



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**

**CURSO 2019/20**

---

*BULKARRIER PORTACONTENEDORES  
40 000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA**

Marta González García

**TUTOR**

Vicente Díaz Casás

**FECHA**

DICIEMBRE 2019

## TÍTULO Y RESUMEN

### 1.1 Título y Resumen

En este trabajo, se va a desarrollar el anteproyecto de un buque bulkcarrier portacontenedores de 40 000 t. Primeramente vamos a realizar un dimensionamiento preliminar, así como una predicción de potencia. Cabe destacar que la elección de las dimensiones del buque se ha hecho teniendo en cuenta varias combinaciones posibles, tomando como cifra de mérito el coste del buque.

Posteriormente, se procederá a un cálculo más detallado de los pesos del buque, así como a una definición de las formas del casco.

También detallaremos el compartimentado del buque, el cálculo de estabilidad en las diferentes situaciones de carga, una predicción de potencia más detallada, así como el diseño del timón y el cálculo del servomotor.

Llevaremos a cabo el cálculo estructural básico del buque, según el Bureau Veritas.

Con los datos obtenidos a lo largo del proyecto, elaboraremos los planos de disposición general del buque.

También se hará el cálculo del balance eléctrico del buque en las diferentes situaciones de demanda eléctrica.

Por último, haremos el cálculo del coste del buque, detallando cada partida.

### 1.2 Título e Resumo

Neste traballo, vaise desenrolar o anteprojecto dun buque bulkcarrier portacontenedores de 40 000 t. Primeiramente imos face-lo dimensionamento preliminar, así coma unha predición de potencia. É preciso destacar que a elección das dimensións do buque fíxose tendo en conta varias combinacións posibles, tomando como cifra de mérito o coste do buque.

Posteriormente, procederáse a un cálculo máis detallado dos pesos do buque, así coma a unha definición das formas do casco.

Tamén detallaremos o compartimentado do buque, o cálculo da estabilidade nas diferentes situacións de carga, unha predición de potencia máis detallada, así coma o deseño do timón e o cálculo do servomotor.

Levaremos a cabo o cálculo estrutural básico do buque, según o Bureau Veritas.

Cos datos obtidos ó longo do proxecto, elaboraremos os planos de disposición xeral do buque.

Tamén se fará o cálculo do balance eléctrico do buque nas diferentes situacións de demanda eléctrica.

Por último, faremos o cálculo do coste do buque, detallando cada partida.

### **1.3 Tittle and Abstract**

In this project will be developed the pre-project of a containership bulkcarrier of 40 000 tn. In the first place, it makes a preliminary sizing and power prediction. Its necessary to be noticed that the dimensions were choosen by making several posible combinations taking the minimun building cost as the criteria to minimize.

After that, it makes a more detailed calculation of the ship weights as well as a definition of the hull shapes.

It is also detailed the behaviour of the ship, the stability calculation in all the diferent cargo situations, a more detailed power prediction as well as the rudder design and the servo calculation.

In addition to that, it develops a basic stuctural calculation of the ship according to the Bureau Veritas.

With all the obtained data in the project, it will obtain the drawing of the ship general arrangement.

It also elaborates the electric balance for all the diferent situations of electric demanding.

Finally, it makes the calculation of the cost of the ship, detailing each item.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2019/20**

---

*BULKCARRIER PORTACONTENEDORES  
40 000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 12**

**EQUIPOS Y SERVICIOS**

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

CURSO 2 019-2 020

**PROYECTO NÚMERO: 18-14**

**TIPO DE BUQUE:** *Bulkcarrier y Portacontenedores*

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** *Bureau Veritas, MARPOL, SOLAS.*

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** *40 000 TPM. Grano, mineral, carbón. 2 Pilas de contenedores / madera sobre las tapas de escotillas. Madera.*

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** *15 nudos en condiciones de servicio al 85% MCR y 15% de margen de mar. 12 000 millas a la velocidad de servicio.*

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** *Escotillas de accionamiento hidráulico. Con grúas carga-descarga.*

**PROPULSIÓN:** *Motor diésel acoplado a una hélice de paso fijo. LNG para operaciones en puerto.*

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** *20 personas.*

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** *Los habituales en este tipo de buques.*

Ferrol, 11 de marzo de 2019

ALUMNA: **D<sup>a</sup> Marta González García**

## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1.	CONTENIDO A DESARROLLAR EN EL PRESENTE CUADERNO .....	4
1.2.	PRESENTACIÓN.....	4
<b>2.</b>	<b>EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO .....</b>	<b>5</b>
2.1.	NÚMERO DE EQUIPO .....	5
2.1.1.	<i>Características del equipo</i> .....	5
2.2.	CAJA DE CADENAS .....	6
2.3.	ESCOBÉN .....	8
2.4.	MOLINETE .....	8
2.5.	CHIGRES DE AMARRE .....	9
<b>3.</b>	<b>SERVICIO DE SENTINAS.....</b>	<b>10</b>
3.1.	COLECTOR PRINCIPAL DE SENTINAS.....	10
3.2.	BOMBAS DE ACHIQUE DE SENTINAS .....	10
3.3.	SEPARADOR DE SENTINAS .....	11
<b>4.</b>	<b>SERVICIO DE CONTRAINCENDIOS.....</b>	<b>13</b>
4.1.	BOMBAS CONTRAINCENDIOS.....	13
4.1.1.	<i>Bombas contraincendios de emergencia</i> .....	13
4.1.2.	<i>Colector contraincendios</i> .....	14
4.2.	SISTEMA CONTRAINCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS .....	15
4.3.	EQUIPOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS .....	16
4.4.	SISTEMA DE CIERRE RÁPIDO DE LAS VÁLVULAS DE COMBUSTIBLE .....	16
4.5.	SISTEMA DE ALERTA DE PROTECCIÓN DEL BUQUE .....	16
4.6.	OTROS EQUIPOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS .....	16
4.6.1.	<i>Mamparos</i> .....	16
4.6.2.	<i>Bocas de incendio</i> .....	17
4.6.3.	<i>Extintores</i> .....	17
4.6.4.	<i>Equipo de bombero</i> .....	17
<b>5.</b>	<b>SERVICIO DE LASTRE.....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO .....</b>	<b>20</b>
6.1.	DISPOSITIVOS RADIOELÉCTRICOS DE SALVAMENTO.....	20
6.1.1.	<i>Comunicaciones interiores</i> .....	20
6.1.2.	<i>Comunicaciones exteriores</i> .....	20
6.2.	DISPOSITIVOS INDIVIDUALES DE SALVAMENTO .....	21
6.2.1.	<i>Aros salvavidas</i> .....	21
6.2.2.	<i>Chalecos salvavidas</i> .....	21
6.2.3.	<i>Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie</i> .....	21
6.3.	EMBARCACIONES DE SUPERVIVENCIA Y BOTES DE RESCATE .....	21
6.3.1.	<i>Embarcaciones de supervivencia</i> .....	21
6.3.2.	<i>Botes de rescate</i> .....	22
<b>7.</b>	<b>EQUIPOS NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>8.</b>	<b>LUCES DE NAVEGACIÓN Y PROYECTORES.....</b>	<b>24</b>
<b>9.</b>	<b>SISTEMAS DE VENTILACIÓN .....</b>	<b>25</b>

9.1.	VENTILACIÓN ZONA DE CARGA .....	25
9.2.	VENTILACIÓN EN LA ZONA DE ACOMODACIÓN.....	25
9.3.	VENTILACIÓN CÁMARA DE MÁQUINAS.....	27
<b>10.</b>	<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....</b>	<b>29</b>
<b>11.</b>	<b>CALEFACCIÓN TANQUES HFO .....</b>	<b>31</b>
<b>12.</b>	<b>SERVICIO SANITARIO .....</b>	<b>34</b>
12.1.	SERVICIO DE AGUA DULCE.....	34
12.1.1.	<i>Componentes del sistema</i> .....	34
12.1.2.	<i>Funcionamiento del sistema</i> .....	34
12.1.3.	<i>Generador de agua dulce</i> .....	34
12.1.4.	<i>Tanques almacén</i> .....	35
12.1.5.	<i>Bombas</i> .....	35
12.1.6.	<i>Tanques hidróforos</i> .....	36
12.1.7.	<i>Esterilizadora/Potabilizadora</i> .....	36
12.1.8.	<i>Calentadores</i> .....	36
12.1.9.	<i>Tratamiento de aguas residuales</i> .....	36
12.2.	TRATAMIENTO DE BASURAS .....	37
12.2.1.	<i>Componentes del sistema</i> .....	38
12.2.2.	<i>Descarga de basuras</i> .....	38
<b>13.</b>	<b>SISTEMAS CARGA/DESCARGA .....</b>	<b>39</b>
13.1.	GRÚAS .....	39
<b>14.</b>	<b>EQUIPOS DE ESTIBA .....</b>	<b>41</b>
14.1.	TAPAS DE ESCOTILLA .....	41
14.2.	TRINCAJE CONTENEDORES.....	42
14.3.	ESTIBA MADERA.....	43
<b>15.</b>	<b>EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y MANTENIMIENTO .....</b>	<b>44</b>
15.1.	EQUIPO DE IZADO AL EXTERIOR .....	44
15.2.	ESCALAS .....	44
15.3.	GRÚA CÁMARA DE MÁQUINAS .....	44
15.4.	OTROS SERVICIOS .....	45
15.4.1.	<i>Ascensor</i> .....	45
15.4.2.	<i>Montacargas</i> .....	45
15.4.3.	<i>Escotillas de acceso</i> .....	45
<b>16.</b>	<b>EQUIPO DE FONDA Y HOTEL .....</b>	<b>47</b>
16.1.	EQUIPOS DE COCINA Y CAFETERÍAS .....	47
16.1.1.	<i>Cocina</i> .....	47
16.1.2.	<i>Cafeterías</i> .....	47
16.2.	EQUIPOS DE GAMBUZA.....	48
16.2.1.	<i>Pañol del sello</i> .....	48
16.2.2.	<i>Gambuza seca</i> .....	48
16.2.3.	<i>Gambuza refrigerada</i> .....	48
16.3.	EQUIPO DE LAVANDERÍA.....	49
<b>ANEXO I</b> .....	<b>50</b>	

<b>ANEXO II</b> .....	<b>51</b>
<b>ANEXO III</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXO IV</b> .....	<b>53</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Contenido a desarrollar en el presente cuaderno

- Presentación. Introducción al cuaderno. Descripción de características generales del buque proyecto.
- Fondeo y amarre. Descripción del servicio. Cálculo del número de equipo, selección de equipamiento y definición y dimensionado de chigres y maquinillas de amarre y fondeo.
- Contraincendios. Descripción del servicio. Realización del esquema del mismo. Dimensionado detallado de conductos y bombas, incluyendo el cálculo de pérdidas de carga y utilizando los reglamentos aplicables.
- Salvamento. Descripción y selección de los equipos de salvamento necesarios para el buque proyecto, en función de su tipología y los reglamentos aplicables.
- Ventilación de la cámara de máquinas (UNE-EN-ISO 8847.2005). Cálculo detallado del servicio de ventilación de cámara de máquinas siguiendo la metodología propuesta en la norma.
- Aire acondicionado (UNE-EN-ISO 7547.2005).
- Generación de agua dulce (UNE-EN-ISO 15748-1 y 2). Cálculo detallado del servicio de generación de agua dulce siguiendo la metodología propuesta en la norma.
- Tratamiento de aguas residuales (UNE-EN-ISO 15749-1 a 4).
- Tratamiento de basuras.
- Lastre. Descripción del servicio. Realización del esquema del mismo. Dimensionado detallado de conductos y bombas, incluyendo el cálculo de pérdidas de carga y utilizando los reglamentos aplicables.
- Achique y sentinas. Descripción del servicio. Realización del esquema del mismo. Dimensionado detallado de conductos y bombas, incluyendo el cálculo de pérdidas de carga y utilizando los reglamentos aplicables.
- Los específicos del buque proyecto a desarrollar.

### 1.2. Presentación

El objetivo de este cuaderno será determinar todos los equipos y servicios que presenta nuestro buque.

Se presentan a continuación las características principales del buque:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		
<b>Eslora total</b>	176,50	m
<b>Eslora entre perpendiculares</b>	170,40	m
<b>Manga</b>	30,17	m
<b>Calado</b>	11,56	m
<b>Puntal</b>	17,14	m
<b>Peso muerto</b>	40 000,00	t
<b>Desplazamiento</b>	50 138,00	t

## 2. EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

El sistema de fondeo de un buque es el encargado de inmovilizarlo frente a la acción de las corrientes y del viento mediante el empleo de aparatos que unen el buque con el fondo marino. Así mismo, la función del sistema de amarre consistirá en la sustentación del buque con respecto a una estructura fija como puede ser un muelle.

A continuación, vamos a calcular todos los equipos que entrarán en funcionamiento a la hora de fondear o amarrar nuestro buque en puerto.

Emplearemos para este apartado una fórmula obtenida de la Sociedad de Clasificación y que nos define un número, denominado número de equipo, a raíz del cual podremos entrar en unas tablas y obtener distintas características del sistema de amarre y fondeo.

### 2.1. Número de equipo

Definido en la *parte B, capítulo 9, Sección 4 [1.2] de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas*.

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 \cdot h \cdot B + 0,1 \cdot A = 56\,806^{2/3} + 2 \cdot 23,18 \cdot 30,17 + 0,1 \cdot 1\,180 = 2\,994,41$$

Donde:

- $\Delta$ : Desplazamiento a la línea de carga de verano (t).
- $h$ : altura efectiva desde la línea de flotación de carga de verano a la parte superior de la caseta superior (m).
- $B$ : Manga de trazado (m).
- $A$ : Área del perfil del casco y las superestructuras por encima de la línea de flotación de carga de verano (m<sup>2</sup>).

#### 2.1.1. Características del equipo

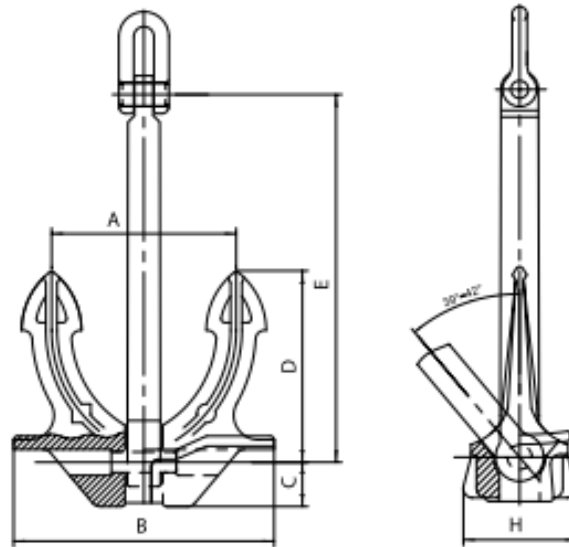
Entrando con el número de equipo obtenido en las tablas proporcionadas por la Sociedad de Clasificación (adjuntas como *Anexo I*), determinamos las características de fondeo y amarre de nuestro buque:

##### 2.1.1.1. Ancla

- Número de anclas: Tres (una de ellas de respeto).
- Masa: 8 700 kg/ancla.
- Longitud de la cadena: 632,5 m.
- Diámetro del eslabón: 84 mm de acero de alta resistencia.
- Largos de cadena: teniendo en cuenta que cada largo tiene una longitud de 27,5 m y que tenemos una longitud total de 632,5 m como se ha dicho anteriormente, tendremos un total de 23 largos de cadena. Dispondremos pues 12 a una banda y 11 a la otra.

Nuestro buque portará pues las tres anclas indicadas de la casa *Trillo* con una masa de 8 700 kg cada una. Se instalarán dos de ellas, con sus correspondientes quipos, una a babor y otra a estribor. La tercera, la de respeto, irá convenientemente

estibada en la cubierta del castillo de proa. Se adjunta como *Anexo II* las características específicas de nuestras anclas.



#### 2.1.1.2. Cable de remolque

- Longitud del cable: 260 m.
- Carga de rotura: 1 471 kN.

#### 2.1.1.3. Estachas

- Número de estachas: 6.
- Longitud de cada una: 200 m.
- Carga de rotura: 500 kN.

## 2.2. Caja de cadenas

Con objeto de estibar las cadenas de las anclas, se construirán debajo de cada molinete y a proa del mamparo de colisión, dos cajas de cadenas dispuestas una a cada banda del buque.

El volumen de la caja de cadenas se estimará mediante la siguiente fórmula:

$$V_1 = 0,082 \cdot l_1 \cdot d^2 \cdot 10^{-4} = 0,082 \cdot (27,5 \cdot 12) \cdot 84^2 \cdot 10^{-4} = 19,09 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,082 \cdot l_2 \cdot d^2 \cdot 10^{-4} = 0,082 \cdot (27,5 \cdot 11) \cdot 84^2 \cdot 10^{-4} = 17,50 \text{ m}^3$$

Donde:

- $l$ : longitud de la cadena (m).
- $d$ : diámetro de la cadena (mm).

El largo mínimo del lado de las cajas prismáticas recomendado será:

$$l \geq 25 \cdot d \geq 25 \cdot 84 = 2\,100 \text{ mm}$$

Donde:

- $l$ : lado de la caja de cuadernas (m).
- $d$ : diámetro de la cadena (mm).

Ya que una cadena contará con 12 largos y otra con 11, y ante la posibilidad de intercambiar las cadenas en algún momento del ciclo de vida del buque, se dimensionarán ambas con el mayor volumen calculado.

Este volumen se descompone en dos partes:

Por una parte, el volumen cónico de la zona superior ( $V_1$ ):

$$V_1 = \frac{h_2}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{0,29}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{2,1}{2}\right)^2 = 0,33 \text{ m}^3$$

Donde:

- $V_1$ : volumen cónico de zona superior ( $\text{m}^3$ ).
- $h_2$ : altura de la zona cónica de estiba (m).

$$h_2 = \frac{1}{2} \cdot \tan 30 = 0,29 \text{ m}$$

- $l$ : lado inferior de la caja de cadenas (m).

Por otra parte, el volumen de la zona interior, en la que se puede considerar que la cadena ocupa ya todo el volumen de la caja ( $V_2$ ):

$$V_2 = V - V_1 = 19,09 - 0,33 = 18,76 \approx 19 \text{ m}^3$$

La altura de la caja de cadenas se determina de la siguiente forma:

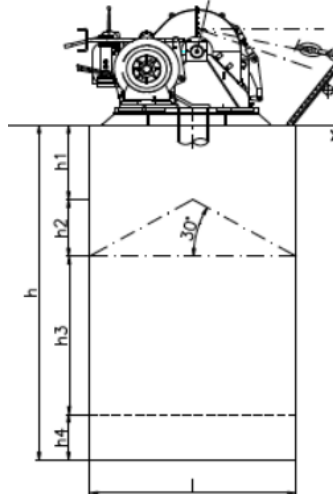
$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 2 + 0,29 + 2,6 + 0,7 = 5,6 \text{ m}$$

Donde:

- $h$ : Altura de la caja de cadenas (m).
- $h_1$ : Altura para caída de la cadena y acceso ( $1,5 \leq h_1 \leq 2,8 \text{ m}$ ).
- $h_2$ :  $h_2 = \frac{1}{2} \cdot \tan 30 = 0,29$
- $h_3$ : Para las cajas prismáticas y donde  $l_1$  y  $l_2$  son los lados de la base de la caja de cadenas (m).

$$h_3 = \frac{V_2}{l_1 \cdot l_2} = \frac{19}{2,5 \cdot 3} = 2,53 \text{ m}$$

- $h_4$ : Altura para drenaje de la cadena ( $0,6 \leq h_4 \leq 0,8 \text{ m}$ ).



### 2.3. Escobén

El diámetro del escobén se calculará de la manera que sigue teniendo que cuenta que el término  $d$  será el diámetro de la cadena.

$$D = [(100 - d) \cdot 0,03867 + 7,5] \cdot d = [(100 - 84) \cdot 0,03867 + 7,5] \cdot 84 = 682 \text{ mm}$$

### 2.4. Molinete

Para realizar el cálculo de la potencia de izado de la cadena y el ancla se tiene por costumbre suponer que es necesario izar tres o cuatro largos de cadena, además de la propia ancla, a una velocidad de entre 8 y 12  $m/min$

Por tanto, tenemos:

$$\begin{aligned} \sum F = \text{Peso} - \text{Empuje} &= (P_a + P_c) \cdot \left(1 - \frac{\rho_{ag}}{\rho_{ac}}\right) = (8\,700 + (4 \cdot 4\,334)) \cdot \left(1 - \frac{1,025}{7,82}\right) \\ &= 22\,624 \text{ kg} \end{aligned}$$

Donde:

- $P_a$ : Peso del ancla (kg).
- $P_c$ : Peso de los cuatro largos de cadena (kg). 4 334  $kg/largo$ .
- $\rho_{ag}$ : Densidad agua salada ( $t/m^3$ ).
- $\rho_{ac}$ : Densidad acero ( $t/m^3$ ).

Obtenemos entonces la potencia requerida para el izado mencionado aplicándole un 10% de margen:

$$P = \frac{\sum F \cdot V_1 \cdot f}{60 \cdot 75 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} \cdot 0,735 = \frac{22\,624 \cdot 10 \cdot 2}{60 \cdot 75 \cdot 0,6 \cdot 0,9} \cdot 0,735 \cdot 1,1 = 150,56 \text{ kW}$$

Donde:

- $V_1$ : Velocidad de izado (m/s).
- $f$ : Coeficiente de rozamiento de la cadena con el estopor y el escobén.
- $\eta_m$ : Rendimiento mecánico.

- $\eta_e$ : Rendimiento eléctrico.

Tras la realización de estos cálculos, se deciden instalar dos electrobombas de 150 kW.

## 2.5. Chigres de amarre

El buque contará con tres chigres de amarre, dos de ellos en popa y uno en proa.

Obtenemos la potencia necesaria de cada uno de ellos como sigue:

$$P = \frac{T \cdot V \cdot 10^3}{60 \cdot 75 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} \cdot 0,735 = \frac{20 \cdot 8 \cdot 10^3}{60 \cdot 75 \cdot 0,72 \cdot 0,9} \cdot 0,735 = 40,33 \text{ kW}$$

Donde:

- $T$ : Tracción (t).
- $V$ : velocidad de izado (m/min).
- $\eta_m$ : Rendimiento mecánico.
- $\eta_e$ : Rendimiento eléctrico.

### 3. SERVICIO DE SENTINAS

El objetivo del servicio de sentinas es achicar el agua alojada en compartimentos debido a filtraciones de diversas consideraciones. Debido a que el buque suele navegar con asiento de popa, las aspiraciones del servicio de achique se sitúan lo más a popa posible de los diferentes compartimentos.

El destino final de todas estas aguas aspiradas no es otro que el mar, siempre y cuando antes haya sido recolectada en el tanque de sentinas y tratada en el separador de sentinas.

Los espacios que tienen que disponer de sistema de achique son los que siguen:

- Cámara de máquinas.
- Local del servo.
- Caja de cadenas.
- Bodegas.

#### 3.1. Colector principal de sentinas

Es el encargado de recoger los achiques procedentes de todas las bodegas mediante las correspondientes bombas de achique.

Siendo el diámetro del colector principal de sentinas:

$$d = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)}[\text{m}] = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{170,4 \cdot (30,20 + 17,20)} = 176 \approx 200 \text{ mm}$$

Donde:

- $d$ : diámetro interior del colector principal, redondeado al diámetro estándar más cercano.
- $L$ : eslora del buque.
- $B$ : manga del buque.
- $D$ : puntal de trazada a la cubierta de compartimentado.

Recurriendo a los datos proporcionados por tuberías comerciales, adjunto como *Anexo III*, determinamos el diámetro interior oportuno:

- $\Phi_{nominal} = 200 \text{ mm}$
- $\Phi_{exterior} = 219,1 \text{ mm}$
- $Espesor = 8,18 \text{ mm}$

$$\Phi_{interior} = \Phi_{nominal} - Espesor = 219,1 - 8,18 = 210,92 \text{ mm}$$

#### 3.2. Bombas de achique de sentinas

Teniendo en cuenta que se establece una velocidad mínima del fluido de  $2 \text{ m/s}$ , obtendremos tanto el caudal como la potencia de la bomba de sentinas:

$$Q = \frac{5,66 \cdot d[\text{mm}]^2}{10^3} = \frac{5,66 \cdot 210,92^2}{10^3} = 251,79 \approx 255 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

- $d = \text{diámetro interior del colector principal} = \phi_{\text{interior}}$

Siguiendo el requerimiento, se instalarán dos bombas centrífugas con sistema de autocebado incorporado de  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  y una presión de  $2,7 \text{ bar}$ .

$$P = \frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot P_d [\text{m. c. a.}] \cdot \rho \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_e} = \frac{200 \cdot 27 \cdot 1\,000}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,71 \cdot 0,905} = 31,12 \text{ hp} \approx 23 \text{ kW}$$

Donde los rendimientos serán los correspondientes en las tablas que siguen:

BOMBAS DE HUSILLO		BOMBAS CENTRÍFUGAS	
CAUDAL ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	RENDIMIENTO	CAUDAL ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	RENDIMIENTO
>250	0.50	>500	0.77
200-250	0.49	300-500	0.75
125-200	0.48	100-300	0.71
60-125	0.47	30-100	0.65
30-60	0.46	2-30	0.60
10-30	0.45	<2	0.40
5-10	0.44		
1.5-5	0.42		
0.3-1.5	0.41		

POTENCIA EJE (C.V.)	RENDIMIENTO
>60	0.920
40-60	0.910
30-40	0.905
20-30	0.900
10-20	0.880
7.5-10	0.860
5-7.5	0.830
2-5	0.800
<2	0.730

El SOLAS establece que para buques de carga serán necesarias dos bombas del servicio de sentinas, adicionalmente, dispondremos una tercera bomba de emergencia con las mismas características.

### 3.3. Separador de sentinas

El MARPOL es el encargado de estipular que está totalmente prohibido descargar al mar aceites o combustibles, por lo que será necesario separar el agua para proceder al almacenaje en el tanque de lodos de los primeros (para su posterior recogida en las instalaciones adecuadas para ello en puerto), y a la descarga de la segunda.



Para tal fin es necesario instalar a bordo un sistema de separador de sentinas, el cual filtrará el agua de tal manera que sólo contenga menos de 15 partes por millón de hidrocarburos.

Nuestro buque contará con un equipo de la casa DETEGASA, concretamente el modelo OWSAN-5, el cual tiene una capacidad de 5 000 *litros/hora* y un consumo eléctrico de 3,75 *kW* con calentadores y 1,5 *kW* sin ellos.

Además, vendrá equipado con dos bombas de 1,1 *kW* cada una que bombearán el agua de sentinas después de ser tratada.



#### 4. SERVICIO DE CONTRAINCENDIOS

El *Capítulo II-2 del SOLAS* es el encargado de recoger la normativa referente a la prevención, detección y extinción de incendios.

##### 4.1. Bombas contraincendios

Podrán ser consideradas como bombas contraincendios las bombas sanitarias, las de sentina, las de servicios generales, así como las bombas de lastre siempre y cuando estas no se empleen asiduamente para el bombeo de combustible. De ser así, será imprescindible el cambio conveniente del dispositivo.

El *SOLAS* establece que para buques de carga serán necesarias dos bombas motorizadas, una de las cuales será de accionamiento independiente.

A su vez, en el *Capítulo II-2, parte C, regla 10, apartado 2.2.4.1* del presente convenio, se estipula que el caudal de las bombas de contraincendios no será inferior a  $\frac{2}{3}$  de la capacidad total de las bombas principales de achique, pero sin exceder los  $180 \text{ m}^3/\text{h}$ .

$$Q_{CI} = \min \left\{ \frac{2}{3} \cdot Q_{sentinas}; 180 \right\} = 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

Determinaremos, además, la capacidad mínima de una bomba establecida en el *Capítulo II-2, parte C, regla 10, apartado 2.2.4.2 del SOLAS*:

$$Q_{min} = 0,8 \cdot \frac{Q_T}{N} = 0,8 \cdot \frac{180}{2} = 72 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

- $Q_{min}$ : caudal mínimo de las bombas contraincendio ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).
- $Q_T$ : caudal total de las bombas de contraincendios, excluida la de emergencia ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).
- $N$ : número de bombas contraincendios, excluida la de emergencia.

Decidimos, pues, instalar bombas con las siguientes características:

BOMBAS CONTRAINCENDIOS			
Cantidad	2 (servicio + reserva)		
Tipo	Centrífuga		
Caudal	90	$\text{m}^3/\text{h}$	
Presión de descarga	75	m.c.a.	

Cada una de estas bombas consumirá la siguiente potencia:

$$P = \frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot P_d [\text{m. c. a.}] \cdot \rho \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = \frac{90 \cdot 75 \cdot 1\,000}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = 42,73 \text{ hp} \approx 31,50 \text{ kW}$$

Rendimientos obtenidos en las tablas de las bombas de achique de sentinas.

##### 4.1.1. Bombas contraincendios de emergencia

A raíz de lo dispuesto en la *Regla 10, apartado 2.2.3.1.2. del SOLAS*, los buques de carga deben estar provistos de un dispositivo auxiliar para contrarrestar el supuesto caso de que todas las bombas del sistema contraincendios queden inoperativas.

En lo referido a la ubicación de la misma a lo largo del buque, irá instalada en la proa.

$$Q_{min} = 0,4 \cdot Q_T = 0,4 \cdot 180 = 72 \text{ m}^3/h$$

- $Q_{min}$ : caudal mínimo de las bombas contraincendio ( $\text{m}^3/h$ ). Mínimo  $25 \text{ m}^3/h$ .
- $Q_T$ : caudal total de las bombas de contraincendios, excluida la de emergencia ( $\text{m}^3/h$ ).

BOMBAS CONTRAINCENDIOS DE EMERGENCIA		
Cantidad	1	
Tipo	Centrífuga	
Caudal	80	$\text{m}^3/h$
Presión de descarga	75	m.c.a.

La potencia consumida por esta bomba será la siguiente:

$$P = \frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot P_d [\text{m. c. a.}] \cdot \rho \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = \frac{80 \cdot 75 \cdot 1\,000}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = 37,98 \text{ hp} \approx 28 \text{ kW}$$

Rendimientos obtenidos en las tablas de las bombas de achique de sentinas.

#### 4.1.2. Colector contraincendios

Siguiendo lo establecido en el convenio SOLAS: “el diámetro del colector y de las tuberías contraincendios será suficiente para la distribución eficaz del caudal máximo de agua prescrito respecto de dos bombas contraincendios funcionando simultáneamente, salvo cuando se trate de buques de carga, en cuyo caso bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de  $140 \text{ m}^3/h$  de agua.”. Por tanto:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot 3}{\pi \cdot v \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \cdot 3\,600}} = \sqrt{\frac{140 \cdot 3}{\pi \cdot 5 \cdot 3\,600}} = 0,086 \text{ m} = 86,1 \text{ mm}$$

Obtendremos pues los diámetros interiores de las tuberías del colector del sistema de contraincendios necesarios para la distribución eficaz del caudal máximo proporcionado por las dos bombas trabajando simultáneamente.

Como podemos corroborar a continuación, se contará con colectores de sentinas y de contraincendios completamente idénticos.

$$d = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)} [\text{m}] = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{170,4 \cdot (30,20 + 17,20)} = 176 \approx 200 \text{ mm}$$

Donde:

- d: diámetro interior del colector principal, redondeado al diámetro estándar más cercano.
- L: eslora del buque.
- B: manga del buque.
- D: puntal de trazada a la cubierta de compartimentado.

Recurriendo a los datos proporcionados por tuberías comerciales, adjunto como *Anexo III*, determinamos el diámetro interior oportuno:

- $\varnothing_{nominal} = 200 \text{ mm}$
- $\varnothing_{exterior} = 219,1 \text{ mm}$
- $Espesor = 8,18 \text{ mm}$

$$\varnothing_{interior} = \varnothing_{nominal} - Espesor = 219,1 - 8,18 = 210,92 \text{ mm}$$

## 4.2. Sistema contraincendios en cámara de máquinas

Emplearemos el sistema de CO<sub>2</sub> como servicio contraincendios en la cámara de máquinas de nuestro buque.

Lo que hace este sistema es desplazar el oxígeno presente en la atmósfera debido a que el CO<sub>2</sub> es más pesado, por tanto, puede producir la asfixia de la tripulación en contacto.

Para el cálculo del sistema citado, nos basaremos en lo establecido en el *Capítulo II-2, Parte A, Regla 5.2.2. del SOLAS*, que obliga a: “disponer en cámara de máquinas la cantidad suficiente de CO<sub>2</sub> para liberar, como mínimo, el mayor de los siguientes volúmenes:

- *El 40% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor que quede 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.*
- *El 35% del volumen total del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.”*

Obtenemos el volumen de la cámara de máquinas y del guardacalor gracias al trabajo realizado en los cuadernos anteriores:

- $Volumen \text{ cámara de máquinas} = 6 \ 510 \text{ m}^3$
- $Volumen \text{ guardacalor} = 200 \text{ m}^3$

$$V_{CO_2} = \max\{0,4 \cdot 6 \ 510; 0,35 \cdot 6 \ 710\} = \max\{2 \ 604; 2 \ 348,5\} = 2 \ 604 \text{ m}^3$$

Por tanto, obtenemos el número de botellas necesarias para nuestro buque las cuales tendrán una presión de  $150 \text{ kg/m}^2$ .

$$n^{\circ} \text{ botellas} = \frac{V_{CO_2} [\text{m}^3]}{\gamma_{CO_2} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot P_{botella} [\text{kg}]} = \frac{2 \ 604}{0,56 \cdot 50} = 93 \text{ botellas}$$

Donde:

- $V_{CO_2}$ : volumen bruto del espacio a proteger.
- $\gamma_{CO_2}$ : Peso específico del  $CO_2$ .
- $P_{botella}$ : Peso de las botellas a instalar.

Las botellas de 50 *kg* tienen una altura aproximada de 1 *m* así como un diámetro cercano a los 230 *mm*. El local para su contención será del tamaño suficiente para situarlas horizontalmente. Además, éste se encontrará en la cubierta principal con acceso directo al exterior.

### **4.3. Equipos de detección de incendios**

Los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control de los buques de carga estarán protegidos con un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios y/o un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios.

Se instalarán, además, avisadores de accionamiento manual que cumplan lo dispuesto en el *Código de Sistemas de Seguridad contra Incendios*. En cada salida habrá un avisador de accionamiento manual, así como en los pasillos de cada cubierta.

El sistema de detección de incendios y de alarma contra incendios estará proyectado de tal manera, y los detectores dispuestos de tal modo, que pueda detectarse rápidamente todo incendio que se declare en cualquier parte de la cámara de máquinas, en todas las condiciones normales de funcionamiento de las máquinas y con las variaciones de ventilación que haga necesarias la posible gama de temperaturas ambiente.

### **4.4. Sistema de cierre rápido de las válvulas de combustible**

Como se estipula en el *SOLAS*, se dispondrá de los medios de control oportunos para detener los ventiladores de tiro forzado y tiro inducido, las bombas de trasiego de combustible líquido, las bombas de instalaciones de combustible, las bombas de suministro del aceite lubricante, las bombas de circulación de combustible caliente y los separadores de hidrocarburos.

### **4.5. Sistema de alerta de protección del buque**

Según lo establecido en el *capítulo XI-2, Regla 6*, el buque contará con un sistema de alerta de protección.

Una vez ese sistema sea activado, se procederá a transmitir, automáticamente, una alerta de protección buque-tierra a una autoridad competente designada por la Administración, que será la encargada de notificar la situación e iniciar los procedimientos necesarios para el posible auxilio del buque.

### **4.6. Otros equipos de extinción de incendios**

#### **4.6.1. Mamparos**

Hay que tener en cuenta, también, el sistema de protección frente a posibles incendios, por esto se dispondrán: en la zona de acomodación, mamparos y separadores resistentes al fuego de clase B y C; y en el puente de gobierno y la cocina, clase A-60.

#### **4.6.2. Bocas de incendio**

Las bocas de incendio equipadas (BIE) son elementos instalados para combatir los incendios de forma manual. A ellos se acoplarán las lanzas contra incendios con las que los operarios del buque combatirán el incendio.

Para la parte referente al sistema para la cubierta de carga, vamos a poner simplemente puntos para conectar mangueras y poder hacer una extinción manual.

Como estipula el *SOLAS Cap II-2*, cualquier punto de la cubierta tiene que ser alcanzado por dos chorros procedentes de bocas de incendio distintas. Además, nos dice que la longitud de las mangueras debe estar comprendida entre los 10 y los 25 metros.

Se incorporarán dos bocas de incendio en cada cubierta de la zona de habitación con mangueras de 20 *metros* y otras dos en la zona de los aparejos de amarre. En la cámara de máquinas llevaremos también dos bocas de incendio por cada cubierta.

El diámetro del colector será suficiente para la distribución eficaz de un caudal máximo requerido de 180  $m^3/h$ .

#### **4.6.3. Extintores**

Se dispondrá a lo largo del buque de extintores manuales de polvo, tanto para la zona de habitación como para la cámara de máquinas.

#### **4.6.4. Equipo de bombero**

Se instalarán a bordo dos equipos de bombero con emplazamientos muy distintos entre sí: uno a proa y otro a popa. El equipo de bombero comprenderá un equipo individual y un aparato respiratorio.

El equipo individual consta de:

- Indumentaria exterior de material impermeable.
- Botas de goma o de un material electroconductor.
- Un casco rígido que proteja los golpes.
- Lámpara eléctrica de seguridad (linterna de mano).
- Hacha con el mango provisto de aislamiento contra alta tensión.

El aparato respiratorio será de tipo autónomo accionado por aire comprimido, con cilindros de una capacidad de 1 200 *litros* de aire por lo menos.

Hay que tener en cuenta, también, el sistema de protección frente a posibles incendios, por esto se dispondrán: en la zona de acomodación, mamparos y separadores resistentes al fuego de clase B y C; y en el puente de gobierno y la cocina, clase A-60.

## 5. SERVICIO DE LASTRE

El sistema de lastre es el sistema que sirve para aumentar la estabilidad del buque cuando el buque navega sin carga o con poca carga.

El lastrado y deslastrado de buques supuso grandes problemas biológicos debido a que los buques transportaban aguas en sus tanques de lastre de unas zonas a otras y llevaban en ellas los microorganismos que, en algunos casos, acabaron por ser una especie invasiva en el ecosistema en el que fueron depositados. Por esta razón, ahora mismo existen restricciones en cuanto al lastrado y deslastrado y los buques deben llevar a bordo un sistema de tratamiento de las aguas de lastre que elimine los microorganismos tanto en el lastrado como en el deslastrado, evitando así los problemas antes mencionados.

Para comenzar, debemos recordar que en el *Cuaderno 4* determinamos que nuestro buque dispondría de la capacidad suficiente para una navegación en el mínimo desplazamiento (suponemos 7 metros de calado por portar el buque una hélice de 6,5 metros y existe la necesidad de que ésta vaya sumergida). Este volumen es aproximadamente de  $18\,900\text{ m}^3$ .

Sin embargo, por tratarse de un bulkcarrier, existe la posibilidad de inundar una de las bodegas centrales para conseguir el calado necesario. Es por esto que el volumen total de nuestros tanques de lastre será de, aproximadamente,  $12\,400\text{ m}^3$ .

El buque va a contar con 3 bombas centrífugas de lastre, una de ellas de reserva. De las dos que estarán normalmente activas, una debe ser accionada por el motor principal, siendo éste un requisito de la *Sociedad de Clasificación*. Además, llevará una bomba autocebante para poder realizar los achiques cuando las otras bombas no sean capaces de aspirar. Supondremos que las dos bombas centrífugas deslastrarán el 95% del total mientras que para la bomba de achique quedará un 5%.

El sistema de tuberías será en forma de anillo, de forma que, aunque coloquemos una bomba a cada banda para los tanques de cada banda, cualquiera de las bombas pueda lastrar o deslastrar todos los tanques.

Determinaremos pues, que el trabajo de lastrado/deslastrado debe ser realizado en, como máximo, 12 horas. Obtenemos así tanto el caudal como la potencia para dimensionar las bombas:

$$Q = \frac{V[\text{m}^3]}{t[\text{h}]} \cdot \frac{1}{N} = \frac{12\,400}{12} \cdot \frac{1}{2} = 516,6\text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

- $V$ : Volumen total de los tanques de agua de lastre ( $\text{m}^3$ ).
- $t$ : Tiempo máximo para realizar el trabajo (horas).
- $N$ : Número de bombas trabajando simultáneamente.

$$P = \frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot P_d [\text{m. c. a.}] \cdot \rho \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = \frac{516,6 \cdot 25 \cdot 1\,025}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,92 \cdot 0,77} = 69,21\text{ hp} \approx 51\text{ kW}$$

Nuestro buque llevará a bordo una planta de tratamiento de aguas de lastre de la casa *Panasio*, más concretamente el modelo *GloEn-Patrol™ GIII*, el cual ofrece una capacidad de tratamiento de  $1\,000\text{ m}^3/\text{h}$  con un consumo de potencia máximo de  $77\text{ kW}$ .

Model	Treatment Capacity	Power Consumption			Reduced by
		GloEn-Patrol™ I	GloEn-Patrol™ III		
			Min.	Max.	
P1000	1,000 m <sup>3</sup> /hr	120kW	56kW	77kW	36%
P1200	1,200 m <sup>3</sup> /hr	160kW	65kW	90kW	44%
P1500	1,500 m <sup>3</sup> /hr	174kW	80kW	110kW	37%
P2000	2,000 m <sup>3</sup> /hr	240kW	113kW	155kW	35%
P2500	2,500 m <sup>3</sup> /hr	320kW	131kW	180kW	44%
P3000	3,000 m <sup>3</sup> /hr	360kW	164kW	225kW	38%



## 6. DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

Para este apartado seguiremos las recomendaciones que nos ofrece SOLAS en su *capítulo III* y mencionaremos los requisitos establecidos para una eficaz evacuación y salvamento de la tripulación.

Como se establece en los cuadernos previos, la tripulación está compuesta por las 20 personas que se presentan a continuación:

TRIPULACIÓN							
PUENTE		SALA DE MÁQUINAS		CUBIERTA		COCINA	
Capitán	1	Jefe de máquinas	1	Contra maestre	1	Cocinero	1
Oficiales	3	Oficiales	3	Marineros	3	Camarero	1
		Engrasador	1	Bombero	1	Marmitón	1
		Electricista	1	Mozos	2		

Tenemos que tener en cuenta que existe la posibilidad de que el buque esté en proceso de ofrecer prácticas a dos alumnos externos a la tripulación. Es por eso que se basarán todos los dispositivos de salvamento en un número total de 22 personas.

### 6.1. Dispositivos radioeléctricos de salvamento

#### 6.1.1. Comunicaciones interiores

El equipo de comunicaciones interiores estará compuesto por los siguientes aparatos:

- Pulsadores luminosos en las gambuzas frigoríficas con actuación sobre alarmas ópticas y acústicas dispuestas en la cocina.
- Un teléfono de órdenes en puente y cámara de máquinas.
- Un sistema de interfonos de cubierta con unidades en el puente de mando y en las zonas de fondeo y amarre de proa y popa.
- Un sistema automático de doce teléfonos que enlazará el puente de gobierno con algunos espacios tales como cámara de máquinas, despacho del capitán, despacho del jefe de máquinas, local del servomotor, cocina, etc.
- Un sistema de órdenes generales con altavoces en zonas de paso, habilitación, cubierta y cámara de máquinas.
- Un claxon asociado al teléfono en cámara de máquinas.
- Tres equipos de comunicaciones UHF de tipo “walkie-talkie” para la comunicación con las áreas de manejo de la carga.
- Un sistema de comunicaciones de abordaje. Éste deberá ser un equipo fijo o portátil que permita comunicaciones bidireccionales entre puntos estratégicos a bordo.
- Un sistema de alarma, el cual servirá para convocar a los tripulantes en los puestos de reunión por lo que contará con un equipo megafónico que deberá ser audible en todos los espacios de alojamiento y trabajo de la tripulación.

#### 6.1.2. Comunicaciones exteriores

Se dispondrán a bordo los equipos necesarios para que el buque sea capaz de comunicarse con el exterior (bien con tierra como con otros buques).

- Tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas.
- Dos respondedores de radar, uno a cada banda. Éstos deberán ir colocados en lugares desde los que se puedan colocar rápidamente en cualquier embarcación de supervivencia.
- Doce, por lo menos, cohetes lanzabengalas con paracaídas, estibados en el puente o cerca de éste.
- Un equipo de comunicación vía satélite.

## **6.2. Dispositivos individuales de salvamento**

En este apartado se sigue lo prescrito en la *Regla 32, capítulo III, parte B, sección III del SOLAS*:

### **6.2.1. Aros salvavidas**

Irán distribuidos de modo que estén fácilmente disponibles a ambas bandas del buque y, en la medida de lo posible, en todas las cubiertas expuestas que se extiendan hasta el costado del buque, habrá, por lo menos, uno en las proximidades de popa. Además, irán estibados de forma que sea posible soltarlos y no estén sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente.

A cada banda del buque habrá, por lo menos; un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante; la mitad del total de los aros estarán provistos de luces de prendido automático; y dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automático.

Se instalarán 20 aros (SOLAS exige 12 para buques de eslora entre 150 y 200 m) debido a la posibilidad de que, por cualquier razón, se pueda perder alguno o se necesiten más.

### **6.2.2. Chalecos salvavidas**

SOLAS exige que para cada una de las personas que vayan a bordo deba haber un chaleco salvavidas. A pesar de que nuestro buque lleva 22 posibles tripulantes, nosotros llevaremos 30 chalecos a bordo.

### **6.2.3. Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie**

El SOLAS nos dice que, si el buque lleva bote salvavidas de caída libre, no será necesario llevar tales trajes de inmersión, aun así, se designará una cuadrilla encargada del sistema de evacuación marino formada por 5 tripulantes. Es por eso que se le asignará un traje de inmersión de la talla adecuada a cada uno de los integrantes de dicha cuadrilla.

## **6.3. Embarcaciones de supervivencia y botes de rescate**

### **6.3.1. Embarcaciones de supervivencia**

Según lo establecido en la *Regla 31.1, capítulo III, parte B, sección III del SOLAS*, el buque contará con un bote salvavidas de caída libre que cumpla con lo prescrito en

la sección 4.7 del Código cuya capacidad baste para dar cabida a las 22 personas que pueden ir a bordo. Éste irá situado en la parte de popa del buque.

La balsa de caída libre de nuestro buque será de la casa Viking modelo GES-21 con capacidad para 26 personas y sus características se adjuntan como Anexo IV.



Además, se dispondrán tres balsas salvavidas inflables, dos de ellas (una a cada banda) en la cubierta A de la habitación y otra más en proa y cuya capacidad baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo.

Al igual que el bote de caída libre, las balsas salvavidas serán de la casa Viking, concretamente el modelo DK+ con capacidad para 12 personas.



### 6.3.2. Botes de rescate

Tal y como se especifica en la Regla 31.2 del capítulo III, parte B, sección III del SOLAS, es obligatorio que los buques de carga lleven al menos un bote de rescate, sin embargo, se considerará como tal el bote salvavidas de caída libre, que cumplirá todas las condiciones exigidas por los botes de rescate.

## 7. EQUIPOS NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

El contenido de este apartado viene contenido en los *capítulos IV y V del SOLAS*.

El buque deberá contar con los siguientes sistemas de navegación:

- Un compás magistral magnético, y otro de respeto, debidamente compensado para determinar el rumbo del buque y presentar los datos visualmente en el puesto principal de gobierno.
- Un taxímetro o dispositivo de marcación de compás para obtener demoras en un arco de horizonte de 360°.
- Medios para corregir y obtener el rumbo y la demora verdaderos.
- Cartas y publicaciones náuticas para planificar y presentar visualmente la derrota del buque para el viaje previsto. Se acepta el sistema de cartas informáticas SIVCE.
- Un receptor para el sistema mundial de navegación por satélite, un sistema de radionavegación terrenal u otro medio adecuado que puedan utilizarse en todo momento para determinar la situación del buque automáticamente.
- Un teléfono u otro medio para comunicar información sobre el rumbo al puesto de gobierno en emergencia.
- Un ecosonda u otro medio electrónico para medir y presentar visualmente la profundidad del agua.
- Un radar de 9 GHz para determinar y presentar visualmente la distancia y la demora de los respondedores de búsqueda y salvamento y de otras embarcaciones y artefactos de superficie.
- Una ayuda de punteo electrónica para trazar la distancia y demora de los blancos a fin de determinar el riesgo de abordaje.
- Un dispositivo medidor de la velocidad y la distancia con el agua.
- Un dispositivo transmisor del rumbo debidamente ajustado.

Además, el buque deberá ir provisto de los siguientes sistemas de comunicaciones debidamente situados de manera que no sufran interferencias y sean de fácil acceso:

- Una instalación radioeléctrica de ondas métricas que pueda transmitir y recibir mediante LSD en la frecuencia de 156,525 MHz y mediante radiotelefonía en las frecuencias de 156,300, 156,650 y 156,800 MHz.
- Una instalación radioeléctrica que pueda mantener una escucha continua de LSD en la frecuencia de 156,525 MHz.
- Un respondedor de radar que pueda funcionar en la banda de 9 GHz.
- Un receptor que pueda recibir las transmisiones del servicio NAVTEX o INMARSAT, dependiendo qué servicio cubra las zonas de navegación del buque.

Habrà, por lo menos, dos medios independientes para la transmisión de órdenes desde el puente de navegación hasta el puesto situado en el espacio de máquinas o en la cámara de mando de máquinas desde el cual se gobiernen normalmente éstas.

## 8. LUCES DE NAVEGACIÓN Y PROYECTORES

El buque contará con las siguientes luces de navegación:

- Luz del palo de proa.
- Luz del palo de popa.
- Luz de babor (roja).
- Luz de estribor (verde).
- Luz de fondeo: dos luces situadas en el palo de proa.

Además, dispondrá de los siguientes proyectores:

- Dos proyectores para alumbrado de la zona de maniobras de amarre en proa.
- Dos proyectores para alumbrado de la zona de maniobras de amarre en popa.
- Un proyector a cada banda del buque para alumbrado de los accesos al mismo.
- Un proyector a cada banda del buque para alumbrado de la zona de botes.

## 9. SISTEMAS DE VENTILACIÓN

### 9.1. Ventilación zona de carga

Nuestro buque proyecto irá provisto de cuatro manguerotes de ventilación por bodega, dos a proa y otros dos a popa de cada bodega.

En lugar de contar con un sistema de ventilación mecánica o forzada, ésta será natural, por lo que la circulación de aire se realizará orientando convenientemente los manguerotes abiertos a la atmósfera, de manera que entre aire fresco del exterior el cual será el encargado de diluir el aire de la bodega y salir de nuevo al exterior arrastrando la humedad, los gases, así como los olores.

### 9.2. Ventilación en la zona de acomodación

La relación de espacios considerados en la zona de acomodación a la hora de realizar los cálculos correspondientes son los que siguen:

Local	Cantidad	Ubicación
Gimnasio	1	Cta ppal
Lavandería	1	Cta ppal
Aseo	3	Cta ppal
Vestuarios	1	Cta ppal
Local ropa	1	Cta ppal
Pañol contra maestre	2	Cta ppal
Pañol maniobra	2	Cta ppal
Pañol máquinas	1	Cta ppal
Pañol bombero	1	Cta ppal
Pañol pinturas	1	Cta ppal
Taller	1	Cta ppal
Cafetería marinería	1	Cta toldilla
Cafetería oficiales	1	Cta toldilla
Cocina	1	Cta toldilla
Aseo	2	Cta toldilla
Enfermería	1	Cta 01
Baños	9	Cta 01
Lavandería	1	Cta 01
Baños	8	Cta 02
Lavandería	1	Cta 02
Baños	6	Cta 03
Lavandería	1	Cta 03
Aseo	1	Puente
Sala baterías	1	Puente

La ventilación se realiza de modo que en el local se introduce aire procedente del exterior en cantidad suficiente para renovar el aire existente y se extrae el aire viciado mediante extractores, en caso de ventilación forzada.

El buque incorpora un sistema de ventilación mecánica para los pañoles, cafeterías y la cocina, mientras que en el resto de los espacios existe una ventilación natural gracias a las rejillas incorporadas en mamparos y puertas. En el caso de la enfermería, la exhaustación se realizará directamente a la atmósfera.

Calcularemos la potencia necesaria para cada grupo ventilador, los cuales pueden ser de impulsión o extracción y centrífugos o axiales, gracias al volumen de cada estancia, así como al número de renovaciones a la hora que requiere dicha estancia, siguiendo la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \left[ \frac{m^3}{h} \right] \cdot P[m. c. a.]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} \cdot 0,735$$

Donde:

- $P$ : potencia de cada ventilador en función de la estancia.
- $Q$ : caudal de aire contenido en cada estancia.
- $P$ : presión (40 m.c.a.)
- $\eta_m$ : rendimiento mecánico (0,6).
- $\eta_e$ : rendimiento eléctrico (0,85).

Local	Cantidad	Volumen unitario (m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	renov/hora	Q (m <sup>3</sup> /h)	Pot (kW)
Gimnasio	1	153	153	25	3 825	0,82
Lavandería	1	104	104	20	2 080	0,44
Aseo	3	11	34	12	408	0,09
Vestuarios	1	92	92	12	1 104	0,24
Local ropa	1	87	87	12	1 044	0,22
Pañol contramaestre	2	137,5	275	10	2 750	0,59
Pañol maniobra	2	99	293	10	2 930	0,63
Pañol máquinas	1	99	99	10	990	0,21
Pañol bombero	1	79	79	10	790	0,17
Pañol pinturas	1	46	46	12	1 644	0,35
Taller	1	66	66	10	660	0,14
Cafetería marinería	1	66	66	10	660	0,14
Cafetería oficiales	1	52	52	10	520	0,11
Cocina	1	218	218	40	8 720	1,86
Aseo	2	12	24	12	288	0,06
Enfermería	1	74	74	12	888	0,19
Baños	9	11	101	12	1 212	0,26
Lavandería	1	45	45	20	900	0,19
Baños	8	11	90	12	1 080	0,23
Lavandería	1	45	45	20	900	0,19
Baños	6	11	68	12	816	0,17
Lavandería	1	45	45	20	900	0,19
Aseo	1	9	9	12	108	0,02

Sala baterías	1	9	9	10	90	0,02
<b>TOTAL VENTILACIÓN</b>					<b>35 307 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>7,54 kW</b>

### 9.3. Ventilación cámara de máquinas

Según estipula el *SOLAS Parte C Regla 35*, los espacios de máquinas estarán ventilados con miras a asegurar que cuando las máquinas o las calderas en ellos ubicadas estén funcionando a plena potencia en todas las condiciones meteorológicas, siga llegando a dichos espacios aire suficiente para la seguridad y el confort del personal y el funcionamiento de las máquinas.

Para realizar este cálculo necesitamos partir del volumen de aire existente dentro de la cámara de máquinas, para tal fin, descontaremos el espacio ocupado por los tanques y aplicaremos un 85% de permeabilidad para tener en cuenta el volumen ocupado por bombas, tuberías, motores, etc, al volumen bruto de la cámara de máquinas.

$$V_{CMM} = V_{cmm-tanques} \cdot 98\% = 6\,510 \cdot 98\% = 6\,380 \text{ m}^3$$

Donde:

- $V_{CMM-tanques}$ : Volumen de la cámara de máquinas ya restado el volumen ocupado por los diversos tanques.

Además, se tendrá en cuenta el consumo de aire del motor, ya que supondrá un aumento del caudal de aire necesario.

$$Consumo = \frac{P_{dp}[kW] \cdot m_{ad}[kg/kW \cdot s]}{\rho[kg/m^3]} = \frac{11\,750 \cdot 0,002}{1,13} = 21 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 75\,600 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

- $P_{dp}$ : potencia normalizada de servicio del motor.
- $m_{ad}$ : aire necesario para la combustión del motor.
- $\rho$ : densidad del aire a 35 °C, que son las condiciones ambiente.

Teniendo en cuenta un número de 30 renovaciones por hora, obtendremos finalmente el caudal total:

$$Q = \left( V_{CMM}[\text{m}^3] \cdot \frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}} \right) + Consumo \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] = (6\,380 \cdot 30) + 75\,600 \\ = 267\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Además, estimaremos el consumo de aire de los diesel generadores en torno al 10% del motor principal, esto es, rondando los 7 650 m<sup>3</sup>/h. Consideraremos, por tanto, un caudal total de aire de 280 000 m<sup>3</sup>/h.



La ventilación de la cámara de máquinas se realizará por medio de cuatro ventiladores de impulsión ( $70\,000\text{ m}^3/h$  cada uno) reversibles accionados por motores eléctricos de las siguientes características.

$$P = 4 \cdot \frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot P[\text{m. c. a.}]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} \cdot 0,735 = 4 \cdot \frac{70\,000 \cdot 40}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,6 \cdot 0,9} \cdot 0,735 = 56,47\text{ kW}$$

La extracción será realizada por medio de ventiladores de extracción reversibles, accionados por motores eléctricos. Para asegurar la extracción del 80% del aire total ( $224\,000\text{ m}^3/h$ ), se instalarán cuatro extractores de  $56\,000\text{ m}^3/h$ .

$$P = 4 \cdot \frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot P[\text{m. c. a.}]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta_m \cdot \eta_e} \cdot 0,735 = 4 \cdot \frac{56\,000 \cdot 40}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,6 \cdot 0,9} \cdot 0,735 = 45,16\text{ kW}$$

El aire restante será evacuado a través de las rejillas instaladas en la zona trasera de la estructura.

## 10. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El aire acondicionado es un tipo de tratamiento del aire mediante el cual, la temperatura, la humedad, la ventilación y la limpieza están controladas dentro de los límites prescritos para el espacio a acondicionar. Estos espacios son aquellos destinados a alojamientos.

El sistema se debe diseñar entorno a las condiciones de aire dispuestos en la siguiente tabla, que dé el valor más alto de flujo de aire a suministrar.

	Aire exterior	Aire interior
<b>Temperatura y humedad en verano</b>	+35 °C y 70 %	+27 °C y 50 %
<b>Temperatura en invierno</b>	-20 °C	+22 °C

En cuanto al sistema de extracción del hospital (enfermería en nuestro caso) y aseos, lavanderías y gambuzas, éste debe desembocar directamente al aire libre, y no se debe utilizar para recirculación.

El sistema de aire acondicionado que se instalará a bordo es un sistema de doble conducto puesto que es más sencillo y económico que los de tipo conducto simple, permitiendo un buen control de los espacios individuales debido a que cada local tiene un regulador de temperatura.

La regulación de la temperatura se consigue mezclando aire de los dos conductos. A través de un conducto circula aire caliente y por el otro circula aire frío. La mezcla se realiza de forma automática a través de las válvulas de control termostático, las cuales descargan un volumen de aire constante y con niveles de ruido reducido.

A continuación, se muestra la relación de espacios considerados para calefactar, así como la potencia total necesaria para tal fin:

Local	Cant	Ubicación	Volumen unitario (m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	renov/hora	Q (m <sup>3</sup> /h)	Pot (kW)
Oficina	1	Cta ppal	62	62	10	620	0,13
Gimnasio	1	Cta ppal	153	153	25	3 825	0,82
Vestuarios	1	Cta ppal	92	92	20	1 840	0,39
Local ropa de agua	1	Cta ppal	87	87	20	1 740	0,37
Taller	1	Cta ppal	66	66	10	660	0,14
Gambuza seca	1	Cta ppal	116	116	15	1 740	0,37
Lavandería	1	Cta ppal	105	105	10	1 050	0,22
Aseos	3	Cta ppal	9	27	12	324	0,07
Cocina	1	Cta toldilla	218	218	15	3 270	0,70
Sala fumadores	1	Cta toldilla	116	116	15	1 740	0,37
Cine	2	Cta toldilla	58	116	10	1 160	0,25
Cafetería marinería + oficiales	1	Cta toldilla	118	118	10	1 180	0,25
Comedor + sala estar marinería	1	Cta toldilla	226	226	20	4 520	0,97

<b>Comedor + sala estar oficiales</b>	1	Cta toldilla	200	200	20	4 000	0,85
<b>Aseos</b>	2	Cta toldilla	12	24	12	288	0,06
<b>Enfermería</b>	1	Cta 01	72	72	15	1 080	0,23
<b>Lavandería</b>	1	Cta 01	45	45	10	450	0,10
<b>Sala estar</b>	1	Cta 01	82	82	10	820	0,18
<b>Camarotes</b>	8	Cta 01	39	312	10	3 120	0,67
<b>Baños</b>	9	Cta 01	12	102	12	1 224	0,26
<b>Lavandería</b>	1	Cta 02	45	45	10	450	0,10
<b>Camarotes</b>	8	Cta 02	45	360	10	3 600	0,77
<b>Despachos</b>	2	Cta 02	53	105	10	1 050	0,22
<b>Baños</b>	8	Cta 02	12	90	12	1 080	0,23
<b>Lavandería</b>	1	Cta 03	45	45	10	450	0,10
<b>Sala juntas</b>	1	Cta 03	83	83	10	830	0,18
<b>Camarotes</b>	6	Cta 03	48	288	10	2 880	0,61
<b>Despachos</b>	3	Cta 03	60	180	10	1 800	0,38
<b>Baños</b>	6	Cta 03	12	68	12	816	0,17
<b>Puente gobierto</b>	1	Puente	525	525	10	5 250	1,12
<b>Camarotes</b>	1	Puente	27	27	10	270	0,06
<b>Aseos</b>	1	Puente	9	9	12	108	0,02
<b>Equipo navegación</b>	1	Puente	27	27	10	270	0,06
<b>TOTAL AIRE ACONDICIONADO</b>						<b>53 505 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>11,42 kW</b>

## 11. CALEFACCIÓN TANQUES HFO

La particularidad que presenta el HFO (*Heavy Fuel Oil*) es que necesita una determinada temperatura para conseguir la viscosidad adecuada para fluir. Es por esto que será necesaria la instalación de un sistema de calentadores para los tanques contenedores de HFO.

Debido a que nuestro buque lleva el HFO contenido en las cuatro tolvas superiores de popa (correspondientes con las bodegas 4 y 5), éstas presentan una capacidad simétrica, por lo que únicamente estimaremos el cálculo de calentadores para los tanques de una banda y multiplicaremos por dos.

Para cubrir esta necesidad, emplearemos el vapor obtenido de dos formas distintas según la situación:

- En navegación: aprovechamos los gases de exhaustación mediante un economizador en la chimenea.
- En puerto: mediante una planta generadora de vapor, caldera mixta, que será la encargada de calentar la zona de habilitación también.

Para el cálculo del calor necesario para llevar la temperatura de la masa contenida en un tanque desde un valor inicial hasta otro, podemos utilizar la siguiente expresión:

$$Q = \rho \left[ \frac{kg}{m^3} \right] \cdot V [m^3] \cdot c \left[ \frac{kcal}{kg} \cdot ^\circ C \right] \cdot \Delta T [^\circ C]$$

Donde:

- $\rho$ : peso específico del líquido contenido.
- $V$ : Volumen del tanque.
- $c$ : Calor específico del líquido.
- $\Delta T$ : Incremento de temperatura que se pretende conseguir.

	Volumen (m3)	Densidad (kg/m3)	C (kcal/kg°C)	T1 (°C)	T2 (°C)	Q (kcal)
<b>TANQUE B5</b>	410	980	0,45	45	10	6 328 350,00
<b>TANQUE B4</b>	415	980	0,45	45	10	6 405 525,00

$$Q = 6\,328\,350 \cdot 2 + 6\,405\,525 \cdot 2 = 25\,467\,750,00 \text{ kcal}$$

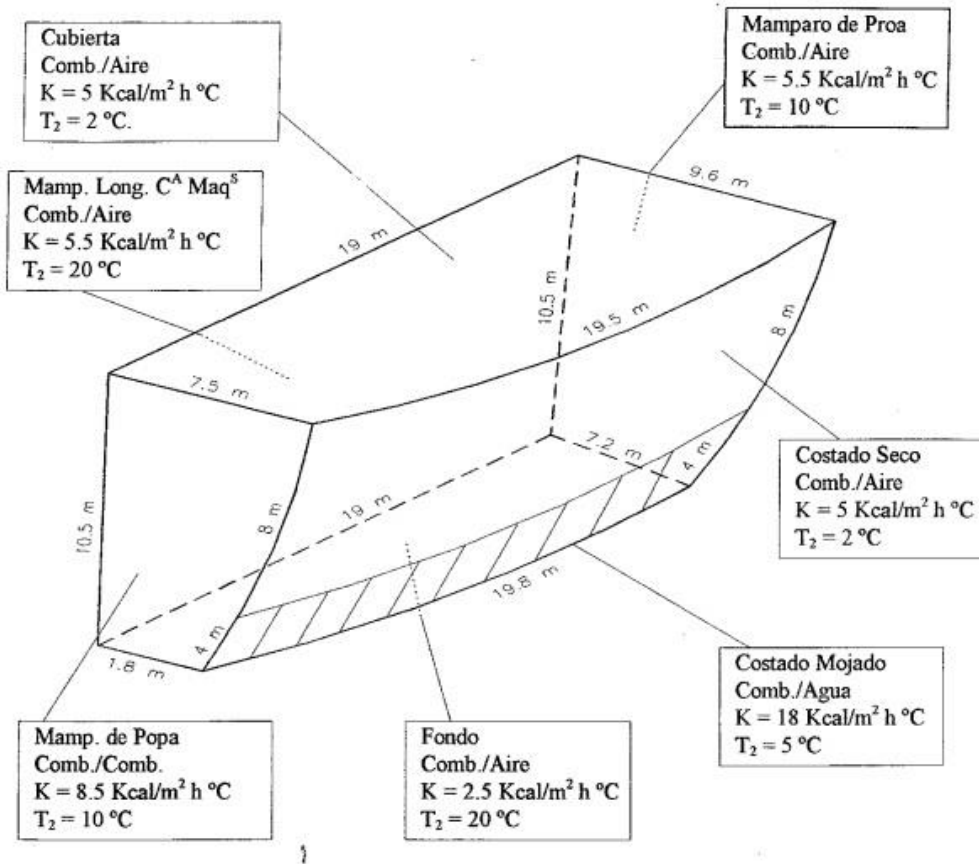
Para el cálculo de las pérdidas de calor en el tanque:

$$P = \sum K_i [kcal/m^2 \cdot ^\circ C \cdot h] \cdot S_i \cdot \Delta T [^\circ C]$$

Donde:

- $k$ : Coeficiente de transmisión de calor de cada pared.
- $S$ : Superficie de la pared por donde se producen las pérdidas.
- $\Delta T$ : Incremento de temperatura.

**CALEFACCION TANQUE ALMACEN DE F.O. ( MANTENIMIENTO  
 TEMPERATURA  $T_1 = 45\text{ }^\circ\text{C}$  )**



TANQUE B5					
Mamparos	Superficie (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> ·h·°C)	T1 (°C)	T2 (°C)	P (kcal/h)
Bodega	209,44	5	45	2	45 029,60
Vacío	118,048	5	45	2	25 380,32
Cubierta	157,76	5	45	2	33 918,40
CMM	15,515	5,5	45	20	2 133,31
Tanque B4	15,515	8,5	45	10	4 615,71
					<b>111 077,35</b>

TANQUE B4					
Mamparos	Superficie (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> ·h·°C)	T1 (°C)	T2 (°C)	P (kcal/h)
Bodega	203,28	5	45	2	43 705,20
Vacío	114,576	5	45	2	24 633,84
Cubierta	153,12	5	45	2	32 920,80
Tanque B5	15,515	8,5	45	10	4 615,71
Lastre	15,515	18	45	5	11 170,80
					<b>117 046,35</b>

$$P = 111\,077,35 \cdot 2 + 117\,046,35 \cdot 2 = 456\,247,4\text{ kcal/h}$$

Obtenemos ahora la cantidad de vapor necesaria:

$$\begin{aligned} \text{Consumo de vapor} &= \frac{P[\text{kcal/h}]}{\varepsilon_{\text{vapor}}[\text{kcal/kg}] - \varepsilon_{\text{condensado}}[\text{kcal/kg}]} = \frac{456\,247,4}{(660 - 152)} \\ &= 898,12 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

Donde:

- $\varepsilon_{\text{vapor}}$ : Entalpía del vapor (165 °C).
- $\varepsilon_{\text{condensado}}$ : Entalpía condensado (150 °C).

El consumo de vapor derivado del calentamiento de los tanques en 24 horas se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$qV = \frac{Q[\text{kcal}]}{r \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right] \cdot t[\text{h}]} = \frac{25\,467\,750}{494,2 \cdot 24} = 2\,147,220 \text{ kg/h}$$

Donde:

- $r$ : Calor latente de vaporización (para vapor saturado seco a  $6,5 \text{ kg/cm}^2$ ).
- $t$ : Tiempo necesario para el calentamiento.

Obtenemos entonces el calor final necesario para calentar todo el combustible:

$$Q_{\text{TOTAL}} = \text{Consumo de vapor} + qV = 898,12 + 2\,147,220 = 3\,045,34 \text{ kg/h}$$

## 12. SERVICIO SANITARIO

### 12.1. Servicio de agua dulce

Para comenzar tendremos que definir como agua dulce aquella destinada en origen para el consumo humano (potable) pero utilizada también con fines técnicos y para necesidades higiénicas sanitarias.

El sistema de suministro de agua potable incluye todas las instalaciones, tuberías y aparatos que sirvan para transferir, almacenar, tratar, transportar o dispensar el agua potable.

#### 12.1.1. Componentes del sistema

- Generadores de agua dulce.
- Tanques almacén.
- Bombas de suministro y circulación.
- Tanques hidróforos.
- Potabilizadoras/esterilizadoras.
- Calentadores.
- Consumidores.
- Planta de tratamiento de aguas sucias.

#### 12.1.2. Funcionamiento del sistema

El sistema funciona de la siguiente manera: desde la caja o toma de mar se introduce el agua salada al sistema hacia el generador de agua potable. Una vez tratada el agua, esta se dirige al tanque de almacenaje. Desde el tanque, se hace circular el agua mediante unas bombas de circulación hacia el tanque de presión (tanque hidróforo) que elevará la presión del agua acorde con los requisitos del sistema dirigiendo el agua hacia un proceso de esterilización, proceso tras el cual el agua fría se puede bombear al sistema de circulación de agua fría para distintos usos en las cubiertas (aseos, duchas, etc) o se bombea hacia un calentador de agua cuyo cometido es elevar la temperatura del agua potable y dirigirla posteriormente hacia las cubiertas en donde se requiera su uso, igual que se hizo con el agua fría. Ambas líneas de suministro de agua (tanto la fría como la caliente) se recirculan mediante una serie de bombas de circulación hacia el proceso de esterilización para volver a iniciar el proceso.

#### 12.1.3. Generador de agua dulce

Como ya se viene haciendo desde cuadernos anteriores, se estima un consumo de 220 litros/día por persona. Por tanto, y teniendo en cuenta el agua técnica, obtendremos los litros por hora que serán necesarios generar.

$$\frac{\text{litros}}{\text{hora}} = \frac{220 \frac{\text{litros}}{\text{día}}}{\text{persona}} \cdot \frac{20 \text{ personas}}{24 \text{ horas}} \cdot 10\% = 200 \text{ litros/hora}$$

La generación de agua dulce se realizará mediante un sistema de osmosis de la empresa *nTorreiro*, concretamente el modelo de *Osmomar®* que se muestra a continuación:

OM-01	Producción L/día	Tipo de Membranas		Bomba AP	Dimensiones			Consumo (kw)	Peso (kg)
		2540	4040		L (mm)	B (mm)	H (mm)		
OM-01-04	4000	1	1	CAT 5CP	1510	525	622	4,55	98
OM-01-05	5000 - 6000	1	1	CAT 5CP	1510	525	622	4,55	100
OM-01-06	7000 - 8000	2	1	CAT 5CP	1510	525	622	4,55	108
OM-01-07	7000 - 8000	2	1	CAT 5CP	1510	525	622	4,55	107
OM-01-08	8000 - 10000	3	1	CAT 5CP	1510	525	622	4,55	113



#### 12.1.4. Tanques almacén

Como está descrito y calculado en cuadernos anteriores, nuestro buque cuenta con tres tanques almacén, ubicados en la parte superior de popa de la cámara de máquinas: dos para agua dulce y uno menor para agua técnica.

#### 12.1.5. Bombas

Será necesaria la instalación de una serie de bombas diferenciadas: las que dan presión al tanque hidróforo y las de circulación.

Cuando hablamos de las primeras, tendremos que tener en cuenta que se trata de bombas centrífugas que proporcionan una presión de entre 4,5 y 6,5 bares y su caudal se estipula en la *norma UNE-EN-ISO 157482*:

$$Q = \frac{N \cdot C \left[ \frac{\text{litros}}{\text{seg} - \text{persona}} \right] \cdot 3,6}{B} = \frac{20 \cdot 0,09 \cdot 3,6}{2} = 3,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

- N: número de tripulantes.
- C: pico de consumo.
- B: número de bombas funcionando a la vez.

Por lo tanto, obtenemos la potencia:

$$P = \frac{Q \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \cdot H[\text{m. c. a.}] \cdot \rho \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]}{75 \cdot 3 \text{ 600} \cdot \eta} = \frac{3,24 \cdot 6,5 \cdot 1000}{75 \cdot 3 \text{ 600} \cdot 0,65} = 0,12 \text{ hp} = 0,09 \text{ kW}$$

Además, tendremos las bombas de circulación, que son las encargadas de circular el agua a través de los circuitos, el esterilizador y el calentador. Su principal



función es evitar la pérdida de calidad del agua mediante la contaminación. Existe una bomba para el agua fría y otra para el agua caliente.

#### 12.1.6. Tanques hidróforos

Éstos son los encargados de suministrar agua a presión al circuito evitando una situación de arranque y parada continuo por parte de las bombas. Su funcionamiento se basa en la compresibilidad del aire de su interior y la presión de trabajo es la misma que la de las bombas de suministro.

#### 12.1.7. Esterilizadora/Potabilizadora

Mediante la esterilización se consigue que el agua quede libre de gérmenes indeseados antes de su uso y gracias a la potabilización se considera apta para el consumo humano.

Sin embargo, el buque llevará a bordo la suficiente cantidad de agua embotellada para cubrir el consumo de toda la tripulación a lo largo de la campaña.

#### 12.1.8. Calentadores

Se emplearán calentadores eléctricos o de vapor para calentar el agua para prevenir posibles depósitos así como legionela, alcanzando una temperatura mínima de 60 °C. El sistema completo contará con acumuladores.

#### 12.1.9. Tratamiento de aguas residuales

Las aguas de desecho se transportan desde los desagües a través de las líneas de achique. Estas líneas llevan aguas de desecho a un tanque colector o a una planta de tratamiento de aguas negras.

##### 12.1.9.1. Planta de tratamiento físico-químico de aguas

La finalidad de esta planta es depurar tanto aguas grises como negras mediante procesos físico-químicos que tienen lugar en dos tanques.

Teniendo en cuenta que la norma UNE-EN-ISO 15749-1:2009 y UNE-EN ISO 15749-2:2009 estipula lo siguiente, determinamos la cantidad de agua de desecho que produce toda la tripulación en un día:

Tabla 2  
Cantidad mínima de agua de desecho

Tipo de buque	Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros			
	Planta sin vacío		Planta con vacío	
	Aguas negras	Aguas negras y grises	Aguas negras	Aguas negras y grises
Buques de pasaje	70	230	25	185
Buques de alta mar exceptuando los de pasaje	70	180	25	135

Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.

NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.

$$\frac{\text{litros}}{\text{persona}} \cdot \text{personas} = 180 \cdot 20 = 3\,600 \text{ litros/día}$$

Nuestro buque contará con una planta de la casa *DETEGASA*, más concretamente el modelo *DELTA STPN-420*, la cual está diseñada para una tripulación de 20 personas y permite el tratamiento de 4 200 *litros/día*. El consumo total eléctrico de la planta es de aproximadamente 4 kW.



Como los tanques de contención de aguas negras y grises estaban dimensionados siguiendo la norma anteriormente citada, éstos nunca se llenarán.

#### **12.1.9.2. Descarga de aguas sucias**

Una vez determinada la manera de descarga de las aguas sucias, los Convenios Internacionales establecen una serie de limitaciones a la hora de la descarga al mar.

Solamente se podrán realizar las descargas en caso de que el buque efectúe la descarga a una distancia superior a 3 millas marinas de la tierra más próxima si las aguas sucias han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema homologado por la Administración, o a distancia mayor de 12 millas marinas si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas.

En cualquier caso, las aguas sucias que hayan estado almacenadas en los tanques de retención no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado, hallándose el buque en ruta navegando a una velocidad superior a 4 nudos.

### **12.2. Tratamiento de basuras**

Según el Convenio Internacional se entiende por basura toda clase de restos de víveres salvo el pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo, así como los

residuos resultantes de las faenas domésticas y trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, los cuales suelen echarse continua o periódicamente.

### 12.2.1. Componentes del sistema

Para descargar al mar estas basuras, deben pasar por unos tratamientos previos, los cuales instalaremos en nuestro buque.

Se instalará una trituradora de residuos orgánicos además de una compactadora. Estos dos equipos irán ubicados en un local debidamente acomodado en la cubierta principal.

Además, se contará con un incinerador, el cual estará contenido en un local independiente y se empleará tanto para quemar residuos sólidos como lodos.

Nuevamente, contaremos con un sistema de la casa *DETEGASA*, en este caso el modelo *IRLA-10*, el cual tiene una capacidad de incineración de 13 *litros/hora* para lodos y de 25 *kg/hora* para materia sólida.



El consumo eléctrico de este equipo rondará los 12,70 *kW*.

### 12.2.2. Descarga de basuras

Siguiendo el *Anexo V del MARPOL*, se estipula que las basuras serán descargadas al mar siempre y cuando el buque se encuentre en ruta y tan lejos de la tierra más próxima como sea posible.

Se descargará a más de 3 millas de tierra los residuos de alimentos que hayan pasado anteriormente por un triturador y a 12 millas los que no hayan sido triturados. Los cadáveres de animales se descargarán lo más lejos posible.

### 13. SISTEMAS CARGA/DESCARGA

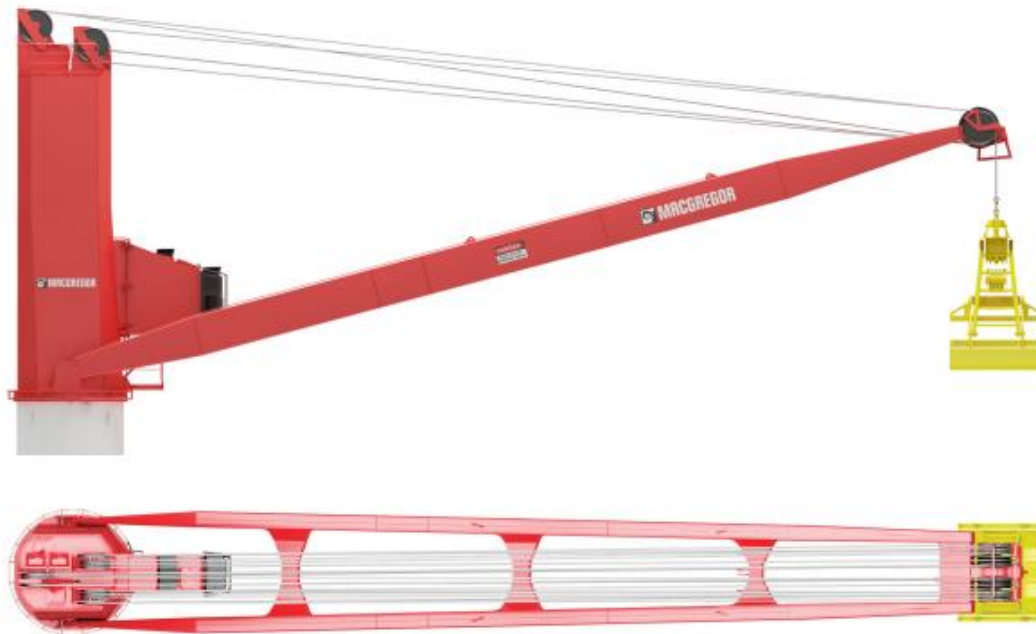
Debido a las propiedades de la carga a transportar por nuestro buque, éste contará con grúas para realizar el trabajo de carga y descarga.

#### 13.1. Grúas

El buque contará con tres grúas de pedestal ubicadas en la cubierta principal para realizar las maniobras de carga y descarga sin necesidad de emplear los sistemas de tierra.

Este tipo de grúas es el más común en buques de carga a granel y se caracterizan porque llevan la cabina situada en la parte frontal superior de la estructura rotatoria (lo que permite una visión libre de obstáculos y de la zona de trabajo) y giran en sentido horizontal sobre un mecanismo con rodamientos situado sobre una fuerte base unida a la estructura del buque y denominada como pedestal. Tienen la ventaja de que pueden dar la vuelta completamente y que las maquinillas, bombas hidráulicas, tambores de cables y demás mecanismos se encuentran protegidos en el interior de la estructura rotatoria.

Las grúas seleccionadas para nuestro buque proyecto serán de la marca *MACGREGOR*, más concretamente el modelo *K 3030-4*, el cual tiene las siguientes características:



**Technical data**

Specification	K 2526-4 'Standard'	K 3030-4 'Heavy Duty'	K5036-4 'Heavy Duty'
Hoisting capacity, SWL grab	25t	30t	50t
Hoisting capacity, SWL general cargo	27.5t	32.5t	52.5t
Hoisting speed, full load grab	45 m/min	50 m/min	50 m/min
Lowering speed, full load grab	45 m/min	55 m/min	55 m/min
Hoisting and lowering speed empty grab	45 m/min	75 m/min	75 m/min
Hoisting and lowering speed general cargo	30 m/min	30 m/min	30 m/min
Luffing time	50 sec	75 sec	75 sec
Slewing speed	0.9 r/min	1.2 r/min	0.9 r/min
Jib radius, min	4.1m	6m	7m
Jib radius, max	26m	30m	36m
Electric motor continuous	250kW	345kW	2x315kW
Starting current	1100A	1280A	1500A
Main power supply, AC	400V, 50Hz	440V, 60Hz	400V, 50Hz
Weight, total	55t	76t	150t

Además, cada grúa contará con una cuchara (grab) estibada en cubierta. Este dispositivo se empleará para la carga y descarga de la carga a granel contenida en las bodegas y su mecanismo de apertura y cerrado se realiza por medio del operador de grúa desde la cabina.



## 14. EQUIPOS DE ESTIBA

Debido a las particularidades de nuestro buque, tendremos que tener en cuenta los siguientes sistemas para la estiba de los distintos tipos de carga.

### 14.1. Tapas de escotilla

Nuestro buque cuenta con cinco bodegas de carga independientes las cuales irán cubiertas con tapas de escotilla tipo “sobre ruedas” (*side rolling type*).



Este sistema consta de dos paneles de forma que cada uno se abre hacia un costado diferente. Cada panel tiene cuatro ruedas que giran sobre una pista situada a ambos lados de la brazola y que se extiende hacia los costados, para quedar estibados en la posición abierta. Para abrir las tapas es necesario subir los paneles, operación que se realiza mediante cilindros hidráulicos situados a ambos lados de la brazola y que elevan las ruedas al nivel del carril de rodadura. Este sistema consiste en un piñón movido por un motor hidráulico de baja velocidad y alto par, fijo a la brazola, que engrana en una cremallera que va fijada a la tapa de escotilla. Además, si se produjese un fallo, siempre sería posible la apertura de las escotillas manualmente.

El proceso mencionado se realiza gracias a una unidad de servicio hidráulico independiente para cada escotilla de 15 kW cada uno.

Hay que tener en cuenta que las tapas de escotilla deberán ser diseñadas expresamente para nuestro buque por tener éstas unas medidas especiales acorde a las dimensiones de los contenedores además de estar preparadas tanto para el trincaje de los mismos como para estibar la madera sobre ellas.

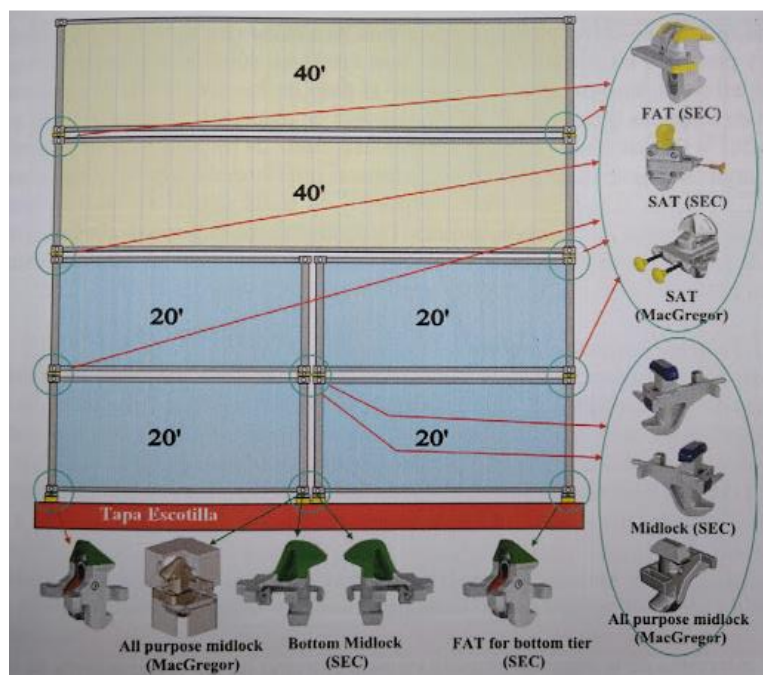
Tapa escotilla	Eslora (m)	Manga (m)
1	13,00	13,00
2	19,00	15,50
3	19,00	15,50
4	19,00	15,50

5	19,00	15,50
---	-------	-------

## 14.2. Trincaje contenedores

Dado que nuestro buque será capaz de transportar una serie de contenedores sobre las tapas de escotilla y basándonos en buques portacontenedores, no se dispondrán guías para los contenedores, sino que éstos irán afianzados debidamente mediante elementos de trincaje como son barras de aseguración y tensores.

Hay que tener en cuenta que los contenedores se estiban asegurados a las escotillas por sus cantoneras inferiores mediante *twistlocks* de base, para prevenir el deslizamiento longitudinal y transversal, y entre cada tongada mediante *twistlocks* automáticos o semiautomáticos. Se presenta a continuación una imagen ejemplo de los dispositivos de trincaje empleados en función de si se tratan de contenedores de 20 o 40 pies.



Se dispondrá de unas barras estándar para la primera altura de la pila de contenedores que deberán ser trincados todos de babor a estribor. En los extremos de las bandas, tanto de babor como de estribor, necesitaremos utilizar, además de las barras de trincaje de la primera altura, una barra más larga que asegurará el contenedor de la segunda altura.



### 14.3. Estiba madera

Además de los contenedores, nuestro buque también tendrá la capacidad para transportar madera estibada sobre las tapas de las escotillas.

Se dispondrá una serie de posteleros, en cada extremo de las tapas de escotilla, más altos que la cubertada con un dispositivo de traba que los mantenga en su nicho. Serán fijados con abrazaderas de metal a la tapa y cada pareja irá atada de banda a banda mediante trincas transversales.

Además, se contará con una serie de trincas transversales para asegurar la cubertada en toda su longitud. Cada trinca pasará por encima de la carga, será atesada por tensores regulables y será engrilletada a cáncamos firmes en la tapa de escotilla.





## 15. EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y MANTENIMIENTO

### 15.1. Equipo de izado al exterior

El buque dispone en la cubierta principal de dos grúas, una a cada costado, de brazo amantillable con accionamiento hidráulico.

La grúa situada en el costado de estribor tiene la funcionalidad de permitir extraer piezas desde la cámara de máquinas al exterior a través de una escotilla (y viceversa). A su vez, la grúa del costado de babor permite introducir los pertrechos desde el muelle hacia la zona de gambuzas.

Estimando una capacidad de elevación de 6 toneladas y una velocidad de izado de 10m/min obtenemos la potencia de cada una de ellas:

$$P = \frac{\text{Capacidad}[t] \cdot v[m/s] \cdot g[m/s^2]}{\eta} = \frac{6 \cdot 0,167 \cdot 9,81}{0,8} = 12,3 \text{ kW}$$

### 15.2. Escalas

Existirán dos escalas reales situadas en la zona central de ambos costados del buque y orientadas hacia popa para la comunicación puerto-buque. Debe procurarse que la escala tenga una inclinación con respecto al muelle de no más de 40°. Contará con los candeleros y pasamanos pertinentes para asegurar la seguridad de las personas que por ella circulen.

Cada una de estas escalas contará con un chigre de 5 kW para realizar la función pertinente.

Además, se contará con una escala de práctico por cada uno de los costados del buque para el abordaje del práctico.

### 15.3. Grúa cámara de máquinas

Se instalará una grúa tipo *Double-Jib Crane* con capacidad de elevación de 5 toneladas para la realización de los trabajos de desmontaje y mantenimiento del motor principal.

### 3.1 Dimensions and masses

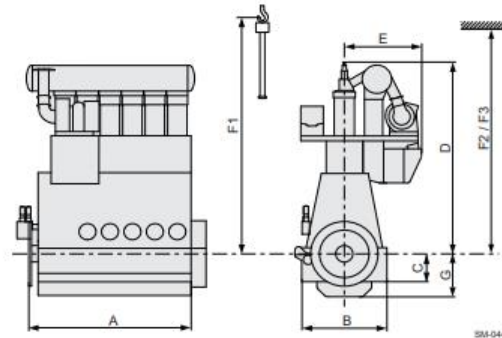


Figure 3-1 Engine dimensions

Table 3-1 Engine dimensions and masses

No. cyl.	Dimension in mm with a tolerance of approx. $\pm 10$ mm									Net eng. mass <sup>a)</sup> [tonnes]
	A	B	C	D	E <sup>b)</sup>	F1 <sup>c)</sup>	F2 <sup>d)</sup>	F3 <sup>e)</sup>	G	
5	6,381	3,820	1,300	8,971	3,475	10,960	11,000	10,400	2,000	281
6	7,387									322
7	8,393									377
8	9,399									418

Min. crane capacity: 4,500 kg

- a) Without oil/water; net engine mass estimated according to nominal dimensions given in drawings, including turbocharger and SAC, piping and platforms  
b) Dimension depending on turbocharger type  
c) Min. height for vertical removal of piston  
d) Min. height for vertical piston removal with double-jib crane  
e) Min. height for tilted piston removal with double-jib crane

Además, se dispondrán una serie de guías y cáncamos de suspensión en la parte superior de la cámara de máquinas para el fácil manejo de los elementos pesados dispuestos en la misma.

## 15.4. Otros servicios

### 15.4.1. Ascensor

Se instalará un ascensor con motor eléctrico de 4 kW con capacidad de 500 kg para dar servicio entre la cubierta principal y el puente de gobierno, con parada en todas las cubiertas intermedias.

### 15.4.2. Montacargas

El buque contará con dos montacargas para la comunicación directa entre la cocina, ubicada en la cubierta toldilla, y la gambuza seca, situada en la cubierta principal.

Además, en el pañol del contra maestre, existirá un tercer montacargas para dar acceso a la cámara de máquinas.

### 15.4.3. Escotillas de acceso

Se dispondrán una serie de escotillas de acceso a lo largo del buque para facilitar la comunicación entre cubiertas.

- Escotilla de  $1,5 \times 1,5$  metros situada en el costado de babor del buque y que comunica el exterior de la cubierta toldilla con el interior de la gambuza seca ubicada en la cubierta principal. Su finalidad es la de facilitar el acceso de los pertrechos.

- Escotilla de  $2,5 \times 2,5$  metros que comunica la cubierta toldilla con la cámara de máquinas a través del pasillo de la cubierta principal.

Para la realización de las pertinentes maniobras se cuenta con el equipo de izado descrito en el apartado [12.1](#).

## 16. EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

Haremos una distribución del equipo de fonda y hotel de la manera que sigue:

### 16.1. Equipos de cocina y cafeterías

#### 16.1.1. Cocina

La cocina está ubicada en el costado de babor de la cubierta toldilla y estará dispuesta de tal forma que existe una única barra de servicio tanto para la marinería como para los oficiales. Además, cuenta con un acceso directo al exterior y a la cubierta inferior a través de unas escaleras internas.

Todos los aparatos eléctricos situados en este local utilizarán una tensión de 220/440 V a 60 Hz.

Además, todo el mobiliario de la cocina será diseñado en acero inoxidable para uso marino.

La cocina del buque proyecto contará con los siguientes equipos:

- Un fregadero de dos cubetas con servicio de agua dulce fría y caliente.
- Una cocina eléctrica con capacidad para 25 personas.
- Un horno eléctrico de dos secciones de 6 kW.
- Una amasadora eléctrica de 20 litros y accesorios para picar carne de 1 kW.
- Un calentador de agua eléctrico de 15 litros y 2 kW.
- Una parrilla eléctrica de 2 kW.
- Una peladora eléctrica de patatas de 5 kg de capacidad y de 500 W.
- Un frigorífico de 4 000 litros.
- Un refrigerador de 4 000 litros.
- Dos freidoras eléctricas de 10 litros.
- Dos lavaplatos industriales.
- Una máquina de cortar fiambre.
- Dos microondas.
- Un molinillo de café eléctrico industrial.
- Una mesa de trabajo, piletas de acero inoxidable, vertedero de basuras.

#### 16.1.2. Cafeterías

El buque contará con dos espacios diferenciados, uno para marinería y otro para oficiales, donde la tripulación tendrá los útiles necesarios para autoservirse fuera de los horarios de comidas. En cada uno de los cubículos se instalará lo siguiente:

- Un frigorífico de 250 litros.
- Un horno microondas de 1 kW.
- Una piqueta de acero inoxidable.
- Una cafetera eléctrica.
- Un lavaplatos.

## 16.2. Equipos de gambuza

El espacio de gambuzas se ubicará en la cubierta principal inmediatamente en una situación inferior al espacio de cocinas lo que facilitará la instalación de dos montacargas para un acceso directo.

El espacio al completo estará compuesto por el pañol del sello, la gambuza seca así como por una antecámara que dará acceso a las tres gambuzas independientes que forman la gambuza refrigerada.

### 16.2.1. Pañol del sello

Espacio ubicado dentro de la gambuza seca con posibilidad de precinto para almacenaje de la mercancía a declarar por parte del capitán y del cocinero.

### 16.2.2. Gambuza seca

Será un espacio en el cual se dispondrán estanterías, almacenes, ganchos, etc. donde poder colocar todos aquellos víveres que no necesiten estar refrigerados.

Además de contar con los dos montacargas conectados con la cocina, dispondrá de una escotilla con acceso directo al exterior de la cubierta toldilla con la funcionalidad de facilitar la introducción de víveres.

### 16.2.3. Gambuza refrigerada

La gambuza refrigerada contará con tres cámaras independientes para la conservación de los distintos tipos de víveres.

Local	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Temperatura (°C)
Vegetales y lácteos	30	+6
Carnes	28	-25
Pescados	29	-25
Antecámara	21	+6

El equipo frigorífico incluirá tres grupos de compresor y condensador, con sus correspondientes accesorios. Se dimensionará de forma que funcionando dos grupos simultáneamente deberán mantener las temperaturas especificadas en las cámaras frigoríficas, con agua de refrigeración a 36 °C y temperatura ambiente de 45 °C.

La planta constará de los siguientes elementos:

- Dos electrocompresores automáticos, uno en operación y otro de reserva, de tipo abierto y marino, que trabaje un máximo de 18 h/día. Cada compresor absorbe una potencia eléctrica de 10,2 kW. Así, se dispondrá de dos motores eléctricos de 12 kW.
- Dos condensadores horizontales, del tipo haz tubular, que serán intercambiables con los compresores. El agua dulce de la refrigeración la proporcionarán las bombas del sistema centralizado, con un caudal de 15 m<sup>3</sup>/h, para disipar un calor aproximado de 45 kcal.

- Tres baterías de difusores del tipo de serpentines con aletas de gran superficie de refrigeración.
- Bandejas de goteo.
- Tres electroventiladores, uno por batería, para 80/40 *recirculaciones/h* de aire dentro de las cámaras. Con una potencia total instalada de 3 *kW*.
- Válvulas termostáticas y solenoides para regulación de la temperatura dentro de cada cámara.
- Tres calentadores eléctricos para descongelación de difusores, a 220 *VAC* y 0,75 *kW* de potencia eléctrica cada uno.
- Panel de alarmas de alta y baja presión del refrigerante, alarma de anomalía en el aceite de lubricación del compresor y los pulsadores e indicadores de puesta en marcha.

### **16.3. Equipo de lavandería**

En cada una de las cubiertas de habilitación existirá una pequeña lavandería para la tripulación y oficiales las cuales contarán con:

- Dos lavadoras centrífugas automáticas de capacidad de 5 *kg* de 1 *kW* cada una.
- Dos secadoras de capacidad de 8 *kg* y de 2,6 *kW* cada una.
- una planchadora
- tabla de planchar plegable.

A su vez, en la cubierta principal estará la lavandería principal del buque con los siguientes equipos:

- Dos lavadoras de tipo industrial con capacidad de carga de 12 *kg* y de 2 *kW* cada una.
- Dos secadoras de acero inoxidable de capacidad de 8 *kg* y de 2,6 *kW* cada una.
- Una tabla de planchar plegable.
- Una planchadora de 7,5 *kW*.
- Dos lavadoras centrífugas automáticas de capacidad de 5 *kg* de 1 *kW* cada una.

# ANEXO I

## Numeral de equipo

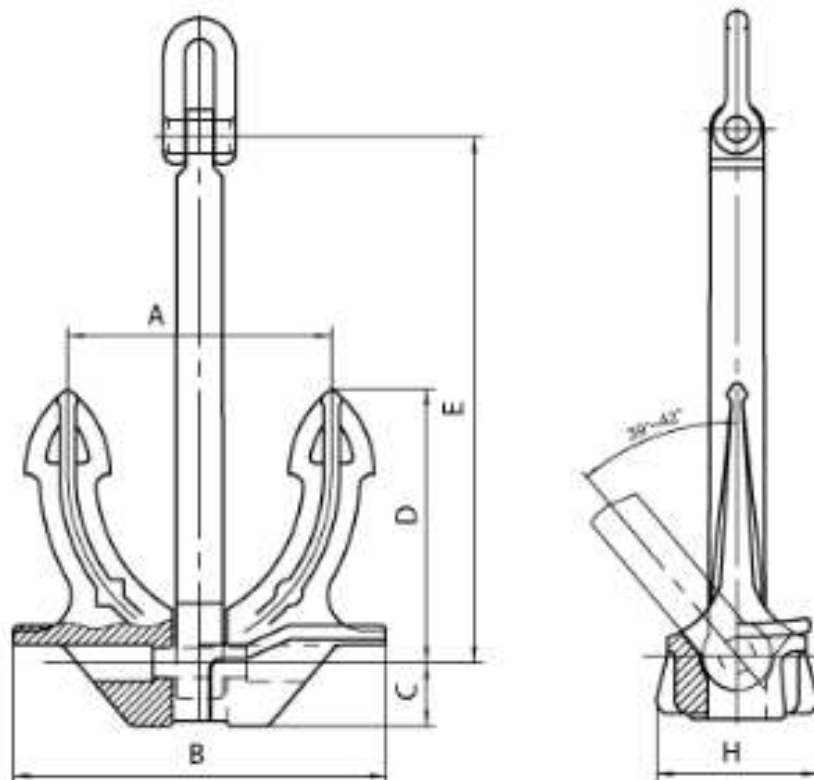
Equipment number EN A < EN ≤ B		Stockless bower anchors		Stud link chain cables for bower anchors			
		N (1)	Mass per anchor, in kg	Total length in m	Diameter, in mm		
A	B				Q1	Q2	Q3
1570	1670	3	4890	550,0	70,0	62,0	54,0
1670	1790	3	5250	577,5	73,0	64,0	56,0
1790	1930	3	5610	577,5	76,0	66,0	58,0
1930	2080	3	6000	577,5	78,0	68,0	60,0
2080	2230	3	6450	605,0	81,0	70,0	62,0
2230	2380	3	6900	605,0	84,0	73,0	64,0
2380	2530	3	7350	605,0	87,0	76,0	66,0
2530	2700	3	7800	632,5	90,0	78,0	68,0
2700	2870	3	8300	632,5	92,0	81,0	70,0
<b>2870</b>	<b>3040</b>	<b>3</b>	<b>8700</b>	<b>632,5</b>	<b>95,0</b>	<b>84,0</b>	<b>73,0</b>
3040	3210	3	9300	660,0	97,0	84,0	76,0
3210	3400	3	9900	660,0	100,0	87,0	78,0
3400	3600	3	10500	660,0	102,0	90,0	78,0
3600	3800	3	11100	687,5	105,0	92,0	81,0
3800	4000	3	11700	687,5	107,0	95,0	84,0
4000	4200	3	12300	687,5	111,0	97,0	87,0



Equipment number EN $A < EN \leq B$		Towline (1)		Mooring lines (1)		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N (2)	Length of each line, in m	Breaking load, in kN (3)
910	980	190	550	4	170	216
980	1060	200	603	4	180	230
1060	1140	200	647	4	180	250
1140	1220	200	692	4	180	270
1220	1300	200	739	4	180	284
1300	1390	200	786	4	180	309
1390	1480	200	836	4	180	324
1480	1570	220	889	5	190	324
1570	1670	220	942	5	190	333
1670	1790	220	1024	5	190	353
1790	1930	220	1109	5	190	378
1930	2080	220	1168	5	190	402
2080	2230	240	1259	5	200	422
2230	2380	240	1356	5	200	451
2380	2530	240	1453	5	200	481
2530	2700	260	1471	6	200	481
2700	2870	260	1471	6	200	490
2870	3040	260	1471	6	200	500
3040	3210	280	1471	6	200	520
3210	3400	280	1471	6	200	554
3400	3600	280	1471	6	200	588
3600	3800	300	1471	6	200	612
3800	4000	300	1471	6	200	647
4000	4200	300	1471	7	200	647

# ANEXO II

## Características ancla



Anclas tipo HALL desde 100 hasta 3300 kg (en mm)

Peso Nominal (kg)	A	B	C	D	E	H
100	378	540	91	395	750	230
125	405	580	97	425	810	248
150	432	612	104	452	855	264
180	459	650	111	480	910	280
240	510	720	122	530	1010	310
280	534	760	130	560	1060	325
300	540	770	131	570	1080	331
320	560	790	132	580	1100	338
360	580	820	139	610	1150	353
420	610	860	146	640	1200	370
480	640	900	153	670	1260	387
520	652	920	158	680	1295	400
570	670	950	162	700	1330	408
660	710	1000	170	740	1440	430
780	750	1060	180	780	1480	465
850	770	1090	185	800	1530	468
900	780	1110	188	810	1550	477

Anclas tipo HALL desde 3540 hasta 20000 kg (en mm)

Peso Nominal (kg)	A	B	C	D	E	H
3540	1240	1750	298	1290	2450	750
3780	1260	1790	304	1320	2510	770
4050	1290	1830	311	1350	2560	790
4320	1320	1870	318	1380	2620	800
4590	1350	1910	325	1410	2670	820
4890	1380	1950	332	1440	2730	840
5250	1410	2000	340	1480	2800	860
5610	1440	2040	347	1510	2860	880
6000	1480	2090	355	1540	2930	900
6450	1510	2140	364	1580	3000	920
6900	1550	2190	372	1620	3070	940
7350	1580	2240	380	1650	3140	960
7800	1610	2280	388	1680	3190	980
8300	1650	2330	396	1720	3260	1000
8700	1670	2370	403	1750	3320	1020
9300	1710	2420	411	1790	3390	1040
9900	1740	2470	420	1830	3460	1060

# ANEXO III

## Tubería comercial



Philadelphia Regional Center  
 2450 Wheatcroft Lane  
 Philadelphia, PA 19137  
 ☎ 215-831-0700  
 ✉ 215-333-1645  
 E sales@tiogapipe.com

Houston Regional Center  
 515FM 1960 W, Suite 700  
 Houston, TX 77090  
 ☎ 713-433-2111  
 ✉ 281-397-0132  
 E sales@tiogapipe.com

Chattanooga Regional Center  
 1301 Riverfront Parkway, Suite 108  
 Chattanooga, TN 37402  
 ☎ 423-899-3398  
 ✉ 423-899-9695  
 E sales@tiogapipe.com

## PIPE DIMENSIONS AND WEIGHTS

Available in commercial and nuclear grades

U.S./METRIC

NOMINAL PIPE SIZE	OD	SCHEDULE DESIGNATIONS		WALL THICKNESS		WEIGHT		Ø	
		ASME		INCH	MM	LBS/ FOOT	KG/ METER	INCH	MM
1/8 6	0.405 10.3	10	105	0.049	1.24	0.19	0.28	0.307	7.82
		STD 40	405	0.068	1.73	0.24	0.37	0.269	6.84
		XS 80	805	0.095	2.41	0.31	0.47	0.215	5.84
1/4 8	0.540 13.7	10	105	0.065	1.65	0.33	0.49	0.410	10.40
		STD 40	405	0.088	2.24	0.43	0.63	0.364	9.22
		XS 80	805	0.119	3.02	0.54	0.80	0.302	7.66
3/8 10	0.675 17.1	10	105	0.065	1.65	0.42	0.63	0.545	13.80
		STD 40	405	0.091	2.31	0.57	0.84	0.493	12.48
		XS 80	805	0.126	3.20	0.74	1.10	0.423	10.70
1/2 15	0.840 21.3	5	55	0.065	1.65	0.54	0.80	0.710	18.00
		10	105	0.083	2.11	0.67	1.00	0.674	17.08
		STD 40	405	0.109	2.77	0.85	1.27	0.622	15.76
		XS 80	805	0.147	3.73	1.09	1.63	0.546	13.84
		160 XX		0.188	4.78	1.31	1.95	0.464	11.74
3/4 20	1.050 26.7	5	55	0.065	1.65	0.69	1.03	0.920	23.40
		10	105	0.083	2.11	0.86	1.28	0.884	22.48
		STD 40	405	0.113	2.87	1.13	1.69	0.824	20.96
		XS 80	805	0.154	3.91	1.48	2.20	0.742	18.88
		160 XX		0.219	5.56	1.95	2.90	0.612	15.58
1 25	1.315 33.4	5	55	0.065	1.65	0.87	1.29	1.185	30.30
		10	105	0.109	2.77	1.41	2.09	1.097	27.66
		STD 40	405	0.133	3.38	1.68	2.50	1.049	26.64
		XS 80	805	0.179	4.55	2.17	3.24	0.957	24.30
		160 XX		0.250	6.35	2.85	4.24	0.815	20.70
1-1/4 32	1.660 42.2	5	55	0.065	1.65	1.11	1.65	1.530	38.90
		10	105	0.109	2.77	1.81	2.69	1.442	36.66
		STD 40	405	0.140	3.55	2.27	3.39	1.380	35.08
		XS 80	805	0.191	4.85	3.00	4.47	1.278	32.80
		160 XX		0.250	6.35	3.77	5.61	1.160	29.50
1-1/2 40	1.900 48.3	5	55	0.065	1.65	1.28	1.90	1.770	45.00
		10	105	0.109	2.77	2.09	3.11	1.682	42.74
		STD 40	405	0.145	3.68	2.72	4.05	1.610	40.94
		XS 80	805	0.200	5.08	3.63	5.41	1.500	38.14
		160 XX		0.281	7.14	4.86	7.25	1.338	34.02
2 50	2.375 60.3	5	55	0.065	1.65	1.61	2.29	2.245	57.00
		10	105	0.109	2.77	2.64	3.93	2.157	54.76
		STD 40	405	0.154	3.91	3.66	5.44	2.067	53.48
		XS 80	805	0.218	5.54	5.03	7.48	1.939	49.22
		160 XX		0.344	8.74	7.47	11.11	1.687	42.82
2-1/2 65	2.875 73.0	5	55	0.083	2.11	2.48	3.69	2.709	68.78
		10	105	0.120	3.05	3.53	5.26	2.635	66.90
		STD 40	405	0.203	5.16	5.80	8.63	2.469	62.68
		XS 80	805	0.276	7.01	7.67	11.41	2.323	58.98
		160 XX		0.375	9.53	10.02	14.92	2.125	53.94
3 80	3.500 88.9	5	55	0.083	2.11	3.03	4.52	3.334	84.68
		10	105	0.120	3.05	4.34	6.44	3.260	82.80
		STD 40	405	0.216	5.49	7.58	11.29	3.068	77.92
		XS 80	805	0.300	7.62	10.26	15.27	2.900	73.66
		160 XX		0.438	11.13	14.34	21.26	2.624	66.64
3-1/2 90	4.000 101.6	5	55	0.083	2.11	3.48	5.18	3.834	97.86
		10	105	0.120	3.05	4.98	7.41	3.760	95.90
		STD 40	405	0.226	5.74	9.12	13.57	3.548	90.12
		XS 80	805	0.318	8.08	12.52	18.64	3.364	85.44
		160 XX		0.636	16.15	22.87	34.03	2.728	69.30
4 100	4.500 114.3	5	55	0.083	2.11	3.92	5.84	4.334	110.08
		10	105	0.120	3.05	5.62	8.37	4.260	108.20
		STD 40	405	0.188	4.78	8.67	12.91	4.124	106.74
		XS 80	805	0.237	6.02	10.80	16.08	4.026	102.26
		120		0.337	8.56	15.00	22.32	3.826	97.18
		160		0.438	11.13	19.02	28.32	3.624	92.04
		160 XX		0.531	13.49	22.93	33.54	3.438	87.32
		160 XX		0.674	17.12	27.57	41.03	3.152	80.06
4-1/2 115	5.000 127.0	STD 40	405	0.247	6.27	12.55	18.67	4.506	114.46
		XS 80	805	0.355	9.02	17.63	26.24	4.290	108.96
		XX		0.710	18.03	32.56	48.43	3.580	90.94

NOMINAL PIPE SIZE	OD	SCHEDULE DESIGNATIONS		WALL THICKNESS		WEIGHT		Ø	
		ASME		INCH	MM	LBS/ FOOT	KG/ METER	INCH	MM
5 125	5.563 141.3	5	55	0.109	2.77	6.36	9.46	5.345	135.76
		10	105	0.134	3.40	7.78	11.36	5.295	134.50
		STD 40	405	0.258	6.53	14.63	21.77	5.047	128.20
		XS 80	805	0.375	9.53	20.80	30.97	4.813	122.24
		120		0.500	12.70	27.06	40.26	4.563	115.90
6 150	6.625 168.3	5	55	0.109	2.77	7.59	11.21	6.407	162.76
		10	105	0.134	3.40	9.30	13.83	6.357	161.50
		STD 40	405	0.280	7.11	18.99	28.26	6.065	154.06
		XS 80	805	0.432	10.97	28.60	42.56	5.761	146.36
		120		0.562	14.27	36.43	54.21	5.501	139.76
7 175	7.625 193.7	5	55	0.109	2.77	9.92	14.78	8.407	213.56
		10	105	0.148	3.76	13.41	19.97	8.329	211.58
		STD 40	405	0.280	7.11	18.99	28.26	8.125	206.40
		XS 80	805	0.432	10.97	28.60	42.56	7.761	197.76
		120		0.562	14.27	36.43	54.21	7.187	182.58
8 200	8.625 219.1	5	55	0.109	2.77	9.92	14.78	8.407	213.56
		10	105	0.148	3.76	13.41	19.97	8.329	211.58
		20		0.250	6.35	22.38	33.32	8.125	206.40
		30		0.277	7.04	24.72	36.30	8.071	205.02
		STD 40	405	0.322	8.18	28.58	42.35	7.981	202.74
9 225	9.625 244.5	5	55	0.109	2.77	9.92	14.78	8.407	213.56
		10	105	0.148	3.76	13.41	19.97	8.329	211.58
		20		0.250	6.35	22.38	33.32	8.125	206.40
		30		0.277	7.04	24.72	36.30	8.071	205.02
		STD 40	405	0.322	8.18	28.58	42.35	7.981	202.74
10 250	10.750 273.0	5	55	0.134	3.40	15.21	22.61	10.482	266.20
		10	105	0.165	4.19	18.67	27.38	10.420	264.62
		STD 20		0.188	4.78	21.23	31.62	10.374	263.44
		30		0.250	6.35	28.06	41.76	10.250	260.30
		40	405	0.307	7.80	34.27	51.07	10.136	257.40
11 275	11.750 298.3	5	55	0.134	3.40	15.21	22.61	10.482	266.20
		10	105	0.165	4.19	18.67	27.38	10.420	264.62
		20		0.250	6.35	28.06	41.76	10.250	260.30
		30		0.307	7.80	34.27	51.07	10.136	257.40
		40	405	0.365	9.27	40.52	60.29	10.020	254.66
12 300	12.750 323.8	5	55	0.109	2.77	9.92	14.78	8.407	213.56
		10	105	0.148	3.76	13.41	19.97	8.329	211.58
		20		0.250	6.35	22.38	33.32	8.125	206.40
		30		0.277	7.04	24.72	36.30	8.071	205.02
		STD 40	405	0.322	8.18	28.58	42.35	7.981	202.74
14 350	14.000 355.6	5	55	0.156	3.96	21.00	31.29	12.438	315.88
		10	105	0.180	4.57	24.19	35.96	12.390	314.66
		20		0.250	6.35	28.06	41.76	12.250	311.10
		30		0.330	8.38	43.81	65.19	12.090	307.04
		40	405	0.375	9.53	49.61	73.88	12.000	304.74
		50		0.406	10.31	53.57	79.71	11.938	303.18
		60	805	0.500	12.70	65.48	97.44	11.750	298.40
		80		0.562	14.27	73.22	108.55	11.626	295.26
14 350	14.000 355.6	5	55	0.156	3.96	21.00	31.29	12.438	315.88
		10	105	0.180	4.57	24.19	35.96	12.390	314.66
		20		0.250	6.35	28.06	41.76	12.250	311.10
		30		0.330	8.38	43.81	65.19	12.090	307.04
		40	405	0.375	9.53	49.61	73.88	12.000	304.74
		50		0.406	10.31	53.57	79.71	11.938	303.18
		60	805	0.500	12				

# ANEXO IV

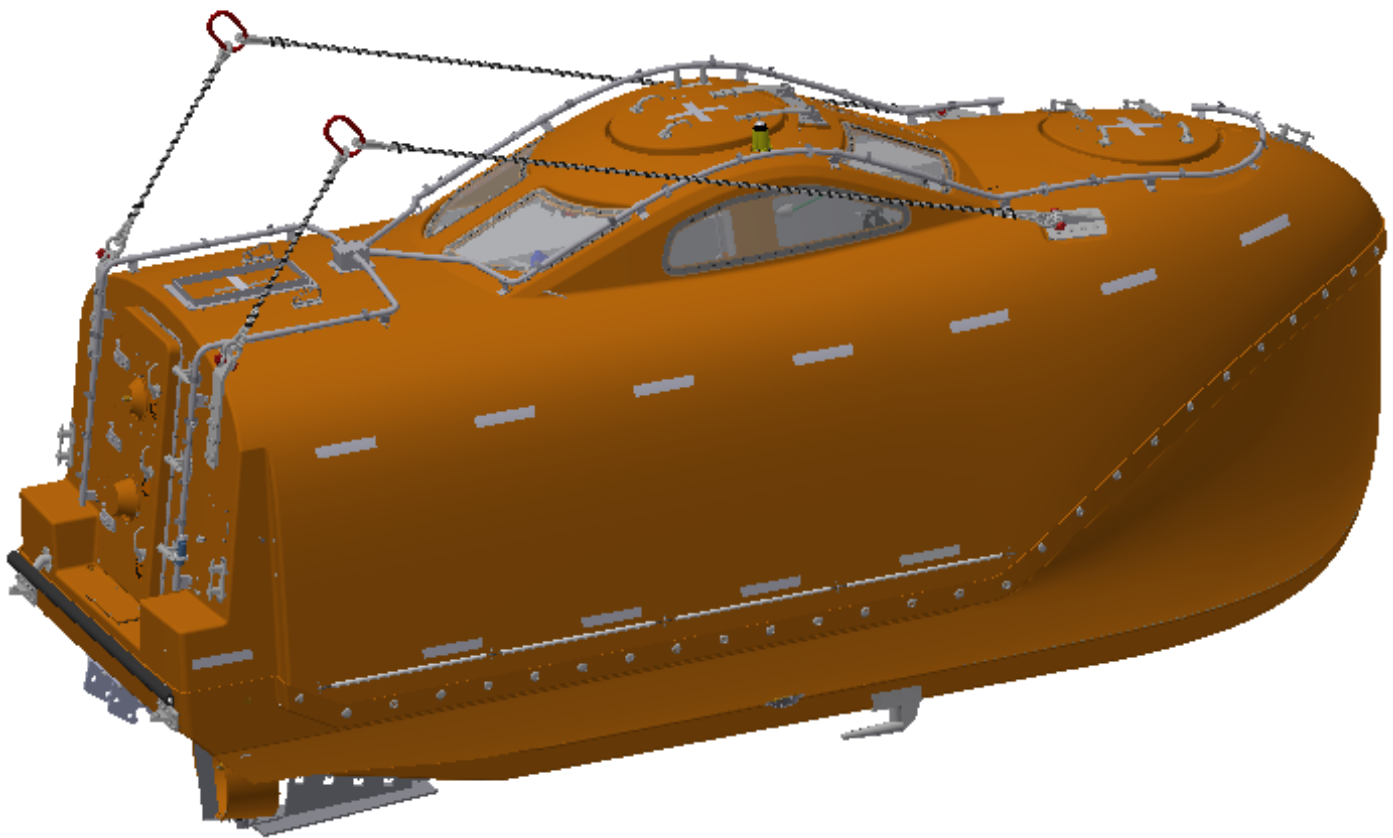
## Especificación balsa caída libre



**VIKING  
NORSAFE**  
Boats and davits

Enterprise No.: NO940411696  
[www.VIKING-life.com](http://www.VIKING-life.com)

## GES-21 MKI - Free Fall Lifeboat



### TECHNICAL SPECIFICATION

**VIKING Norsafe Life-Saving Equipment Norway AS**  
Tybakken 90, N-4818 Faervik  
P.O. Box 115, N-4852 Faervik  
Arendal, Norway

VIKING Project No.: TBA  
Rev. Date: 09.08.2019

VIKING Doc. No.: TSB-0071  
Rev. No: 3

Tel: +47 37 05 85 00  
Fax: +47 37 05 85 01  
E-mail: [VIKING-Norsafe@VIKING-life.com](mailto:VIKING-Norsafe@VIKING-life.com)

# 1. REGULATION AND CERTIFICATION

Applicable rules and regulations

In accordance with IMO/ SOLAS requirements, LSA Code and European Council Directive 2014/90/EU on Marine Equipment (MED)

Certificate

MED

Other certificate

Class certificate or flag acceptance on request

# 2. BOAT SPECIFICATION

## 2.1. GENERAL BOAT

Type	Totally Enclosed Free fall lifeboat
Model	GES-21 MKI T
Length overall	6,55 m
Beam	2,46 m
Height	3,15 m
Depth	1,25m
Maximum installation height[m]	20,0 m
Launching ramp length and angle	7,4 m, 35°
Capacity, maximum	26 persons
Weight, fully equipped	4.155 kg
Davit load, with 26 pers@82,5 kg	6.300 kg
Color external	Orange (RAL 2004)
Color internal	Grey (RAL 7032)
Operation temperature:	-15°C to +40°C (other range on request)
Hull/deck material	Fire retardant glass reinforced polyester (GRP)
Buoyancy material	Polyurethane foam
Windows	Polycarbonate
Bollards/towing	Aft bollard port and starboard side, bollard in bow
Steering	Hydraulic
Fender	Rubber fender at stern of boat
Hatches	1 aft door / 1 top hatch / 1 front top hatch
Seat belt type	4-point adjustable seat harness
Sprinkler pipe system (tank ver.)	Seawater resistant aluminum piping, stainless steel deflectors
Sprinkler pump (tank ver.)	Belt connection to engine
Sprinkler shut-off valve (tank ver.)	Ball valve 4"
Compressed air system (tank ver.)	3 x 50L air bottles, air regulator and high-pressure hoses
Under/overpressure valves	Automatic spring loaded on canopy
Loose equipment	According to SOLAS



**VIKING**  
**NORSAFE**

VIKING Project No.: TBA

VIKING Doc. No.: TSB-0071

Rev. Date: 09.08.2019

Rev. No: 3



Totally Enclosed Free Fall Lifeboat designed and manufactured according to latest SOLAS requirements.

The lifeboat provides a secure and protected means of escape for persons onboard vessels or platforms.

The lifeboat is for skid launch by a specific davit. Design and construction fulfil the need for reliable, low maintenance standby and operation.

The space between hull and hull liner, and between deck and deck liner, is filled with polyurethane buoyancy form. In fully flooded and loaded condition, the lifeboat is self-righting. If damaged below the waterline, buoyancy is sufficient to float the boat at safe level.

Free fall release is activated by either of two, fully independent, hydraulic pump arrangements both located on the transom. Primary release pump control handle is located at the helmsman's position. Secondary release pump is located within reach of one of the aft seating positions. During launch, the hydraulic pump lifts the aft of the boat until the hook disengages the securing bar on the davit. The boat is equipped with lifting sling to allow retrieval of the boat with a crew of three persons after launch.

Embarkation is through the aft door. Seats are positioned on each side of the central aisle. All seats are anatomically shaped and angled, rear facing and fitted with a 4-point harness to provide optimum safety and comfort during free fall launch.

There is a forward hatch on top of the canopy and one at the helmsman's position.

The lifeboat is equipped with hydraulic steering. A steering nozzle gives optimum maneuverability and increased bollard pull. The steering position is at the aft of the boat.

## 2.2 PROPULSION AND PERFORMANCE

<b>Propulsion</b>	<b>Diesel engine with gearbox, shaft, propeller and propeller nozzle</b>
<b>Engine</b>	NLDE-3, 20,6 kW
<b>Gearbox</b>	ZF12M
<b>Propeller</b>	Brass, 18 inches
<b>Propeller nozzle</b>	GRP
<b>Speed</b>	Minimum 6 knots in calm water
<b>Bollard pull, approx.</b>	475 kg (NLDE-3)
<b>Instrument gauges:</b>	Fuel level, Tachometer (subject to standard engine type), audible alarm for temperature and oil pressure
<b>Cooling system</b>	Fresh water cooling with header tank and external cooling loop
<b>Exhaust system</b>	Dry exhaust with water lock to prevent water ingress
<b>Fuel tank</b>	175L, Seawater resistant aluminum
<b>Fuel valves</b>	Shut off on top of fuel tank & tank drain

*Typical data – subject to variation in engine installation and specified equipment. Engines of at least 20,6kW can be installed. Please note that boat weight and bollard pull are only for reference and may vary with several factors.*



VIKING Project No.: TBA

VIKING Doc. No.: TSB-0071

Rev. Date: 09.08.2019

Rev. No: 3

## 2.3. LIFTING/RELEASE SYSTEM

<b>Release system</b>	<b>Hydraulic model, HRS-10</b>
<b>Lifting arrangement</b>	Lifting slings with 2 lifting links for lifting boat into davit in 35 deg.
<b>Hang off system</b>	Turnbuckles, that also can be used for testing release system

## 2.4. ELECTRIC SYSTEM AND NAVIGATION

<b>Electric power supply to boat</b>	<b>42 VAC male and female connectors included (Power delivered from VIKING Norsafe davit starter cabinet)</b>
<b>Electric system voltage</b>	12 VDC
<b>Cables type</b>	Marine type, flame retardant halogen free
<b>Position light</b>	12 VDC on top of canopy
<b>Search light</b>	12 VDC handheld
<b>Cabin lights</b>	12 VDC
<b>Compass light</b>	12 VDC inside compass
<b>Bilge pump</b>	Manual
<b>Alternator</b>	For 12 VDC system
<b>Batteries</b>	Main and secondary start battery
<b>Switches</b>	Main switch / Secondary switch / Electrical consumers switches
<b>42VAC Supply cable(15m)</b>	From starter cabinet to lifeboat supply plug

## 2.5. DOCUMENTATION

<b>Technical specification boat</b>	According to contract specification
<b>General arrangement drawing</b>	According to contract specification
<b>Seating plan</b>	According to contract specification
<b>Electrical system drawing</b>	According to contract specification
<b>Product certificate</b>	According to contract specification
<b>Lubrication oil chart</b>	VIKING standard
<b>Recommended spare parts list</b>	VIKING standard
<b>Operation &amp; Maintenance man.</b>	VIKING standard
<b>Sprinkler system drawing</b>	VIKING standard (tank version only)
<b>Compressed air system drawing</b>	VIKING standard (tank version only)
<b>Lifting arrangement drawing</b>	VIKING standard
<b>Simulated freefall drawing</b>	VIKING standard
<b>SOLAS loose equipment list</b>	VIKING standard
<b>Preservation &amp; storage procedure</b>	VIKING standard

## 3. PACKING

<b>Packing</b>	<b>Secured in transport cradle</b>
----------------	------------------------------------



VIKING Project No.: TBA

VIKING Doc. No.: TSB-0071

Rev. Date: 09.08.2019

Rev. No: 3