALORACIONES DE LAS OBRAS

El Astillero verificará los planos y efectuará las mediciones correspondientes.

En caso de hallar anomalías reclamará al Director de Obra y éste lo comunicará a la parte interesada.

El Astillero se pondrá de acuerdo con el Director de Obra y la parte interesada, volviendo a verificar las anomalías y en su caso se tomarán las medidas oportunas. Tal fin pretende asegurar la continuidad de las obras, sin que falte material para su ejecución y evitando de esta forma posibles retrasos.

3.2.2. ABONO DE LAS OBRAS

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras realizadas. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

3.2.3. PRECIOS

El Astillero presentará, al formalizarse el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integren el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto se fijará su precio entre el Director de Obra y el Astillero, antes de iniciar la obra, y se presentará al propietario para su aceptación o no.

3.2.4. REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el Astillero tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Director de Obra alguno de los criterios oficiales aceptados.

3.2.5. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si por cualquier circunstancia se hiciese necesaria la determinación de algún precio contradictorio, el Director de Obra lo formulará basándose en los que han servido para la formación del presupuesto de este proyecto, quedando el Astillero obligado, en todo caso aceptarlos.

3.2.6. PENALIZACIONES POR RETRASOS

Por retrasos en los plazos de entrega de las obra, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

Estas cuantías podrán, bien ser cobradas a la finalización de las obras, bien ser descontadas de la liquidación final.

3.2.7. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Siempre que se rescinda el contrato por las causas anteriormente expuestas, o bien por el acuerdo de ambas partes, se abonarán al Astillero las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato, llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación, el periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de la nueva adjudicación.

3.2.8. FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el Astillero deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de la obra realizada.

De no estipularse la fianza en el contrato, se entiende que se adoptará como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Astillero se negase a realizar por su cuenta los trabajos por ultimar la obra en las condiciones contratadas o atender la garantía, la propiedad podrá ordenar

ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Astillero en un plazo no superior a treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

3.2.9. GASTOS DIVERSOS POR CUENTA DEL ASTILLERO

El Astillero tiene la obligación de montar y conservar por su cuenta el adecuado suministro de elementos básicos como agua, energía eléctrica y cuanto uso personal para las propias obras ser preciso.

Son gastos por cuenta del Astillero, los correspondientes a los materiales, mano de obra y medios auxiliares que se requieren para la correcta ejecución de la obra.

3.2.10. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Correrán por cuenta del Astillero los gastos derivados de la conservación de la obras durante el plazo de garantía. En este periodo, las obras deberán estar en perfectas condiciones, condición indispensable para la recepción definitiva de las mismas.

El Astillero no podrá reclamar indemnización alguna por dichos gastos, que se suponen incluidos en las diversas unidades de obra.

3.2.11. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El Astillero deberá cumplir en todo momento las leyes y regulaciones relativas a seguridad e higiene en el trabajo. El incumplimiento de éstas, será objeto de sanción, siguiendo las especificaciones redactadas en el contrato, donde vendrán reflejadas las distintas cuantías en función de la falta detectada.

3.2.12. RESPONSABILIDAD POR DAÑOS

La propiedad tiene concertada una póliza de responsabilidad civil por daños causados a terceros, en el que figura el Astillero como asegurado. Este seguro garantiza la responsabilidad civil de los daños causados accidentalmente a terceros con motivo de la sobras.

En dicha póliza queda garantizada la responsabilidad civil que pueda serle exigida al Astillero por daños físicos y materiales causados a terceros por los empleados del mismo.

Queda no obstante excluida toda prestación que deba ser objeto del seguro obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social, a los cuales, en ningún caso, esta póliza podrá sustituir o complementar.

Igualmente quedan excluidas las sanciones de cualquier tipo, tanto las multas, como los recargos en las indemnizaciones exigidas por la legislación laboral.

3.2.13. DEMORAS

Al encargarse el trabajo, se fijará por ambas partes, el programa con la fecha de inicio y de terminación.

El Astillero pondrá los medios necesarios para ello, que deberán ser aceptados por la propiedad.

Solo se considerarán demoras excusables los retrasos o interrupciones imputables a causas de fuerza mayor, tales como huelgas generales, catástrofes naturales etc.

En el caso de que el Astillero incurra en demoras no excusables, le serán aplicadas las siguientes sanciones:

Por retraso en la incorporación del personal y otros medios necesarios para la finalización del trabajo: desde un 1% hasta un máximo de 5% por día de retraso.

Por retraso en la finalización de los trabajos o retrasos en los trabajos intermedios que expresamente se indiquen: desde un 1% de la facturación de estos encargos con un tope de un 5% por cada día de retraso.

Por incumplimiento en la limpieza y orden de las instalaciones: 300€ la primera vez, aumentando en otros 300€ las sucesivas hasta un máximo de tres veces, a partir de la cual se procederá a restituir por la propiedad las condiciones de limpieza y orden, cargando el coste al Astillero.

3.3. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

3.3.1. NORMAS A SEGUIR

Las obras a realizar estarán de acuerdo y se guiarán por las siguientes normas además de lo descrito en este pliego de condiciones:

Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, del 25 de Noviembre.

Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato que se trate.

Ordenanzas Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden del 9/3/71 del Ministerio de Trabajo.

Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Normas de la compañía suministradora de los materiales.

Lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia a todos los códigos.

3.3.2. PERSONAL

El Astillero tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes al Director de Obra.

El Astillero tendrá en la obra, además del personal que requiera el Director de Obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Astillero, estará obligado a separar de la obra a aquel personal que a juicio del Director no cumpla con sus obligaciones o realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obras de mala fe.

3.3.3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Describiremos de la forma más completa posible, las condiciones que deben de cumplir los materiales que se emplearán en la construcción del proyecto, siendo los más adecuados para su correcto resultado final.

3.3.4. ADMISIÓN Y RETIRADA DE MATERIALES

Todos los materiales empleados en este proyecto, y de los cuales se hará mención, deberán ser de la mejor calidad conocida dentro de su clase.

No se procederá al empleo de los materiales sin que estos sean examinados y aceptados en los términos que prescriben las respectivas condiciones estipuladas para cada clase de material. Esta misión será efectuada por el Director de Obra.

Se cumplirán todos los análisis, ensayos y pruebas con los materiales y elementos de obra que ordene el Director de Obra.

3.3.5. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo estime oportuno el Director de Obra, podrá encargar y ordenar análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oportunos o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque estos no estén indicados en el pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio que el Director de Obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del Astillero.

3.4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El proceso constructivo de la obra se ajustará, en la medida de lo posible, a las partidas que se describen en la Memoria de este proyecto y en el orden en que se establecen cumpliendo siempre con las medidas preventivas adecuadas.

A continuación se presenta un Estudio Básico de los Riesgos existentes en la ejecución de este proyecto.

3.4.1. ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS TRABAJOS A REALIZAR

- CAÍDAS AL MISMO NIVEL

Objetos abandonados en los pisos (tornillos, piezas, herramientas, materiales, trapos, recortes, escombros, etc.), cables, tubos y cuerdas cruzando la zona de paso (cables eléctricos, mangueras, cadenas, etc.), alfombras y moquetas sueltas, pavimento con desniveles, resbaladizo e irregular, agua, aceite, grasa y detergentes.

Prevención:

Las zonas de trabajo deberán ser lo suficientemente amplias para el tránsito del personal, mirando que el mismo esté libre de obstáculos a fin de evitar torceduras, contusiones y cortes.

Todas las herramientas, piezas y restos de objetos se almacenarán en lugares destinados para ello y no se dejarán nunca en la zona de paso de otros trabajadores o terceras personas.

Bajo ningún concepto se dejarán nunca sin estar debidamente protegidos, tapados o acordonados con barandillas rígidas, resistentes y de altura adecuada.

Se utilizará calzado de seguridad con suelas antideslizantes, y punteras y plantillas de acero.

○ CAÍDAS A DISTINTO NIVEL

Escaleras de peldaños, escalas fijas de servicio, escalas de mano, altillos, plataformas, pasarelas, fosos, muelles de carga, estructuras y andamios, zanjas, aberturas en piso, huecos de montacargas, etc.

Prevención:

Es obligatorio utilizar el arnés de seguridad adecuado para todo trabajo en altura, efectuado desde lugares que no dispongan de protección colectiva (bordes del hueco del ascensor).

Se dispondrán líneas de vida sujetas a puntos fijos, sólidos y resistentes a los que atar los mosquetones de los cinturones de seguridad durante todos los trabajos a realizar en las condiciones descritas anteriormente.

No se arrojarán herramientas ni materiales al interior de la excavación. Se pasarán de mano en mano o utilizando una cuerda o capazo para estos fines.

Será balizado el perímetro de bordes de desniveles que no estén protegidos (por no superar la profundidad de 2 metros).

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente y normas de seguridad.

Los accesos a los al foso o partes inferiores del hueco del ascensor se realizarán mediante escaleras de mano en perfectas condiciones, siempre que la disposición del trabajo lo permita, o en su caso por las escaleras normales del buque, nunca saltando al foso para bajar o escalando por la construcción para subir.

○ CAÍDAS DE OBJETOS DE COTAS SUPERIORES, MATERIALES DESPLOMADOS, MANIPULADOS O DESPRENDIDOS

Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras elevadas, estanterías, pilas de materiales, mercancías almacenadas, tabiques, escaleras, hundimientos por sobrecarga, etc.

Prevención:

No se colocarán materiales, herramientas, etc., en la proximidad de máquinas o aparatos que por su situación, puedan ser atrapados por los mismos y/o que puedan caer desde altura a cotas inferiores.

Los trabajadores no pasarán ni permanecerán bajo otros operarios trabajando, ni bajo cargas suspendidas.

Las cargas suspendidas serán guiadas con cuerdas hasta el lugar de recibido.

Antes de utilizar cualquier aparato de elevación de cargas (camión grúa) se comprobará:

a) El buen estado de los elementos de sujeción (cuerdas, cables, cadenas, eslingas y ganchos), los cuales indicarán la carga máxima que soportan, al igual que el propio aparato de elevación.

b) Que la carga a elevar y/o transportar no excede el límite de carga, ni del aparato de elevación, ni de los elementos de sujeción.

c) Que la carga está correctamente eslingada y/o contenida completamente en recipiente apropiado.

Cuando se maneje cualquier aparato de elevación de cargas se tendrá siempre presente lo siguiente:

a) Revisar el trayecto a realizar por la carga y asegurarse de que todos los operarios de la zona afectada por el desplazamiento de la mencionada carga son advertidos.

b) No avanzar con la carga si no se ve perfectamente la zona de avance de la misma.

Está completamente prohibido pasar cargas suspendidas sobre los trabajadores, así como balancear las cargas.

○ GOLPES Y/O CORTES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS

Lesión por un objeto o herramienta que se mueve por fuerzas diferentes a la de la gravedad. Se incluyen golpes con martillos y otras herramientas de uso habitual o esporádico utilizadas por los operarios.

Prevención:

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo, y en especial las salidas y vías previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán

permanecer libres de forma que esa sea posible utilizarlas sin dificultad en todo momento.

Los manuales de instrucciones de todas las máquinas y portátiles se encontrarán a disposición de los trabajadores que las manejen.

No se anularán los dispositivos de seguridad de las máquinas herramientas (radiales, taladros, sierras, etc.).

Todas las herramientas que se utilicen estarán en perfecto estado de uso y conservación. Se revisarán periódicamente, inspeccionando cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, partes cortantes y/o susceptibles de proyección.

Se utilizarán guantes contra agresiones mecánicas para cualquier operación de corte y para el manejo de piezas con aristas cortantes.

○ ATRAPAMIENTOS EN OPERACIONES DE CARGA

Elementos tales como partes en rotación y traslación de máquinas, equipos, instalaciones u objetos y procesos.

Prevención:

Para el tránsito por las instalaciones se presentará la máxima atención al movimiento de las máquinas utilizando los pasillos y zonas de paso lo suficientemente alejados de las mismas ya que, aunque estén paradas, podrían ponerse en movimiento de forma inesperada.

Durante las operaciones de manipulación mecánica de cargas sólo permanecerán en la zona los trabajadores imprescindibles para recibir el material.

La zona de recepción de materiales y/o piezas pesadas estará señalizada en su perímetro para medir que personas ajenas a la citada operación atraviesen la zona de izado.

Se prohíbe la permanencia y/o tránsito de trabajadores bajo cargas suspendidas o bajo el radio de acción de máquinas de elevación.

En el caso de que la carga, por sus dimensiones, deba ser guiada, la guía se realizará con cuerdas, además, la operación deberá ser supervisada por el encargado.

Las labores de mantenimiento, limpieza o sustitución de útiles (brocas, discos, etc.) de la maquinaria se realizará de acuerdo a las instrucciones del fabricante, con ella parada y desconectada de la fuente de alimentación.

- ATROPELLOS POR MÁQUINAS EN MOVIMIENTO

Comprende los atropellos de personas por vehículos (a la hora de recepcionar el material), así como los accidentes de vehículos en los que el trabajador lesionado va sobre el mismo. En este apartado no se contemplan los accidentes “in itinere”

Prevención:

Deberán adoptarse medidas de organización para evitar que se encuentren trabajadores a pie de la zona de trabajo de equipos de trabajo automotores.

- CONTACTOS TÉRMICOS

Accidentes debidos a las temperaturas extremas que tienen los objetos que entran en contacto con cualquier parte del cuerpo, incluyéndose líquidos y sólidos calientes.

En el caso supuesto que este tipo de causa o riesgo se presente conjuntamente con exposición a temperaturas extremas, prevalecerá ésta última.

Prevención:

Deberán seguirse escrupulosamente las instrucciones proporcionadas por el fabricante del equipo de soldadura de plásticos técnicos, teniendo especialmente en cuenta las señales de advertencia relativas a las partes calientes de la máquina.

- CONTACTOS ELÉCTRICOS (CABLES DE ALIMENTACIÓN, CABLES DE MÁQUINAS, CUADROS ELÉCTRICOS, MOTORES)

Riesgo de daño por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica (cables de alimentación, cables de máquinas, cuadros eléctricos, motores, etc.).

Prevención:

Toda instalación provisional y equipos eléctricos cumplirán la normativa vigente. En todo caso se evitará que los cables estén en el suelo o en zonas húmedas y en general donde puedan ser dañados.

Los conductores eléctricos, enchufes y tomas serán revisados periódicamente y sustituidos en cuanto se observe deterioro en su aislamiento. Se revisarán

periódicamente las protecciones contra contactos directos e indirectos de máquinas e instalaciones, corrigiéndose de inmediato cualquier deficiencia.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros y/o ladrones y/o alargadores, etc., sin la utilización de clavijas macho-hembra en perfectas condiciones de conservación.

Siempre se utilizarán conductores y enchufes de intemperie. Las clavijas permanecerán elevadas del suelo, especialmente en zonas húmedas o mojadas. Se evitará el abuso de ladrones.

A la hora de conectar un equipo a la red eléctrica cerciorarse de que es a la toma adecuada a la tensión que necesita el equipo.

Los conductores eléctricos no se situarán en zonas por las que circulen o puedan circular vehículos. Si resulta imprescindible que atraviesen dichas zonas, estarán protegidos.

Se suspenderán los trabajos con herramientas eléctricas en régimen de lluvias. Si el lugar de trabajo está mojado se utilizarán portátiles de baterías en vez de herramientas conectadas a la red.

La instalación eléctrica que forma parte de los trabajos contratados será realizada por un instalador autorizado. La manipulación y operaciones en los cuadros eléctricos están reservadas exclusivamente al personal especializado y autorizado.

Se procederá a verificar el corte de corriente de las zonas de trabajo ateniéndose a alguno de los procedimientos de seguridad consistentes en tarjetas de corte.

○ INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN

Accidentes generados por los efectos del fuego y sus consecuencias (efectos calóricos, térmicos, humos, etc.), debido a la propagación del incendio por no disponer de medios adecuados para su extinción.

Acciones que dan lugar a lesiones causadas por la onda expansiva o efectos secundarios de deflagraciones, explosiones, detonaciones, etc.

Prevención:

Se dispondrá de un extintor de incendios de eficacia (polvo polivalente) y carga apropiada en función de los materiales combustibles en la obra.

Se avisará a los bomberos de cualquier anomalía que pueda ser origen de un incendio o una explosión.

- RUIDO

Posibilidad de lesión auditiva por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles.

Prevención:

Se utilizarán cascos o tapones antirruído en los trabajos de más de 90dB, como por ejemplo, la utilización de radiales.

- SOBREENFUERZOS

Comprende o engloba los riesgos capaces de generar accidentes debidos a la utilización inadecuada de cargas, cargas excesivas, fatiga física y movimientos mal realizados por los operarios con posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas.

Prevención:

No se transportarán manualmente cargas superiores a 25 kg. Por parte de un solo trabajador. Durante la manipulación manual de cargas se adoptarán posturas correctas, manteniendo siempre la espalda recta.

- 6.4.1.12. AGENTES QUÍMICOS

Están contruidos por materia inerte no viva y puede estar presente en el aire o en el ambiente de trabajo de diversas formas. Exposición a polvos minerales o vegetales, gases, humos y vapores, nieblas, etc., son algunos de los ejemplos.

Prevención:

En el caso de utilización, se dispondrá de las fichas de datos de seguridad de los productos químicos a utilizar, las cuales permanecerán a disposición de los trabajadores que manipulen dichos productos.

Los envases de los productos químicos estarán correctamente etiquetados.

Los trabajadores utilizarán los equipos de protección personal indicados en dichas etiquetas y/o fichas de datos de seguridad.

3.4.2. RELACIÓN DE EQUIPOS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

Casco de seguridad: casco contra agresiones mecánicas; categoría II LD 440 Vac; característica según la norma UNE-EN 397 sobre cascos de protección.

Botas de seguridad: categoría II SR + P + WRU + SUELA

ANTIDESLIZANTE + EMPEINE REFORZADO.

Equipos anti caídas: arnés anti caídas y sus dispositivos de amarre y sujeción; categoría III; características según la norma UNE-EN 354; mosquetón ovalado asimétrico, según especificaciones UNE-EN 362, de 10x120 mm de longitud, con cierre y bloqueo automático, apertura de 17mm de diámetro). Norma UNE-EN 361 especificaciones sobre EPI's contra caídas. Arnese: arnés anti caída con punto de enganche en zona dorsal, hombreras y perneras regulables.

Gafas anti impactos: gafas anti impactos con montura integral (365.2 I 1 F N); categoría II; características según norma CE-EN 166; resistente a impactos de partículas a alta velocidad y baja energía; anti vaho.

Protectores auditivos: orejeras adaptables al casco de seguridad o tapones.

Categoría II; características según normas UNE-EN 352-2 y UNE-EN 358.

Guantes de cuero contra agresiones mecánicas: categoría II; características según normas UNE-EN 388 y 407; mecánica 3221: abrasión – nivel 3, corte – nivel 2, desgarrar – nivel 2, perforación – nivel 1; térmica 410240: combustibilidad – nivel 4, calor contacto – nivel, calor convectivo - nivel 0, calor por radiación – nivel 2, pequeñas salpicaduras metal – nivel 4, grandes cantidades de metal – nivel 0.

3.4.3. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Todo el personal participante en estos trabajos habrá de conocer los riesgos contenidos en este Estudio Básico de Seguridad y Salud, así como las medidas preventivas que han de tomarse.

Para ello, serán formados e informados previamente al inicio de la obra.

3.4.4. MODO DE ACTUAR EN CASO DE EMERGENCIA Y TELÉFONOS

Los trabajadores deben ser instruidos y ser conocedores de cómo actuar en caso de emergencia.

Si se produce un accidente se actuará con serenidad, socorriendo primero a los heridos que presenten asfixia o hemorragia intensa y siguiendo las siguientes pautas:

Se avisará inmediatamente a la ambulancia – Servicios Médicos y/o a las Bomberos, o a Vigilancia según sea la necesidad por la naturaleza del accidente o emergencia, indicándose de manera clara y precisa el lugar al que deben acudir, el número de heridos y la causa de la lesión. Las personas implicadas se situarán, y harán lo mismo que sus compañeros si están heridos, en un lugar seguro. Se actuará siempre de forma que no cunda el pánico y a ser posible se despejará la zona donde ocurra la emergencia.

Se saldrá al encuentro de los servicios que se avisen para informarles dónde deben actuar y para indicarles las particularidades de la obra o de la instalación, tales como si hay gas o humos, si hay cables eléctricos con tensión, si hay fosos o huecos en el suelo o al vacío o cualquier otro peligro inesperado.

En caso de accidente o incidente se avisará inmediatamente a los técnicos de seguridad y a los gestores del contrato.

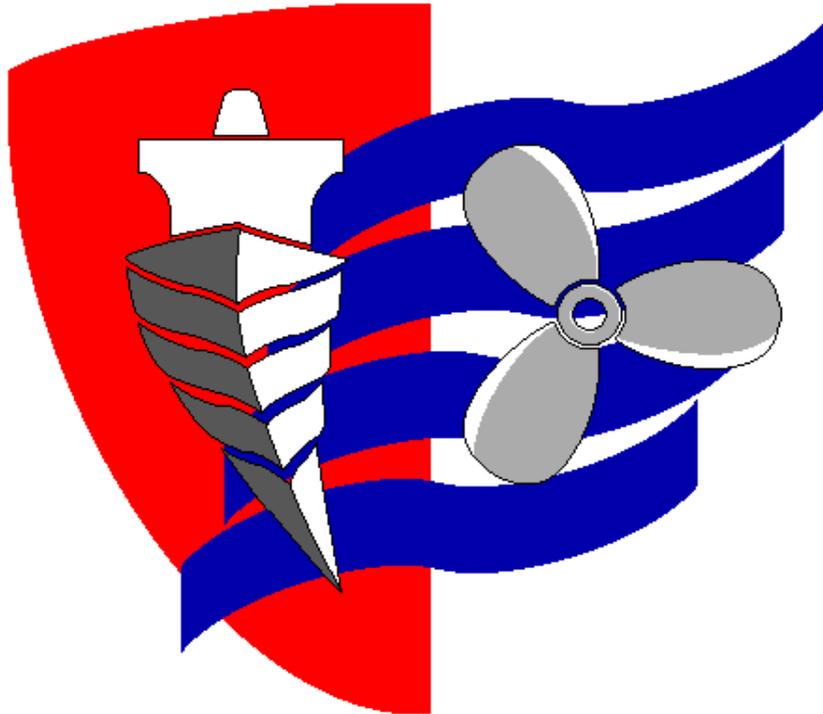
3.4.5. OTRAS CONSIDERACIONES

Si la empresa contratista principal subcontrata a otros la realización de trabajos u obras, deberá vigilar el cumplimiento por parte de dichos subcontratistas de toda la normativa de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular las exigencias y medidas de prevención y protección recogidas en su plan específico de seguridad, debiendo facilitar a los subcontratistas toda la información por ella recibida, asegurándose de que la misma sea transmitida a los trabajadores de los subcontratistas como si fuesen propios.

Cuando durante el desarrollo de los trabajos en cualquier fase de la obra, se presenten situaciones de riesgo o peligro que hagan necesario la aplicación de medidas preventivas diferentes a las contempladas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, tal circunstancia se pondrá en conocimiento de los responsables de factoría, recogiendo las medidas adicionales de prevención que resulten necesarias en un documento complementario del Plan de Seguridad y Salud del contratista, las cuales serán trasladadas en todos los casos a los trabajadores afectados.

Los trabajadores de la empresa contratista principal y de las empresas subcontratadas tendrán en vigor los reconocimientos médicos periódicos pertinentes de acuerdo con lo establecido por el servicio de Vigilancia de la Salud. Dichos reconocimientos médicos serán específicos para cada puesto de trabajo.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PRESUPUESTO

PRESUPUESTO PARA EL PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE BALDEO Y CONTRA INCENDIOS

1. Elementos del sistema

Al ser el diseño de una instalación contra incendios nueva en un buque de pasaje y carga rodada con 10 niveles de cubierta, podremos observar que las cantidades son elevadas.

Los metros de tubería se venden en tramos de 6 metros, necesitamos los siguientes tramos de tubería:

Tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 150, necesitaremos aproximadamente 600 mts.

Tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 100, necesitaremos aproximadamente 400 mts.

Tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 80, necesitaremos aproximadamente 500 mts.

| concepto | unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|----------------|----------|---------------------|-----------|
| Tubería DN 150 | 100 | 98,03 | 9803 |
| Tubería DN 100 | 67 | 61,61 | 4127,87 |
| Tubería DN 80 | 84 | 44,72 | 3756,48 |

Señalar que se comprara un 10 % adicional por perdidas en recortes y para asegurarse un margen de error en los cálculos.

| concepto | Unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|----------------------------------|----------|---------------------|-----------|
| Hidrantes tipo Barcelona DN65 | 67 | 336,96 | 22576,32 |
| Mangueras | 38 | 292 | 11096 |
| Bombas EBARA ENR 50/315 | 4 | 15478 | 61912 |
| Grupo de presión | 1 | 4483 | 4483 |

2. CONSUMIBLES, MATERIAL DE SEGURIDAD Y DISTINTOS

MEDIOS PROVISIONALES.

| concepto | Precio unitario (€) | Total (€) |
|---|---------------------|-----------|
| Materiales consumibles para la ejecución de la obra | 6% | 7065,28 |
| Material de seguridad para la ejecución de la obra | 5% | 5887,73 |

3. TRABAJO DE PINTURA, LIMPIEZA Y ACABADO.

| concepto | unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|---|----------|---------------------|-----------|
| trabajos de pintado de tuberías y accesorios varios a cargo de personal especializado (incluyendo recubrimientos anticorrosivos finalizada la previa instalación) | 251 | 8,33 €/m | 2090,83 |

4. . MANO DE OBRA.

| concepto | unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|-------------------|----------|---------------------|-----------|
| Soldadores | 320 | 43€/h | 13760 |
| Montaje mecánico | 100 | 43€/h | 4300 |
| Montaje eléctrico | 80 | 43€/h | 3440 |

BALANCE FINAL DEL PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE BALDEO Y CONTRA
INCENDIOS

| | |
|------------------------|-----------|
| Materiales | 17687,35 |
| Equipamiento | 100067,32 |
| Materiales consumibles | 12953,53 |
| Pintura y limpieza | 2090,83 |
| Mano de obra | 17600 |
| Sub total | 150399,03 |

| | |
|---|------------------------|
| Gastos generales, licencias y tramites (10%subtotal) | 15039,9 |
| Honorarios del proyecto | 2000 |
| IVA (21%subtotal) | 31583,79 |
| Total | 201022,72 euros |

PRESUPUESTO DESGLOSADO EN PARTIDAS PARA EL PRESUPUESTO DEL SISTEMA FIJO DE CO₂ PARA LA CÁMARA DE MAQUINAS

1. ELEMENTOS DEL SISTEMA

Al ser el diseño de una instalación contra incendios nueva en un buque de pasaje y carga rodada con 10 niveles de cubierta, podremos observar que las cantidades son elevadas.

| concepto | unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|--------------------------------|----------|---------------------|-----------|
| Batería de 6 botellas en filas | 4 | 4648,09 | 18592,36 |
| Batería de 9 botellas en filas | 7 | 6772,84 | 47409,88 |
| Tubería colectora DN 50 | 28 | 87,5 | 2450 |
| Tubería colectora DN 65 | 16 | 69 | 1104 |
| Cuadro eléctrico de control | 1 | 1414 | 1414 |
| Alarma: yodalight 24 Vcc roja | 13 | 115 | 1495 |
| tifón | 2 | 97 | 194 |
| Rótulos de instrucciones | 1 | 97 | 97 |
| Rótulos específicos | 13 | 38 | 494 |
| boquillas | 59 | 29,63 | 1748,17 |

2. CONSUMIBLES, MATERIAL DE SEGURIDAD Y DISTINTOS MEDIOS PROVISIONALES.

| concepto | Precio unitario (€) | Total (€) |
|---|---------------------|-----------|
| Materiales consumibles para la ejecución de la obra | 10% | 7499,74 |
| Material de seguridad para la ejecución de la obra | 5% | 3749,87 |

3. . MANO DE OBRA.

| concepto | unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|-------------------|----------|---------------------|-----------|
| Soldadores | 400 | 43€/h | 17200 |
| Montaje mecánico | 250 | 43€/h | 10750 |
| Montaje eléctrico | 20 | 43€/h | 860 |

BALANCE FINAL DEL PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE CO2

| | |
|------------------------|-----------|
| Equipamiento | 75098,41 |
| Materiales consumibles | 11249,61 |
| Mano de obra | 28810 |
| Sub total | 115158,02 |

| | |
|--|---------------------|
| Gastos generales, licencias y tramites (10%subtotal) | 11515,8 |
| Honorarios del proyecto | 2000 |
| IVA (21%subtotal) | 24183,18 |
| Total | 152857 euros |

PRESUPUESTO DESGLOSADO EN PARTIDAS PARA EL PRESUPUESTO DEL SISTEMA HIFOG DE LA CÁMARA DE MAQUINAS

1. ELEMENTOS DEL SISTEMA

Al ser el diseño de una instalación contra incendios nueva en un buque de pasaje y carga rodada con 10 niveles de cubierta, podremos observar que las cantidades son elevadas.

| concepto | unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|--|----------|---------------------|-----------|
| Equipo de bombeo | 1 | 63133 | 63133 |
| Tubería 6" | 99 | 98,03 | 9704,97 |
| Tubería de 4" | 40 | 61,31 | 2452,4 |
| Tubería de 3" | 75 | 44,72 | 3354 |
| Tubería 1" | 62 | 22,48 | 1393,76 |
| Batería de 8 botellas | 1 | 19886,28 | 19886,28 |
| Deposito acero inoxidable para reserva de agua | 1 | 9260 | 9260 |
| boquillas | 83 | 108,03 | 8966,49 |
| Rótulos de instrucciones | 1 | 97 | 97 |
| Rótulos específicos | 45 | 38 | 1710 |

2. CONSUMIBLES, MATERIAL DE SEGURIDAD Y DISTINTOS MEDIOS PROVISIONALES.

| concepto | Precio unitario (€) | Total (€) |
|---|---------------------|-----------|
| Materiales consumibles para la ejecución de la obra | 10% | 11995,79 |
| Material de seguridad para la ejecución de la obra | 5% | 5997,895 |

3. . MANO DE OBRA.

| concepto | unidades | Precio unitario (€) | Total (€) |
|-------------------|----------|---------------------|-----------|
| Soldadores | 400 | 43€/h | 17200 |
| Montaje mecánico | 250 | 43€/h | 10750 |
| Montaje eléctrico | 80 | 43€/h | 3440 |

BALANCE FINAL DEL PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE AGUA NEBULIZADA, HI FOG

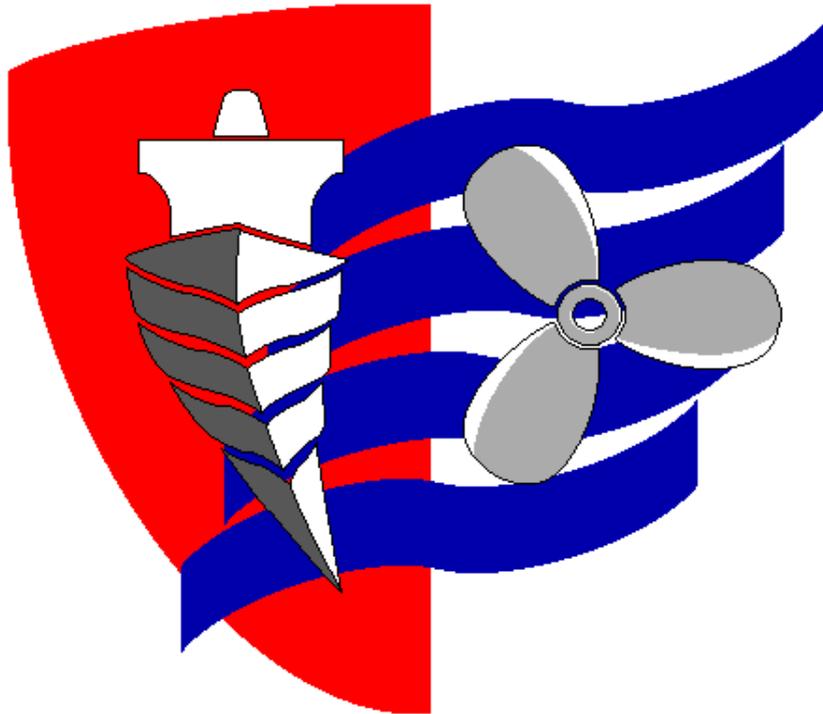
| | |
|------------------------|-----------|
| Equipamiento | 119957,9 |
| Materiales consumibles | 17993,68 |
| Mano de obra | 31390 |
| Sub total | 169341,58 |

| | |
|--|------------------------|
| Gastos generales, licencias y tramites (10%subtotal) | 16934,15 |
| Honorarios del proyecto | 2000 |
| IVA (21%subtotal) | 35561,73 |
| Total | 223837,46 euros |

El total del presupuesto para los tres sistemas proyectados para la seguridad contra incendios asciende a:

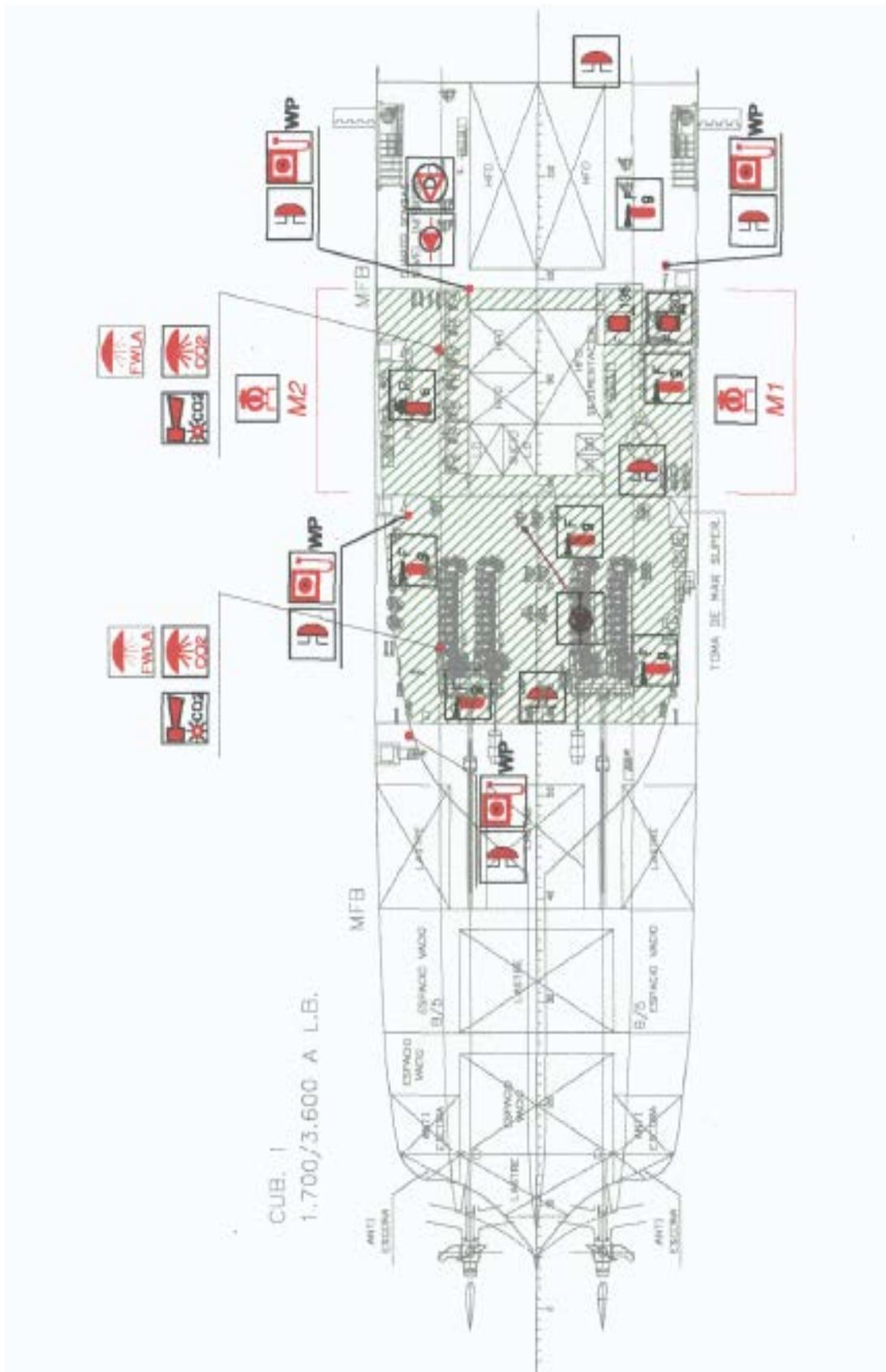
| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Sistema de baldeo y contra incendios | 201022,72 |
| Sistema de CO ₂ | 152857 |
| Sistema de agua nebulizada | 223837,46 |
| Total | 577717,18 euros |

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PLANOS

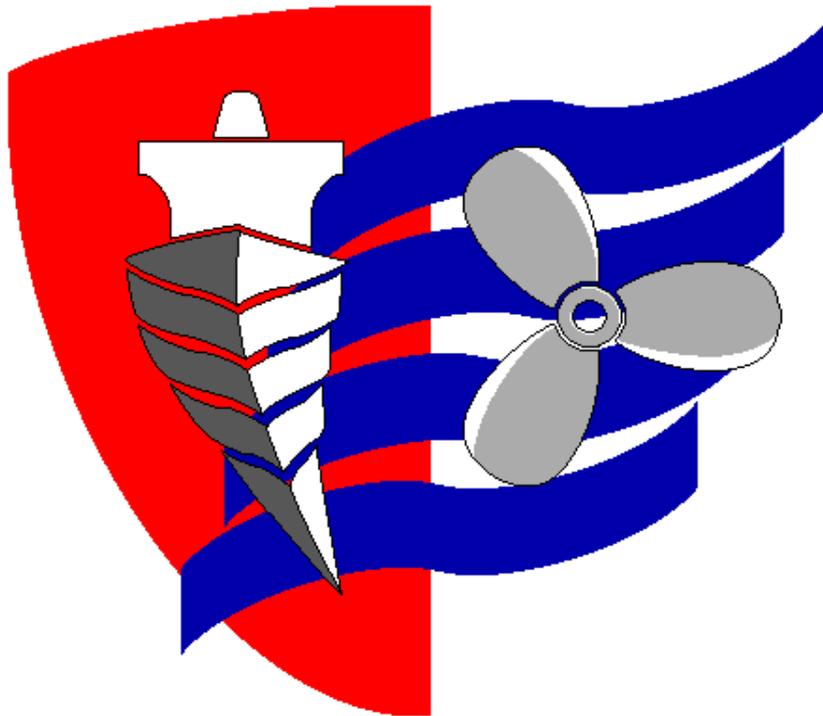
CUBIERTA 1 POPA



MEDIOS CONTRAINCENDIOS

| CANT. | EMBLEMA | DESCRIPCION | CANT. | EMBLEMA | DESCRIPCION |
|-------|---|---|-------|---|---|
| 1 |  | PLANO LUNA CONTRAINCENDIO | 1 |  | BAJETA SOTACAZON |
| 1 |  | BOMBA CL. P. ALUMINIO (CON BOMBA) | 4 |  | VALVULA CERRE TORNILLO CL. PUAL |
| 1 |  | BOMBA ABRA INDIADORES BOMBA | 1 |  | VALVULA CERRON DEL SISTEMA PULVERIZADOR DE AGUA CON EL PUAL DE CL. |
| 1 |  | BOMBA EQUIPO PULVERIZADOR AGUA | 1 |  | VALVULA CERRON DEL SISTEMA ABELLADORES BOMBA CON EL BATERIA PUAL DE CL. |
| 19 |  | ARMARIO PARA EQUIPO BOMBEO | 1 |  | REBOLLEON DE AGUA |
| 18 |  | COUPO DE BOMBEO | 1 |  | ESPASO Y BOTELLAS DE OXI |
| 1 |  | CONDICION INFORMACIONAL | 18 |  | ESPASO METODOS POR BATERIA ABELLADORES EN BODEGAS |
| 18 |  | VALVULA CERRE BATERIA BATERIA INDIADORES AGUA | 7 |  | ESPASO METODOS POR BATERIA INDIADORES EN ACOMODACION |
| 1 |  | VALVULA CERRE BATERIA ABELLADORES DE AGUA BODEGAS | 8 |  | ESPASO METODOS POR OXI |
| 48 |  | GALA BATERIA (CON PUAL DE ABELLADOR DE 18 L.) | 3 |  | ESPASO METODOS POR BATERIA DE AGUA PUAL DE BPL LOCAL |
| 82 |  | BOMBA CL. | 1 |  | CARRON DE BOMBA PARA STA HELICOPTEROS |
| 48 |  | CARRESTILLA BATERIA MANEJADA (PUAL DE 18 L. EN MAS Y 18 L. BATERIA) | 8 |  | ESPASO METODOS POR BATERIA DE AGUA PUAL DE BPL LOCAL |
| 1 |  | EQUIPO INDIADORES DE AGUA ACOMODACION | 3 |  | PUESTO DE BOMBEO |
| 1 |  | TORNILLO EQUIPO ABELLADOR AGUA BODEGAS | | | |

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- **Sociedad de clasificación ABS:** ABS Rules for building and classing, steel vessels (2016).
- **Convenio SOLAS:** Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, y su Protocolo de 1988.
- **Código SSCI,** código internacional de sistemas de seguridad contra incendios 2007.
- **NFPA,** organización de seguridad humana y protección contra incendios más grande y reconocida del mundo. NFPA 13, NFPA 12
- **Planos de construcción** del buque Ro-Pax Murillo, de la compañía Acciona – Trasmediterranea