



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2019/20

Buque Portacontenedores Postpanamax 11000 TEUS

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Manuel García Pensado

TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

SEPTIEMBRE 2020

Resumen

En este trabajo se va a desarrollar el proyecto de un buque portacontenedores postpanamax con capacidad para 11000 TEUS.

Nuestro buque estará propulsado por un motor diésel directamente acoplado y dispondrá de generación eléctrica de gas en zonas portuarias con el fin de reducir la contaminación.

La tripulación estará formada por un total de 30 tripulantes y todos ellos dispondrán de camarotes individuales.

El buque no contará con sistemas de carga y descarga propios, a excepción de una pequeña grúa para el abastecimiento de víveres.

En sus cubiertas se dispondrán dos TEUS en sentido longitudinal, o un FEU si fuera el caso, porque las guías de nuestro buque estarán adaptadas a dicho propósito.

Resumo

Neste traballo irase desenvolvendo o proxecto dun buque portacontenedores postpanamax con capacidade para 11000 TEU's.

O noso buque estará propulsado por un motor diésel directamente acoplado e disporá de xeración eléctrica de gas en zonas portuarias coa fin de reducir a contaminación.

A tripulación estará formada por un total de 30 tripulantes e todos eles disporán de camarotes individuais.

O buque non contará con sistemas de carga e descarga propios, a excepción dunha pequena grúa para o abastecemento de viveres.

Nas súas cubertas disporanse os TEU's en sentido lonxitudinal, ou un FEU se fora o caso, porque as guías do noso buque estarán adaptadas a dito propósito.

Summary

In this work, the project of a post-Panamax container ship with capacity for 11000 TEUS will be developed.

Our ship will be powered by a directly coupled diesel engine and will have electric gas generation in port areas in order to reduce pollution.

The crew will be available for a total of 30 crew members and all of them will have individual cabins.

The ship does not have its own loading and unloading systems, with the exception of a small crane for supplying food.

On its decks two TEUS will be arranged longitudinally, or in FEU if applicable, because the guides of our ship are adapted to this purpose.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

*Buque Portacontenedores Postpanamax 11000
TEUS*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Documento

CUADERNO 12: EQUIPOS Y SERVICIOS



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.019-2020

PROYECTO NÚMERO 192024

TIPO DE BUQUE: BUQUE PORTACONTENEDORES POSTPANAMAX

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV-GL, SOLAS Y MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 11000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad servicio 20 kn, 85% MCR, 10%MM, 14.000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: SIN GRUAS

PROPULSIÓN: Motor diésel directamente acoplado, Generación eléctrica a Gas en zonas portuarias

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUE

Ferrol, 12 Setiembre 2020

ALUMNO/A: **D^a MANUEL GARCÍA PENSADO**

Tabla de contenido

1	Introducción	7
2	Equipo de amarre y fondeo	8
2.1	Numeral de equipo.....	8
2.2	Cable de remolque.....	11
2.3	Amarras	11
2.4	Molinete	12
2.5	Caja de cadenas.....	12
3	Equipo de salvamento.....	15
3.1	Embarcaciones de supervivencia.....	15
3.1.1	Botes y balsas salvavidas.....	15
3.1.2	Botes de rescate.....	16
3.2	Dispositivos individuales de salvamento	17
3.2.1	Aros salvavidas.....	17
3.2.2	Chalecos salvavidas	17
3.2.3	Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie.....	18
3.2.4	Aparatos lanzacabos	18
3.3	Dispositivos radioeléctricos de salvamento.....	18
4	Servicio Contraincendios	20
4.1	Equipo de extinción de incendios en cámara de máquinas y bodegas.....	25
4.2	Equipo de extinción de incendios en habitación y bodegas	28
4.3	Bomba contra incendios de emergencia	32
5	Equipo de fonda y hotel	33
6	Sistema de carga y descarga.....	34
7	Sistemas de navegación y comunicaciones	35
7.1	Aparatos y sistemas náuticos	37
7.2	Comunicaciones interiores.....	39
7.2.1	Telégrafo de máquinas	39
7.2.2	Telégrafos interiores	39
7.2.3	Altavoces.....	39
8	Sistema de ventilación en cámara de máquinas y espacios de carga	40
8.1	Ventilación en cámara de máquinas	40
8.1.1	Cálculo del aire de combustión	40
8.1.2	Cálculo del flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor.....	42
8.1.3	Cálculo del caudal total.....	49
8.1.4	Selección de ventiladores	49

8.2 Ventilación en espacios de carga.....	50
9 Sistema de lastre	52
10 Sistema de sentinas.....	54
11 Servicio sanitario.....	56
11.1 Generador de agua dulce	58
11.2 Bomba de suministro de agua potable	59
11.3 Calentadores de agua.....	69
11.4 Tanque de presión	70
11.5 Tratamiento de aguas residuales	72
12 Sistema de aire acondicionado	75

1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno definiremos los principales equipos y servicios de los que dispone nuestro buque proyecto. Los servicios principales que dimensionaremos a continuación son:

- Equipo de amarre y fondeo
- Equipo de salvamento
- Equipo de contraincendios
- Equipo de lastre y sentinas
- Equipos de navegación y comunicaciones
- Equipo de ventilación
- Equipo de generación de agua dulce
- Equipos de carga y descarga del buque

Recordemos que las características principales de nuestro buque obtenidas en cuadernos anteriores son:

Dimensiones	
L_{oa}	342,62 m
L_{PP}	326 m
B	47 m
D	28 m
T	16 m
C_B	0,671
Δ	172205 t
F_N	0,1817
C_M	0,992
C_P	0,677
C_F	0,827
Velocidad	20 nudos
TEU's totales	11000
TEU's cubierta	6168
TEU's bodega	4840
Tripulación	30

2 EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

En este apartado dimensionaremos el equipo de amarre y empleando las directrices del reglamento DNV-GL.

2.1 Numeral de equipo

Para la obtención del numeral de equipo seguiremos lo dispuesto en el DNV-GL Parte 3 Capítulo 11, donde:

3 Equipment specification

3.1 Equipment number

3.1.1 Equipment number for anchors and chain cables

The equipment number is given by the formula:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 BH + 0.1 A$$

where:

H = effective height in m from the summer load waterline to the top of the uppermost deckhouse, to be measured as follows:

$$H = a + \sum h_i$$

a = distance in m from summer load waterline amidships to the upper deck at side

- h_i = height in m on the centreline of each tier of houses having a breadth greater than $B/4$. For the lowest tier, h_i shall be measured at centreline from the upper deck, or from a notional deck line where there is local discontinuity in the upper deck, see below Figure 1 for an example
- A = side projected area in m^2 , of the hull, superstructures and houses above the summer load waterline, which is within L of the ship. Houses of breadth of $B/4$ or less shall be disregarded.

In the calculation of Σh_i and A sheer and trim shall be ignored.

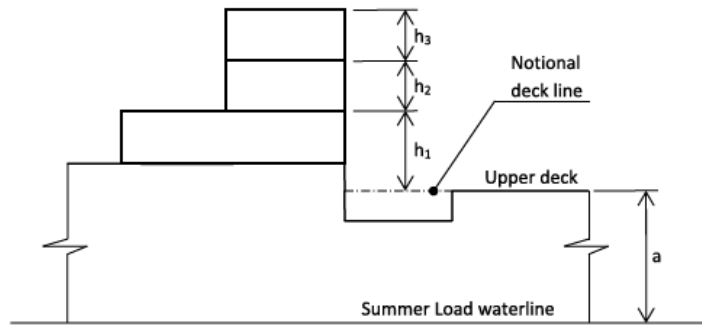


Figure 1 Side projected area

Windscreens or bulwarks more than 1.5 m in height shall be regarded as parts of superstructures and of houses when determining H and A .

For bulwarks more than 1.5 m high, the area A_2 shown in Figure 2 below, shall be included when calculating A .

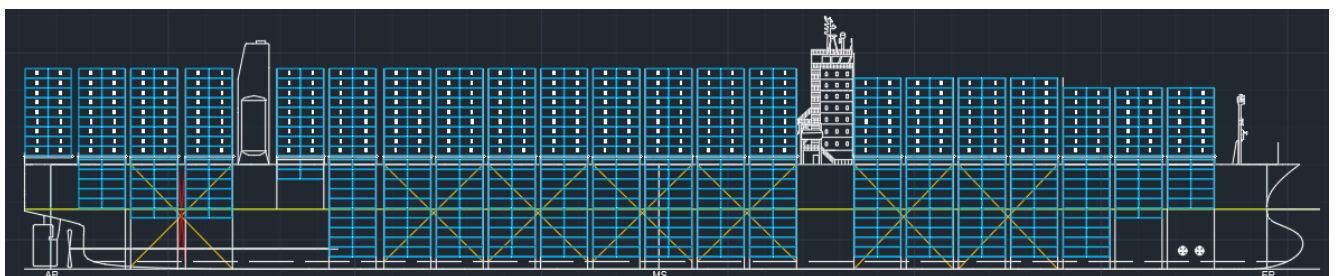
Guidance note:

According to IACS UR A1, the height of the hatch coamings and that of any deck cargo, such as containers, may be disregarded when determining H and A .

- Δ : desplazamiento del buque expresado en toneladas. $\Delta = 172295$ t.
- H : altura expresada en metros, desde la línea de flotación hasta la parte más alta de la superestructura dispuesta en el buque.

$$H = a + \sum b_i$$

- a : distancia expresada en metros desde la línea de calado de verano hasta la cubierta superior. $a = 27 - 13,6 = 13,4$ m.
- b : la mayor altura de las superestructuras con manga superior a $B/4$.
- A : área total lateral del buque, expresada en m^2 . Esta área será medida sobre el plano del buque en "Autocad".



Medida	Valor
<i>Calado de verano</i>	13,6 m
<i>Puntal</i>	27 m
<i>Eslora</i>	342,62 m
<i>Altura de la habitación</i>	30 m
<i>Longitud de la habitación</i>	14 m
<i>Altura de la chimenea</i>	32 m
<i>Longitud de la chimenea</i>	8 m
<i>Altura de las escotillas</i>	2,3 m
<i>Longitud de las escotillas</i>	12,6 m

El área lateral total será **A = 5847,1 m²**.

Por otra banda, **H = 32 + 13,4 = 45,4 m**.

Una vez que tenemos todos los datos, pasaremos a calcular el numeral de equipo según la fórmula expuesta anteriormente.

$$EN = \Delta^{2/3} + (2 \times B \times H) + (0,1 \times A)$$

$$EN = 172205^{2/3} + (2 \times 47 \times 45,4) + (0,1 \times 5847,1) = \mathbf{7947,5}$$

Entrando en la tabla del reglamento con este valor seleccionaremos el numeral de equipo para nuestro equipo. Seleccionaremos el intervalo "EN de 7900 a 8399" donde se enmarca nuestro numeral de equipo (EN = 7947,5).

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾²⁾⁴⁾ (guidance)			
		Number	Mass per anchor kg	Total length m	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
					VL K1 mm	VL K2 mm	VL K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
7900 to 8399	F*	2	24500	770		137	122	300	1471			
8400 to 8899	G*	2	26000	770		142	127	300	1471			
8900 to 9399	H*	2	27500	770		147	132	300	1471			
9400 to 9999	I*	2	29000	770		152	132	300	1471			
10000 to 10699	J*	2	31000	770			137					
10700 to 11499	K*	2	33000	770			142					
11500 to 12399	L*	2	35500	770			147					
12400 to 13399	M*	2	38500	770			152					
13400 to 14599	N*	2	42000	770			157					
14600 to 16000	O*	2	46000	770			162					

- Número de anclas: **3** (llevaremos una de respeto a mayores)
- Masa de cada ancla: **24500 Kg**
- Longitud de cadena total: **770 m** (entre las dos anclas)
- Nº de largos de cadena: $770/27,5 = 28$
- Diámetro de la cadena: seleccionamos el **grado VL K3 de 122 mm**

2.2 Cable de remolque

Asimismo, con el numeral de equipo podemos conocer las propiedades del cable de remolque del buque. Para un EN = 7947,5 tendremos que:

- Longitud total: **300 m**
- Carga de rotura mínima: **1471 kN**

2.3 Amarras

El número de amarras que debemos de disponer viene dado según la siguiente formulación en el reglamento:

3.3.5 Number of mooring lines

The total number of head, stern and breast lines shall be taken as:

$$n = 8,3 \cdot 10^{-4} \cdot A_1 + 6$$

$$n = 8,3 \times 10^{-4} \times A_1 + 6$$

$$n = 8,3 \times 10^{-4} \times 5847,1 + 6 = 10,85$$

Por lo tanto, dispondremos de **11 amarras**.

- Longitud de las amarras: **200 m**
- Carga de rotura mínima:

3.3.4 Minimum breaking strength

The minimum breaking strength, in kN, of the mooring lines shall be taken as:

$$MBL = 0,1 \cdot A_1 + 350$$

$$MBL = 0,1 \times A_1 + 350$$

$$MBL = 0,1 \times 5847,1 + 350$$

$$\mathbf{MBL = 934,71 \text{ kN}}$$

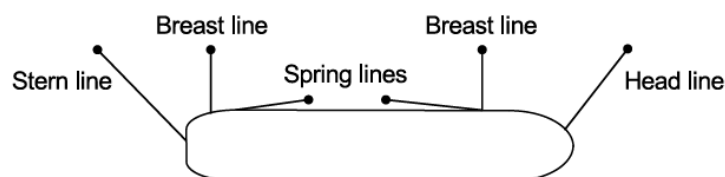


Figure 3 Mooring lines definiton

Dispondremos de 4 chigres de amarre, 2 a popa y 2 a proa.

2.4 Molinete

Para el cálculo de los molinetes seguiremos la formulación descrita en el libro “Normas prácticas para el diseño de molinetes de ancla” de Luis Carral Couce (Revista ingeniería naval, mayo de 1999).

$$P = \frac{[(Pa + 0,02 \times dc^2 \times L) \times 0,87 \times v]}{(4500 \times \eta_m \times \eta_e)}$$

Donde:

- P: potencia requerida por el molinete en caballos.
- Pa: peso dispuesto de cada ancla. Pa = 24500 kg
- dc: diámetro de la cadena, expresado en mm. dc = 122 mm
- L: longitud dispuesta para cada cadena. L = 770/2 = 385 m
- v: velocidad de izada de las anclas por parte de los equipos. v = 10 m/min
- η_m = rendimientos del molinete, que fijaremos en 0,7.
- η_e = rendimientos del escoben, que fijaremos en 0,6.

La potencia de cada uno de los molinetes dispuestos a bordo será:

$$P = \frac{[(24500 + 0,02 \times 122^2 \times 385) \times 0,87 \times 10]}{(4500 \times 0,7 \times 0,6)} = 640,33 \text{ CV} = \mathbf{477,5 \text{ kW}}$$

A continuación, calcularemos la potencia instantánea de los molinetes en el momento del arranque.

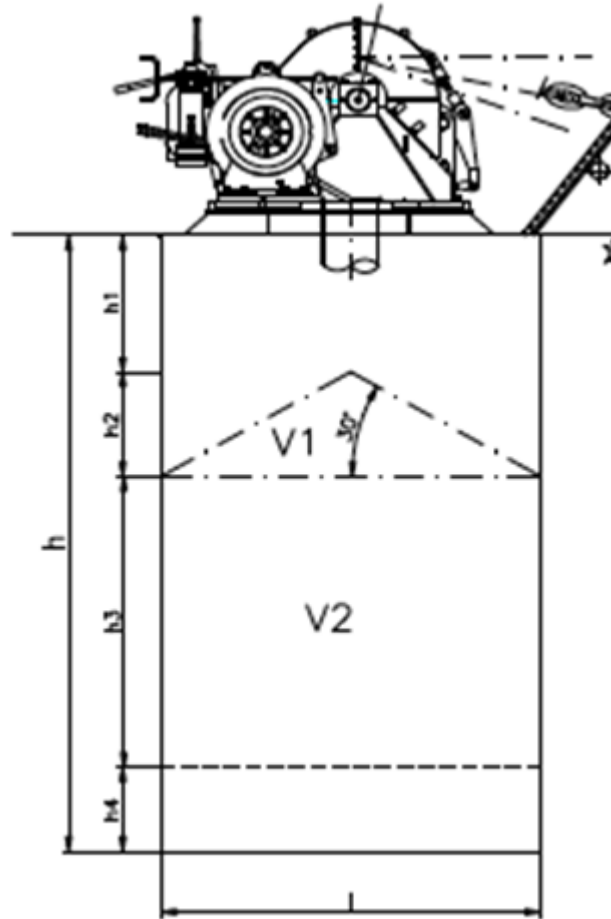
$$P_{INST} = \frac{[(2,1 \times Pa + 0,02 \times dc^2 \times L) \times v]}{(4500 \times \eta_m \times \eta_e)}$$

$$P_{INST} = \frac{[(2,1 \times 24500 + 0,02 \times 122^2 \times 385) \times 10]}{(4500 \times 0,7 \times 0,6)} = 878,6 \text{ CV} = \mathbf{655,17 \text{ kW}}$$

Dispondremos **2 molinetes de 785 kW** a un punto máximo de trabajo 90%, uno a cada banda del buque en la zona de proa.

2.5 Caja de cadenas

La caja de cadenas será el compartimento destinado al almacenaje de las cadenas y para calcular sus dimensiones emplearemos la siguiente formulación:



- l : diámetro o lado propuesto para la caja de cadenas expresado en metros. Tomaremos un valor de $l = 6$ m.
- d : diámetro de la cadena en mm. $d = 122$ mm

En primer lugar, debemos comprobar que l es mayor o igual a $(25 \times d)$:

$$25 \times d = 25 \times 0,122 = 3,05 \text{ m} < 6 \text{ m}$$

En cuanto a las alturas tendremos que:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

Donde:

- h : altura total de la caja de cadenas expresada en m.
- h_1 : altura para la caída de la cadena y el correspondiente acceso de la cadena al compartimento. Tomaremos un valor $h_1 = 2$ m.
- h_2 : este valor se obtendrá de la siguiente manera:

$$h_2 = \frac{l}{2} \times \text{Tan}(30) = \frac{6}{2} \times \text{Tan}(30) = 1,73 \text{ m}$$

- h_3 : este valor se obtendrá de la siguiente manera:

$$h_3 = \frac{V_2}{\pi x \left(\frac{l}{2}\right)^2}$$

$$V_1 = \pi x \left(\frac{l}{2}\right)^2 = \pi x \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 48,9 \text{ m}^2$$

$$V_2 = 3 x V_1 = 146,74 \text{ m}^2$$

$$h_3 = \frac{V_2}{\pi x \left(\frac{l}{2}\right)^2} = 5,19 \text{ m}$$

- h_4 : altura necesaria para el drenaje de la cadena y deposición de desechos no deseados. Tomaremos un valor del 70% de h_1 .

$$h_4 = 0,7 x 2 = 1,4 \text{ m}$$

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 2 + 1,73 + 5,19 + 1,4$$

$$\mathbf{h = 10,32 \text{ m}}$$

Por último, el volumen que tendremos para la caja de cadenas será:

$$V_{TOTAL} = \pi x \left(\frac{l}{2}\right) \times h = 291,8 \text{ m}^3$$

3 EQUIPO DE SALVAMENTO

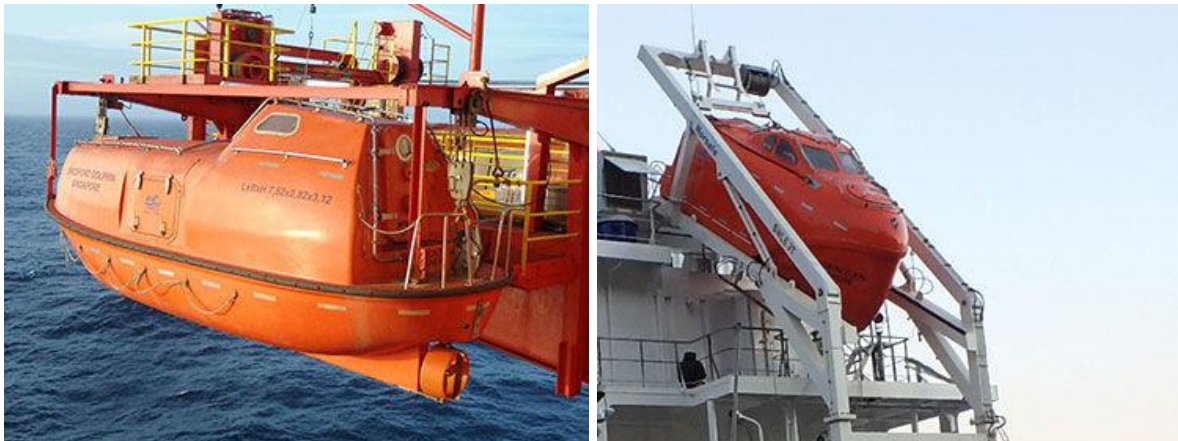
Para la selección de los dispositivos y medios de salvamento, emplearemos lo descrito en el Capítulo III: “Dispositivos y medios de salvamento” del SOLAS.

3.1 Embarcaciones de supervivencia

Según el Capítulo III, Sección III, Regla 31:

3.1.1 Botes y balsas salvavidas

Dispondremos de dos botes salvavidas completamente cerrados. Dichos botes cumplirán con lo prescrito en la sección 4.6 del Código de dispositivos de salvamento y cuya capacidad conjunta en cada banda sea suficiente para cubrir a la totalidad de personas a bordo.



Las balsas salvavidas a bordo debe cubriran el 100% de la tripulacion y se ubicaran a cada banda del buque, asi como en proa. Se verificará el manejo por una sola persona.



3.1.2 Botes de rescate

Se dispondrá de un bote de rescate a bordo que cumpla con lo descrito en la sección 5.1 del Código internacional de dispositivos de salvamento.



3.2 Dispositivos individuales de salvamento

3.2.1 Aros salvavidas

Estarán 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 extienden hasta el costado; habrá por lo menos uno en las proximidades de la popa. La estiba de los mismo permitirá una rápida apertura.

A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una baliza flotante de una longitud igual como mínimo al doble de la altura a la cual vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo, o a 30 m, si este valor es superior. También la mitad al menos del número total de aros salvavidas estarán provistos de luces de encendido automático y al menos dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automático y se podrán soltar rápidamente desde el puente de navegación.

Se instalarán aros salvavidas modelo SOLAR 75 cm de la empresa Lalizas.

El número de aros salvavidas será de 14 para buques de eslora superior a 200 m aunque en nuestro caso llevaremos 20 por si en algún momento se necesitasen más aros por cualquier motivo.



3.2.2 Chalecos salvavidas

El reglamento SOLAS (Capítulo III, Sección I, Regla 7-2) exige tener un chaleco salvavidas para cada uno de los tripulantes a bordo, por lo que en nuestro caso debemos disponer de al menos 30 chalecos.



3.2.3 Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie

Para cada una de las personas designadas como tripulantes de bote de rescate o como miembros de la cuadrilla encargada del sistema de evacuación marino se proveerá un traje de inmersión o de protección contra la intemperie de tal adecuada que cumpla lo prescrito en el SOLAS. Al llevar botes salvavidas totalmente cerrados, cuya capacidad conjunta en cada banda da cabida al número total de personas que van a bordo no será necesario llevar más trajes de inmersión (Regla 32.3.2)



3.2.4 Aparatos lanzacabos

Todo aparato lanzacabos estará compuesto por lo menos de cuatro cohetes cada uno de los cuales podrá lanzar el cabo a 230 m, cuatro cabos con una carga de rotura de 2 KN cada uno.

3.3 Dispositivos radioeléctricos de salvamento

El reglamento SOLAS nos exige tres aparatos radioeléctricos bidireccionales de ondas métricas. Para esto instalaremos tres aparatos de radio VHF de modelo TON TR30 GMDSS de la marca Jotron.

También se exigen dos respondedores de radar, uno a cada banda del buque. Estos aparatos deberán ir colocados en lugares desde los que se puedan colocar rápidamente en cualquiera de las embarcaciones de supervivencia. El tipo de respondedor, también conocidos bajo las siglas SART (Search And Rescue Transponder) de la misma marca que los mencionados anteriormente, modelo TRON SART 20 de la marca Jotron.



Otro de los dispositivos exigidos por el SOLAS será llevar a bordo por lo menos 12 cohetes lanza bengalas con paracaídas que se encuentren estibados en el puente o cerca del mismo. Se llevarán cohetes del modelo Pyrotechnics signal rocket red, de la marca Viking.

El SOLAS nos exige también un sistema de comunicaciones de a bordo y un sistema de alarma.

El sistema de comunicaciones deberá ser un equipo fijo o portátil que permita comunicaciones bidireccionales entre puntos estratégicos a bordo.

En cuanto al sistema de alarma servirá para convocar a los tripulantes en los puestos de reunión, por lo que contará con un equipo de megafónico que deberá ser audible en todos los espacios de alojamiento y trabajo de la tripulación.

Para cumplir este requerimiento se necesitarán dos sistemas: uno será el modelo TRON AIS-TR 8000 de la empresa Jotron, el sistema de alarmas, mientras que el de comunicaciones será el modelo MPA 1600 de la marca Jotron.



4 SERVICIO CONTRA INCENDIOS

Según lo dispuesto en el **SOLAS, Capítulo II-2, Regla 7.5.5:**

“Los espacios de alojamiento y 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, dependiendo del método de protección adoptado de conformidad con lo dispuesto en la Regla 9.2.3.1”.

Adoptaremos el Método IIC donde:

“Habrá un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contra incendios de tipo aprobado que cumpla las prescripciones pertinentes del Código de sistema de seguridad contra incendios, instalado y dispuesto de manera que proteja los espacios de alojamiento, las cocinas y otros espacios de servicio, salvo los que no presenten un verdadero riesgo de incendio, tales como espacios perdidos, locales sanitarios, etc. Además, habrá un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios instalado y dispuesto de manera que permita detectar la presencia de humo en todos los pasillos, las escaleras y las vías de evacuación situados dentro de los espacios de alojamiento”

Regla 9.2.3.2.3 Mamparos situados dentro de las zonas de alojamiento.

“Método IIC: la construcción de los mamparos de los buques de carga que de acuerdo con esta u otras reglas no hayan de ser necesariamente divisiones de clase A o B no estará sujeta a ninguna restricción, salvo en los casos concretos en que se exijan mamparos de clase C de conformidad con la tabla 9.5”

En las zonas más sensibles a incendios dispondremos de mamparos resistentes al fuego A-60, como son la cámara de máquinas, cocina, tronco de escaleras entre otros.”

Regla 10.2.1.3 Diámetro del colector contra incendios.

“El diámetro del colector y de las tuberías contra incendios será suficiente para la distribución eficaz del caudal máximo de agua requerido para dos bombas contra incendios funcionando simultáneamente, salvo cuando se trate de buques de carga, en cuyo caso bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de 140 m³/h.”

Regla 10.2.1.5 Número y distribución de las bocas contra incendios.

“El número y distribución de las bocas contra incendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua que no procedan de la misma boca contra incendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a los pasajeros o a la tripulación mientras el buque navega, y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío, cualquier espacio de carga rodada o cualquier espacio para vehículos.”

Regla 10.2.1.6 Presión de las bocas contraincendios

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

Buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 6000: 0,27 N/mm² (**2,7 bar**).”

La presión mínima en las bocas contraincendios será igual a 2,7 bares.

Regla 10.2.2. Bombas contraincendios

“Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales podrán aceptarse como bombas contraincendios siempre que no se utilicen normalmente para bombear hidrocarburos y que, si se destinan de vez en cuando a trasvasar o elevar combustible líquido, están provistas de los dispositivos de cambio apropiados.

Los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 1000 irán provistos de al menos dos bombas contraincendios”. Dispondremos a bordo de una a mayores de emergencia.

Regla 10.2.2.3.2.1 Ubicación del espacio

“El espacio en que se halle la bomba contraincendios no estará contiguo a los contornos de los espacios de categoría A para maquinas ni a los de los espacios en los que se encuentren las bombas contraincendios principales. Cuando esto no sea factible, el mamparo común entre los dos espacios estará aislado de conformidad con unas normas de protección estructural contra incendios equivalentes a las prescritas para los puestos de control.”

Regla 10.2.2.4 Capacidad de las bombas contraincendios

1. Las bombas contraincendios prescritas deberán poder suministrar a la presión estipulada en el párrafo 2.1.6. el caudal de agua siguiente, para fines de extinción:

En los buques de carga, sin incluir las bombas de emergencia, el caudal de agua no será inferior a cuatro tercios del caudal que según la Regla II-1/35-1 debería evacuar cada una de las bombas de sentina independientemente de un buque de pasaje de las mismas dimensiones cuando se la utilizara en operaciones de achique, aunque en ningún buque de carga distintos de los que se indican en el párrafo 7.3.2 será necesario que la capacidad total exigida de las bombas contraincendios sea superior a 180 m³/h.

2. Capacidad de cada bomba contraincendios. Cada una de las bombas contraincendios presentes (aparte de las bombas de emergencia prescritas en el párrafo 2.2.3.1.2 para los buques de carga) tendrá una capacidad no inferior al 80% de la capacidad total exigida dividida por el número mínimo de bombas contraincendios prescritas, y nunca inferior a 25 m³/h.

Regla II-1/21.2.9 El diámetro del colector de achique se calculará utilizando la siguiente formulación:

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

Donde:

- L: eslora entre perpendiculares de proyecto. L = 326 m
- B: manga de proyecto. B = 47 m
- D: puntal de proyecto. D = 28 m

$$d = 25 + 1,68 \times \sqrt{326 \times (47 + 28)}$$

$$d = 287,7 \text{ mm}$$

El caudal de sentinas lo obtendremos según lo dispuesto en el reglamento DNV-GL Parte 4, Capítulo 6, Sección 4:

8.2 Capacity and types of bilge pumping units

8.2.1 Each bilge-pumping unit shall be capable of giving a water velocity of at least 2 m/s through a rule size main bilge pipe.

8.2.2 Where the capacity of one bilge pumping unit is somewhat less than required, the deficiency may be made up for by the other bilge pumping unit. However, the capacity of the smaller bilge-pumping unit shall not be less than one third of the combined pumping capacity.

8.2.3 Pumping unit capacity determined from pipe diameter given in [8.4] is specified in Table 1.

The pump capacity Q in m^3/hour may also be determined from the formula:

$$Q = \frac{5,75d^2}{10^3}$$

where:

d = bore of bilge pipe in mm according to [8.4.1] or [8.4.2].

For ships with spaces protected by water sprinkler systems see also [4.2.3].

$$Q_{SENTINA} = \frac{5,75 \times d^2}{10^3} = \frac{5,75 \times 287,7^2}{10^3} = 476 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{CONTRAINCENDIOS} = \frac{4}{3} \times Q_{SENTINAS} = 634,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

A continuación, se muestran las líneas



La línea más desfavorable es la línea 4, como se muestra en el esquema:

- Longitud horizontal = 265,2 m
- Longitud vertical = 27,12 m

Por lo tanto, la longitud total de la tubería será de 292,32 m.

Según el SOLAS la presión en la boca de la manguera será de 2,7 bar, con 4 codos a lo largo del recorrido. La velocidad que fijaremos para el flujo en el interior de la tubería es de 4 m/s y un caudal de 180 m³/h.

Para obtener el diámetro mínimo de la tubería, sustituiremos en la fórmula siguiente los datos obtenidos:

$$Q = S \times V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times 4 \text{ m/s}$$

Sabiendo que $Q = 180 \text{ m}^3/\text{h} = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$, con lo que el diámetro mínimo será de 0,126 m.

Las pérdidas de carga totales debida a la fricción en el interior de la tubería y el paso por los codos de la misma se calcularán mediante la fórmula de Hazen-Williams:

$$P = \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times 6,05 \times 10^5$$

Donde:

- P: pérdida de carga por metro en las tuberías
- Q: caudal que circula por la tubería. $Q = 180 \text{ m}^3/\text{h} = 3000 \text{ l/m}$.
- C: constante en función del tipo de tubería. $C = 5,2$.
- d: diámetro interior de la tubería, que según hemos calculado anteriormente es de 0,126 m = 126 mm

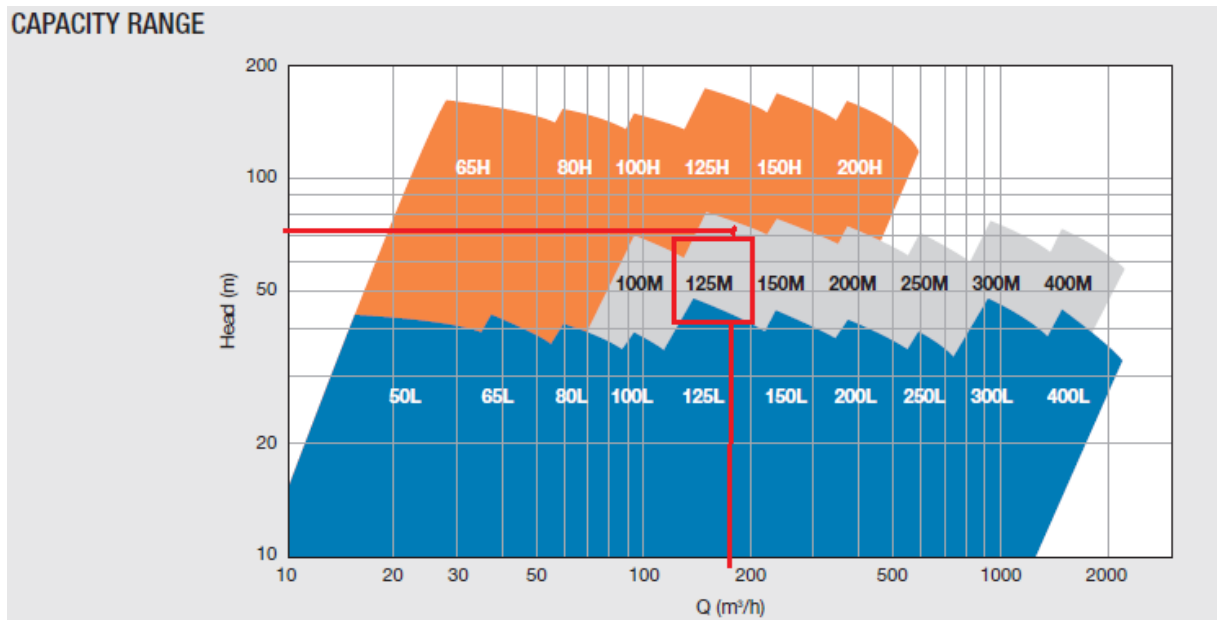
$$\text{Pérdidas} = \frac{3000^{1,85}}{5,2^{1,85} \times 126^{4,87}} \times 6,05 \times 10^5 = \mathbf{4,58 \text{ bar}}$$

Sabiendo que a la salida de la bomba contraincendios debemos garantizar 2,7 bar y las perdidas en la tubería son de 4,58 bar, la bomba seleccionada tendrá una presión de al menos **7,28 bar**, o lo que es lo mismo, 72,8 m.c.a..

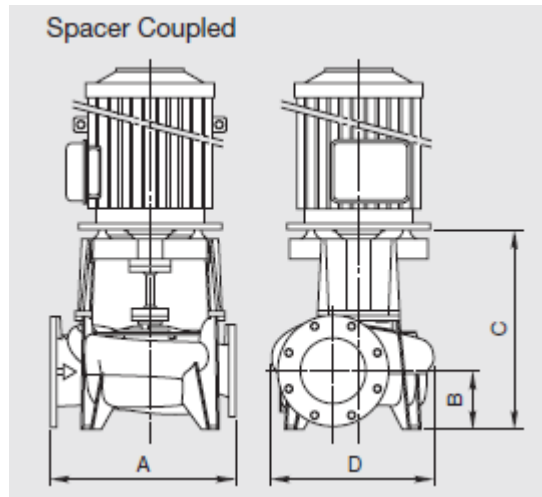
Se instalarán 2 bombas (más una de respeto) que suministrarán un caudal total mínimo superior a 80% del caudal exigido, que recordemos era de 180 m3/h.

$$\text{Caudal mínimo de bombas contraincendios} = \frac{0,8 \times 180}{2} = 72 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sin embargo, como el caudal y presiones mínimas eran de 180m3/h y 72,8 m.c.a descritos anteriormente, seleccionaremos 2 bombas C2G-125M.



MEDIUM PRESSURE	Pump size	Flange according to ISO 7005 PN10 or JIS B2210-10K		Dimensions (mm)				Weight* (kg)
		Discharge flange ND	Suction flange ND	A	B	C	D	
	C2G - 100M	100	125	450	130	496	398	83
C2G - 125M	125	150	680	147	606	527	189	
C2G - 150M	150	200	700	175	634	557	217	
C2G - 200M	200	250	710	205	730	577	329	
C2G - 250M	250	300	800	230	757	669	346	
C2G - 300M	300	350	1200	270	1049	894	585	
C2G - 400M	400	500	1320	350	1199	993	755	



4.1 Equipo de extinción de incendios en cámara de máquinas y bodegas

El SOLAS establece lo siguiente:

Capítulo II-2/10.5.2.1: Sistemas fijos de extinción de incendios:

“Los espacios de categoría A para maquinas que contengan motores de combustión interna estarán provistos de uno de los sistemas fijos de extinción de incendios indicados en el párrafo 4.1.”

Capítulo II-2/10.4.1: Tipos de sistemas fijos de extinción de incendios

4.1.1.1: Un sistema fijo de extinción por gas que cumpla lo dispuesto en el Código de sistema de seguridad contra incendios

En el Capítulo V del “Código de sistemas de seguridad contra incendios” se define lo siguiente:

2.1.3.4: No se permitirá la descarga automática del agente extintor de incendios salvo que lo autorice la Administración.

2.2: Sistemas de anhídrido carbónico

2.2.1: Cantidad de agente extintor de incendios

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

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

- El 40% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor, situada encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor es igual o inferior al 40% de la zona horizontal del espacio considerado, medida a la mitad de la

distancia entre la parte superior del tanque bruto y la parte más baja del guardacalor; o

- El 35% del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.

2.2.1.4: A los efectos del presente párrafo, el volumen de anhídrido carbónico libre se calculará a razón de 0,56 m³/kg.

2.2.1.5: En los espacios de máquinas, el sistema fijo de tuberías será tal que, en un plazo de 2 minutos, se pueda descargar el 85% del gas dentro del espacio considerado.

Para el cálculo del CO₂ emplearemos la tabla de volúmenes en las bodegas de carga descrito en el cuaderno 9:

Bodega	Capacidad (m³)
1	6760
2	7800
3	7800
4	2600
5	13520
6	13520
7	13520
8	13520
9	13520
10	13520
11	13520
12	13520
13	13520
14	13520
15	13520
16	13520
17	10920
18	8840
19	6825
20	5460
<i>Cámara de máquinas</i>	23500
<i>Sala Diesel Almacén</i>	2750
<i>Guardacalor</i>	3536

Por lo tanto, el volumen que necesitaremos disponer de CO₂ a bordo será:

$$Vol\ CO_2 = \max\{0,3 \times 13500 ; 0,4 \times 23500 ; 0,35 \times 3536\}$$

$$Vol\ CO_2 = \max\{4050 ; 9400 ; 1237,6\} = 9400\ m^3$$

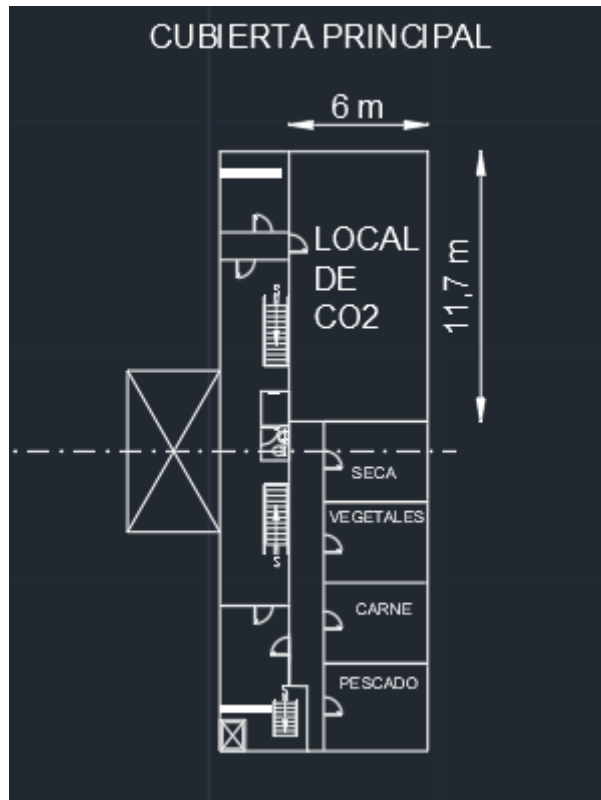
Sabiendo que el peso específico del CO₂ es de 0,56 m³/kg, podemos obtener la masa que necesitaremos:

$$Kg \text{ de } CO_2 = 16785,7 \text{ Kg}$$

Como cada botella almacena un total de 50 kg, necesitaremos un total de **336 botellas**.

$$\text{Área requerida} = \pi \times r^2 \times n^{\circ} \text{ botellas} == \pi \times 0,25^2 \times 336 = 69 \text{ m}^2$$

Como habíamos reflejado en el cuaderno 7, el local de CO₂ se encuentra en la cubierta principal y dispone de un área de 70,2 m².



4.2 Equipo de extinción de incendios en habitación y bodegas

Para los siguientes espacios de habitación y bodegas dispondremos de un sistema de lucha contra incendios empleando agua nebulizada, con sistema de esparcimiento de agua dulce sobre las superficies afectadas.

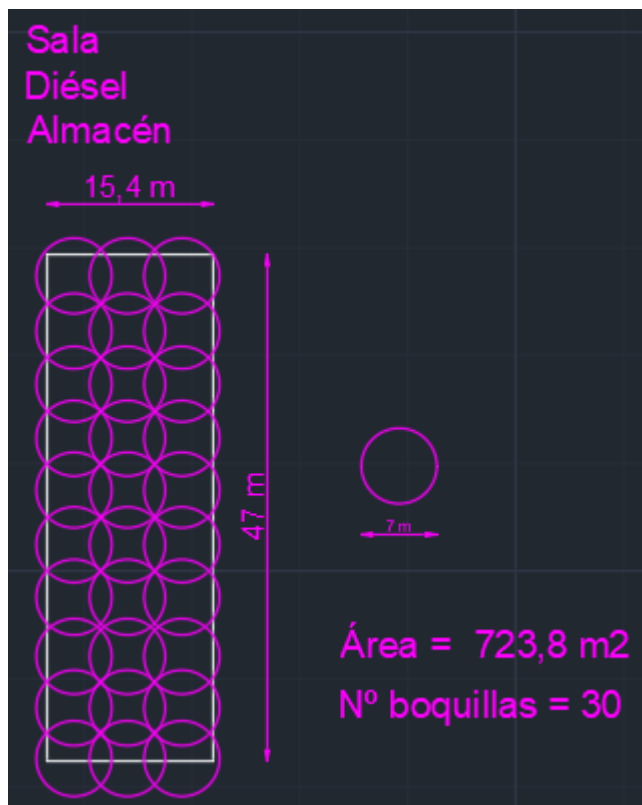
Cada boquilla del sistema de rociado debe de cubrir un diámetro de 7 m al menos, por lo que se presentarán los espacios con sus respectivos puntos de rociado.

Cubiertas y puente



Bodegas de carga



Sala diésel almacén

A continuación, realizaremos el cálculo del caudal de agua nebulizada que necesitaremos. Para el cálculo del caudal lo haremos para el caso más desfavorable, que será el área de la sala de diésel almacén (723,8 m²).

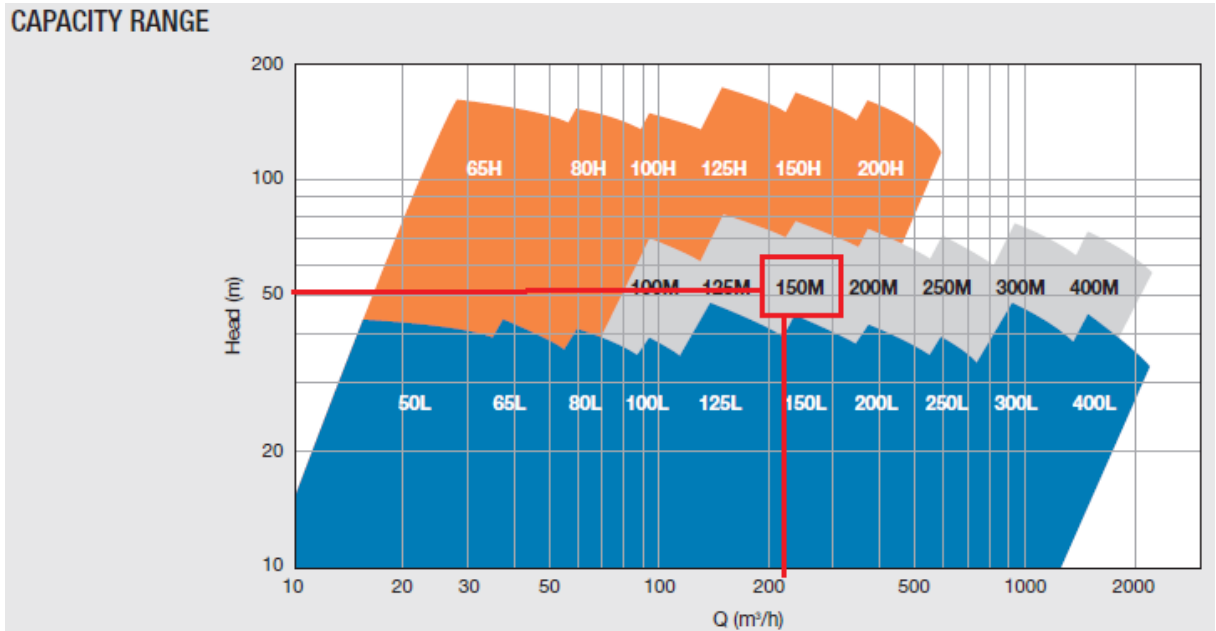
$$Q = \frac{60}{1000} \times R \times A$$

Donde:

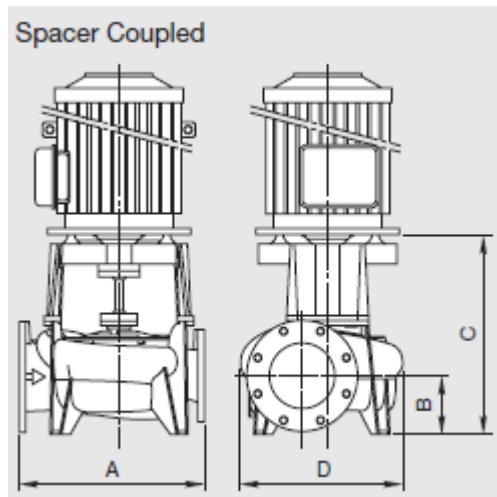
- Q: caudal requerido para la bomba de agua, en m³/h.
- R: capacidad específica, cuyo valor será de 5 litros/min x m².
- A: área del mayor compartimento a cubrir por el sistema de extinción (A = 723,8 m²)

$$Q = \frac{60}{1000} \times 5 \times 723,8 = 217,14 \frac{m^3}{h}$$

En el apartado contraincendios del convenio SOLAS, se establece que debemos disponer de 2 bombas para extinción de incendios en buques de carga. Seleccionaremos **2 bombas C2G-150 M** de la marca Wärtsilä, con una capacidad de **230 m³/h** a 50 m.c.a..



MEDIUM PRESSURE	Pump size	Flange according to ISO 7005 PN10 or JIS B2210-10K		Dimensions (mm)				Weight* (kg)
		Discharge flange ND	Suction flange ND	A	B	C	D	
	C2G - 100M	100	125	450	130	496	398	83
C2G - 125M	125	150	680	147	606	527	189	
C2G - 150M	150	200	700	175	634	557	217	
C2G - 200M	200	250	710	205	730	577	329	
C2G - 250M	250	300	800	230	757	669	346	
C2G - 300M	300	350	1200	270	1049	894	585	
C2G - 400M	400	500	1320	350	1199	993	755	



Las bombas se ubicarán en la cámara de máquinas de nuestro buque.

4.3 Bomba contra incendios de emergencia

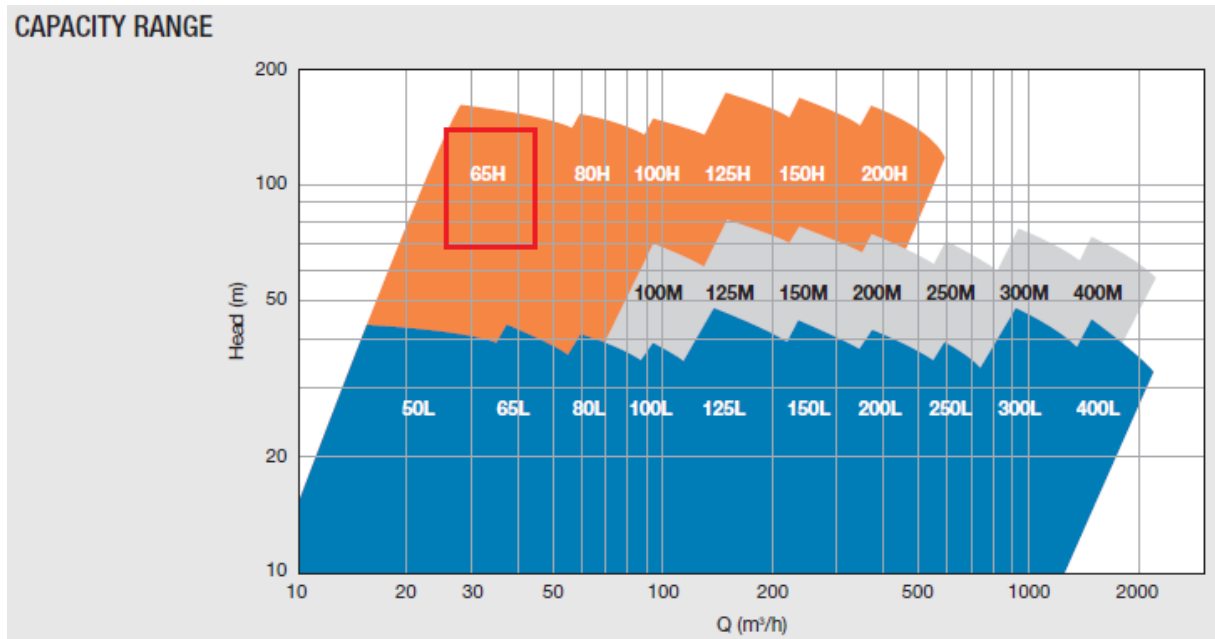
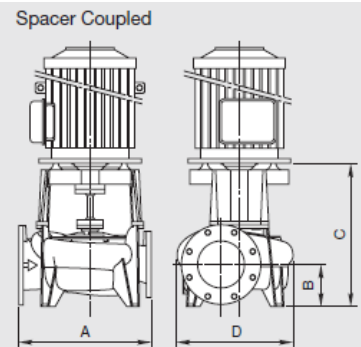
Como se especifica en el SOLAS Capítulo II-2 Parte C Regla 10.2, dispondremos a mayores de una bomba contra incendios de emergencia a mayores de las descritas anteriormente, con las siguientes características:

- Tipo: centrífuga
- Presión: 7-9 bar
- Número: 1

Para buques de arqueo bruto igual o mayor a 2000 GT, el caudal mínimo que se debe tener dicha bomba es de 25 m³/h.

Escogeremos una bomba Wärtsilä C2G-65H con un caudal medio de 40 m³/h a una presión de entre 50 y 140 m.c.a..

ME	Pump size	Flange according to ISO 7005 PN10 or JIS B2210-10K		Dimensions (mm)				Weight* (kg)
		Discharge flange ND	Suction flange ND	A	B	C	D	
	C2G - 250M	250	300	800	230	757	669	346
	C2G - 300M	300	350	1200	270	1049	894	585
	C2G - 400M	400	500	1320	350	1199	993	755
HIGH PRESSURE	C2G - 65H	65	80	500	105	481	477	121
	C2G - 80H	80	100	500	115	496	477	126
	C2G - 100H	100	125	500	150	619	660	126
	C2G - 125H	125	150	500	170	640	660	209
	C2G - 150H	150	200	560	195	684	660	231
	C2G - 200H	200	250	630	228	724	660	258



La ubicación de la bomba de emergencia será bajo la habilitación del buque.

5 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

En este apartado se describen los equipos a bordo dedicados a fonda y hotel

Equipo de cocinas y oficios:

- Dos fregaderos de acero inoxidable, con dos senos, escurridores laterales, así como servicios de agua dulce fría y caliente
- Masa de trabajos
- Cocina industrial equipada con seis fuegos, cada uno de ellos de 6 kW.
- Una freidora. Incluirá equipo de extinción de acuerdo con las reglas si fuese necesario
- Dos cafeteras eléctricas con brazo de doble salida. Además de las dos cafeteras mencionadas encontraremos otras 8 cafeteras de este tipo repartidas en las diferentes salas de estar y el comedor
- Dos lavavajillas industriales
- Dos frigoríficos de 895 litros de capacidad
- Cuatro microondas

Gambuzas:

- Cámara de carne y congelados a -25°C
- Una cámara de pescado a -25°C
- Una cámara de frutas, verduras y lácteos a $+2^{\circ}\text{C}$

Equipo de lavandería:

- Dos lavadoras industriales
- Dos secadoras
- Dos planchas
- Un fregadero de acero inoxidable
- Estanterías, contorneando el local
- Armario para utensilios de lavado

6 SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA

Nuestro buque dispone de 19 bodegas, las cuales están equipadas con guías celulares que permiten la estiba de contenedores de 20 pies (2 TEUS en fila) y 40 pies. Las brazolas tienen una altura de 2,65 metros y sobre ellas hemos dispuesto unas tapas del tipo PONTÓN.

Sin embargo, no dispondremos de medios propios de transferencia de la carga, aunque si de una grúa de suministros y medios apropiados para izar los botes de rescate.

El modelo seleccionado para la grúa de transferencia de suministros será el siguiente:

TECHNICAL INFORMATION C06

General purpose (GP) crane

Handle your spares and provisions in a safe and reliable way

Crane type

GP electro hydraulic cranes are self-contained all-purpose cranes. Their design is robust and solid, and components are chosen for their durability even in the most hostile marine environment.

The standard range covers capacities from 3 tonnes to 10 tonnes, with outreaches of up to 20m.

As standard, a GP crane is controlled from a platform above the slewing ring. A portable electric remote-control unit is available as an option.

All crane movements are smooth and fast, with stepless speed control. Two crane motions can be used at the same time at full capacity, but with reduced speed.

The product range includes hydraulic cranes for service operations, stores handling and special applications, meeting every requirement under any condition.

General design

GP cranes are designed for a temperature range from +45°C to the lowest ambient working temperature for worldwide trading according to classification societies' requirements. All crane types employ the same basic machinery, but differ in the arrangement of components.

Standardised and modularised components make the cranes easy to build with safe working loads from 3 tonnes up to 10 tonnes and with outreaches of up to 20m.

HOISTING CAPACITY:
3-10t

JIB RADIUS:
8-20m

HOISTING SPEED:
10-20 m/min

Important crane criteria

- Self contained
- Precise stepless speed control
- Easy maintenance

Available extras

- Y10 starter for low starting currents
- Limit switches for luffing, slewing and hoisting
- Portable electric remote control, cable or wireless
- Oil cooler for use in hot climates
- Floodlights
- Increased pedestal height
- GUS fittings
- Designed for extremely low temperatures (arctic cranes)
- Slip-ring device
- Centralised power supply
- Cab
- Personnel handling
- Top-Sleeve

Cargotec is a global leader in cargo handling solutions around the world. Cargotec's global network is customer close to customers and offers extensive services that ensure the continuous, reliable and sustainable performance of equipment.

Financed by the global institutions supported by Cargotec's 100+ years of experience as part of the world's most advanced, innovative and sustainable solutions providers in the cargo port sector.

Cargotec Sweden AB
Marina
Sjögatan 4 G
SE-401 85 Orustidavik
Sweden
Tel: +46 (0)360 29 40 00
Fax: +46 (0)360 124 55
www.cargotec.com

7 SISTEMAS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Según lo dispuesto en el SOLAS Capitulo IV Parte C se establecen los equipos a instalar en el buque en función de las zonas de navegación. Se considerará que buque proyecto navegará en las zonas A1, A2 y A3.

Regla 7 “Equipo radioeléctrico”:

Todo buque irá provisto de:

- Una instalación de ondas métricas que puedan transmitir y recibir;
 - Mediante LSD en la frecuencia de 156,525 MHz (canal 70). Será posible iniciar la transmisión de las alertas de socorro en el canal 70 en el puesto desde el que se gobierne normalmente el buque; y
 - Mediante radiotelefonía en las frecuencias 156,300 MHz (canal 6), 156,650 MHz (canal 13) y 156,800 MHz (canal 16).
- Una instalación radioeléctrica que pueda mantener una escucha continua de LSD en el canal 70 de la banda de ondas métricas., la cual podrá hallarse separada o combinas con el equipo antes prescrito
 - Un respondedor de rada que pueda funcionar en la banda de 9 GHz
 - Un receptor que pueda recibir las transmisiones de servicio NAVTEX internacional si el buque se dedica a efectuar viajes en alguna zona en la que preste un servicio NAVTEX internacional
- Una instalación radioeléctrica para la recepción de información sobre seguridad marítima por el sistema de llamada intensificada a grupos de INMARSAT, si el buque se dedica a efectuará viajes en algunas de las zonas cubiertas por INMARSAT, pero en la cual no se presta un servicio NAVTEX internacional.
- Una radiobaliza de localizaciones de siniestros por satélite (RLS satelitaria) que:
 - Tenga capacidad para transmitir una alerta de socorro, bien a través del servicio de satélites de órbita polar que trabaja en la banda de 406 MHz, bien, si el buque se dedica únicamente a viajes dentro del ámbito de cobertura de Inmarsat, a través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat que trabaja en la banda de 1,6 GHz.
 - Esté instalada en un lugar fácilmente accesible.
 - Esté lista para ser soltada manualmente y pueda ser transportada por una persona a una embarcación de supervivencia.
 - Pueda zafarse y flotar si se hunde el buque y ser activada automáticamente cuando está a flote; y
 - Pueda ser activada manualmente.

En la Capitulo III Regla 6.2.1 se define que “En todo buque de pasaje y en todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 se proveerán por lo menos tres aparatos radioeléctricos bidireccionales de ondas métricas.

En la Capitulo IV Regla 15.7 se especifica que “En buques dedicados a viajes en zonas marítimas A3 y A4, la disponibilidad de asegurará utilizando una combinación de dos métodos como mínimo, tales como la duplicidad de equipo, el mantenimiento en tierra o la capacidad de mantenimiento del equipo electrónico en la mar, que apruebe la administración, teniendo en cuenta las recomendaciones de la Organización.

Según la regla IV/10 tenemos dos opciones para zonas marítimas A1, A2 y A3.

Opción 1:

- Estación terrena de buque de Inmarsat que pueda:
 - Transmitir y recibir comunicaciones de socorro y seguridad utilizando telegrafía de impresión directa
 - Iniciar y recibir llamadas prioritarias de socorro
 - Mantener un servicio de escucha para las alertas de socorro buque-costera, incluidos los dirigidos a zonas geográficas especialmente definidas
 - Transmitir y recibir radiocomunicaciones generales utilizando radiotelefonía o telegrafía de impresión directa; y
- Una instalación radioeléctrica de ondas hectométricas que pueda transmitir y recibir, a efectos de socorro y seguridad en las frecuencias de:
 - 2187,5 kHz utilizando LSD; y
 - 2187,5 kHz utilizando radiotelefonía; y
- Una instalación radioeléctrica que pueda mantener una escucha continua de LSD en la frecuencia de 2187,5 kHz, instalación que puede estar separada de la prescrita anteriormente o combinada con ella; y
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buque-costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que trabaje:
 - A través del servicio de satélites de órbita polar de 406 MHz, bien instalándola próxima al puesto habitual de gobierno del buque, bien teleactivándola desde el mismo
 - En ondas decamétricas utilizando LSD; o
 - A través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat, mediante una estación terrena de buque, bien instalándola próxima al puesto habitual de gobierno del buque, bien teleactivándola desde el mismo.

Opción 2:

- Una instalación de ondas hectométricas/decamétrcias que pueda transmitir y recibir, a efectos de socorro y seguridad, en todas las frecuencias de socorro y

seguridad de las bandas comprendidas entre 1605 kHz y 4000 kHz y entre 4000 kHz y 27500 kHz utilizando:

- Llamada selectiva digital;
- Radiotelefonía; y
- Telegrafía de impresión directa; y
- Equipo que permita mantener un servicio de escucha LSD en las frecuencias de 2187,5 kHz, 8414,5 kHz y por lo menos en una de las frecuencias de socorro y seguridad de LSD de 4207,5 kHz, 6312 kHz, 12577 kHz o 16804,5 kHz; en todo momento podrá elegirse cualquiera de estas frecuencias de socorro y seguridad de LSD; y
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buque-costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que no sea el de ondas decamétricas y que trabaje:
 - A través del sistema de satélites de órbita polar de 406 MHz;
 - A través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat; esta prescripción puede quedar satisfecha mediante;
- Una estación terrena de buque de Inmarsat; o
- La RLS satelitaria.
- Además, los buques deberán poder transmitir y recibir radiocomunicaciones generales utilizando radiotelefonía o telegrafía de impresión directa mediante una instalación de ondas hectométricas/decamétricas que trabaje en las frecuencias que trabajo de las bandas comprendidas entre 1605 kHz y 4000 kHz y entre 4000 kHz y 27500 kHz.

7.1 Aparatos y sistemas náuticos

El SOLAS en el Capítulo V Regla 19.2.1 dice que “Todo buque, independientemente de su tamaño, tendrá:

- Un compás magistral magnético debidamente compensado y otro medio, independiente de cualquier suministro de energía, 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, u otro medio independiente de cualquier suministro de energía, para obtener demoras en un arco de horizontes de 360°;
- Medios para corregir y obtener el rumbo y demora verdaderos;
- Cartas y publicaciones náuticas para panificar y presentar visualmente la derrota del buque para el viaje previsto y trazar la derrota y verificar la situación durante el viaje. Se podrá aceptar un sistema de información y visualización de cartas electrónicas;
- Un receptor para el sistema mundial de navegación por satélite, un sistema de radionavegación terrenal u otro medio adecuado que pueden utilizarse en todo

momento durante el viaje previsto, para determinar y actualizar la situación del buque con medios automáticos;"

En el SOLAS Capítulo VI Regla 19.2.3 se especifica "Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 300, además estarán equipados con:

- Un ecosonda y otro medio electrónico para medir y presentar visualmente la profundidad del agua;
- Un radar de 9 GHz y otro medio para determinar y presentar visualmente la distancia y la demora de los respondedores de búsqueda y salvamento y de otras embarcaciones de superficie, obstrucciones, bojas, litorales y marcas que ayude a la navegación y a evitar abordajes;
- Una ayuda de punteo electrónico u otro medio 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 u otro medio para indicar la velocidad y la distancia en el agua;
- Un dispositivo transmisor del rumbo."

El SOLAS en el Capítulo V Regla 19.2.4 nos dice "Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 300, estarán equipados con un sistema de identificación automática (SIA):

- Proporcionará automáticamente a las estaciones costeras y a otros buques aeronaves que cuenten con los aparatos adecuados, información que incluya, entre otras cosas, la identidad, el tipo, la situación, el rumbo, la velocidad y las condiciones de navegación del buque, así como otros datos relativos a la seguridad de este.
- Recibirá automáticamente tal información de los buques que cuenten con aparatos compatibles;
- Vigilará a los buques y efectuará su seguimiento; e
- Intercambiará datos con las instalaciones en tierra"

SOLAS Capítulo V Regla 19.2.5 "Todos os buques de arqueo bruto igual o superior a 500, dispondrán de:

- Un girocompás y otro medio para determinar y presentar visualmente su rumbo por medio no magnéticos que permita transmitir información sobre el rumbo.
- Un repetidor del rumbo indicado por el girocompás u otro medio para facilitar visualmente información sobre el rumbo en el puesto de gobierno de emergencia, si lo hubiese;
- Un repetidor de las marcaciones indicadas por el girocompás u otro medio para obtener demoras en un arco de horizonte de 360º, utilizando el girocompás u otro medio.
- Indicadores de la posición del timón, del sentido de giro, empuje y paso de la hélice y de la modalidad de funcionamiento u otros medios para determinar y presentar visualmente el ángulo de medida del timón, la rotación de las hélices, la potencia y dirección del empuje y, si procede, la potencia y dirección del empuje

lateral y el paso y la modalidad de funcionamiento, de manera que todos ellos sean legibles desde el puesto de órdenes de maniobra; y

- Una ayuda de seguimiento automático u otro medio para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros blancos a fin de determinar el riesgo de abordaje.

Además, en el Capítulo V Regla 19.2.7 y 19.2.8 se especifica que todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 3000 tendrá un radar de 3 GHz o un segundo radar de 9 GHz. Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 10000 tendrán:

- Una ayuda de punteo de radar automática u otro medio para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros 20 blancos como mínimo, conectada a un indicador de la velocidad y la distancia en el agua, a fin de determinar el riesgo de abordaje y simular una maniobra de prueba; y
- Un sistema de control del rumbo o de la derrota u otro medio para regular y mantener automáticamente el rumbo o una derrota recta.

7.2 Comunicaciones interiores

7.2.1 Telégrafo de máquinas

El buque llevará un telégrafo de máquinas eléctricos para transmitir órdenes desde el puente de gobierno a la cámara de máquinas

7.2.2 Telégrafos interiores

Se instalará un sistema de teléfonos interiores para poder comunicarse entre si y cada uno con los siguientes locales: puente de gobierno, cámara de máquinas, camarote del capitán, camarote del jefe de máquinas, cámara de control de máquinas, local del servo.

7.2.3 Altavoces

Se dispondrá un equipo de altavoces de órdenes en puente, castillo y toldilla. También se dispondrán altavoces en los comedores, salones y pasillos.

8 SISTEMA DE VENTILACIÓN EN CÁMARA DE MÁQUINAS Y ESPACIOS DE CARGA

8.1 Ventilación en cámara de máquinas

En este apartado abordaremos los cálculos necesarios para la ventilación de la cámara de máquinas. Para ello emplearemos la Norma UNE – En ISO 8861.1999.

Según la norma:

“El flujo de aire total Q a la salida de máquinas debe ser al menos el del valor más alto de los dos cálculos siguientes:

- $Q = q_c + q_h$ según se calcula en los apartados 5.2 y en 5.3 respectivamente
- $Q = 1,5 \times q_c$, es decir, el flujo de aire para combustión + el 50%. El flujo de aire total a la sala de máquinas no debe ser menor que el flujo de aire para la combustión más el 50%.”

8.1.1 Cálculo del aire de combustión

“Cantidad de flujo de aire para la combustión. La cantidad de flujo de aire para la combustión, q_c , debe calcularse, en metros cúbicos por segundo, como sigue:

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b$$

donde:

q_{dp} : es el flujo de aire para la combustión del motor principal diésel, en metros cúbicos por segundo

q_{dg} : es el flujo de aire para la combustión de los motores diésel generadores, en metros cúbicos por segundo

q_b : es el flujo de aire para la combustión de la caldera, en metros cúbicos por segundo, si es relevante en condiciones de mar normales.”

Caudal para la combustión del motor principal

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \times m_{ad}}{\rho}$$

donde:

- P_{dp} : potencia normalizada de servicio del motor propulsor de propulsión principal diésel a la máxima potencia de salida continua, el kilowatios. $P_{dp} = 48800$ kW.

- m_{ad} : aire necesario para la combustión del motor diésel, en kilogramos por kilowatio segundo. $m_{ad} = 97,9/48800 = 0,002 \text{ Kg/s}$
- $\rho = 1,13 \text{ Kg/m}^3$

$$q_{dp} = \frac{48800 \times 0,002}{1,13} = 86,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

Other values

Fuel oil heater	kW	380	380	380	378	378	378	381	381	381	379	379	379
Exh. gas temp. **	°C	256	256	256	236	236	236	256	256	256	236	236	236
Exh. gas amount **	kg/h	369,150	369,150	369,150	392,240	392,240	392,240	369,150	369,150	369,150	392,240	392,240	392,240
Air consumption **	kg/s	91.2	91.2	91.2	97.1	97.1	97.1	92.0	92.0	92.0	97.9	97.9	97.9

Caudal para la combustión de los motores diésel generadores

Recordemos que habíamos seleccionado 5 motores generadores dual fuel MAN 9L35/44DF de 7 cilindros y una potencia de 4770 kW cada uno.

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \times m_{ad}}{\rho}$$

donde:

- P_{dg} : potencia normalizada de servicio de los motores diésel generadores a la máxima potencia de salida, en kilowatios.
- m_{ad} : aire necesario para la combustión del motor diésel, en kilogramos por kilowatio segundo. $7,39 \text{ Kg/kWxh} = 7,39/3600 = 0,00205 \text{ Kg/kWxs}$
- $\rho = 1,13 \text{ Kg/m}^3$

Air data					
Temperature of charge air:	°C				
After compressor		221	198	196	149
At charge air cooler outlet		40.0	40.0	40.0	40.0
Air flow rate	kg/kWh	7.18	7.39	8.17	8.88

$$q_{dg} = \frac{(5 \times 4770) \times 0,00205}{1,13} = 43,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal para la combustión de la caldera

$$q_b = \frac{m_s \times m_{fs} \times m_{af}}{\rho}$$

donde:

- m_s : capacidad de vapor total (máximo rendimiento continuo) de la caldera, en kilogramos por segundo. Este valor se obtendrá en función de los datos del buque base. $m_s = 4500/3600 = 1,25 \text{ Kg/s}$

Boilers

Number:One set
 Type: Automatic, forced draft,
 Heavy Fuel Oil burning, marine boiler
 Make: SAACKE
 Output, each boiler:4,500kg/h x 1set
 (oil fired section), 3,800kg/h x 1set
 (exhaust gas section)

- m_{fs} : conjunto de combustible, en kilogramos de combustible por kilogramo de vapor, o en kilogramos de combustible por segundo por kilowatio de capacidad térmica. $m_{fs} = 0,077 \text{ Kg/Kg}$
- m_{af} : aire necesario para la combustión, en kilogramos de aire por kilogramo de combustible. $m_{af} = 15,70 \text{ kg/kg}$
- $\rho = 1,13 \text{ Kg/m}^3$

Como nuestro buque emplea diésel, no es necesario calefactar el combustible antes de introducirlo en el motor, y por tanto:

$$q_b = 0$$

El flujo de aire para la combustión será:

$$q_c = 86,37 + 43,26 + 0 = 130 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.1.2 Cálculo del flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor

Según la norma:

“La cantidad de flujo de aire necesaria para la evacuación de calor, q_h , debe de calcularse, en metros cúbicos por segundo, como sigue:

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_o}{\rho \times c \times \Delta T} - 0,4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

donde:

- ϕdp : emisión de calor del motor diésel de propulsión principal, en kilowatios.
- ϕdg : emisión de calor del motor diésel del generador, en kilowatios.
- ϕb : emisión de calor de las calderas y los calentadores de fluido térmico, en kilowatios.
- ϕp : emisión de calor de las tuberías de vapor y condensación, en kilowatios.
- ϕg : emisión de calor del generador eléctrico refrigerado por aire, en kilowatios.
- ϕel : emisión de calor de las instalaciones eléctricas, en kilowatios.
- ϕep : emisión de calor de las tuberías de escape incluidas las calderas alimentadas por llama de gas.
- ϕt : emisión de calor de los tanques de calefacción, en kilowatios.
- ϕo : emisión de calor de otros componentes, en kilowatios.
- $q dp$: flujo de aire para la combustión del motor de propulsión principal, en metros cúbicos por segundo. $q dp = 86,37 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $q dg$: flujo de aire para la combustión del motor diésel del generador en metros cúbicos por segundo. $q dg = 43,26 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $q b$: flujo de aire para la combustión de la caldera, en metros cúbicos por segundo. $q b = 1,337 \text{ m}^3/\text{s}$.
- $\rho = 1,13 \text{ kg}/\text{m}^3$.
- $c = 1,01 \text{ kJ}/(\text{kg}\times\text{K})$
- $\Delta T = 2,5 \text{ K}$

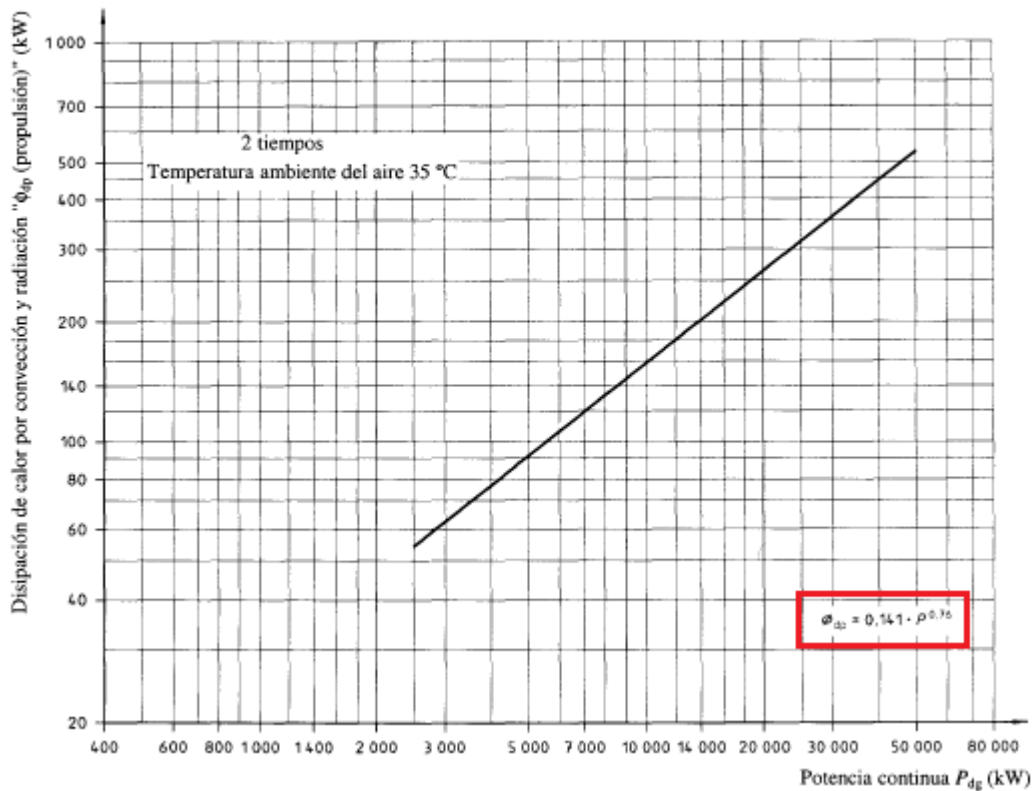
Emisión de calor del motor principal diésel de propulsión

$$\phi dp = P dp \times \frac{\Delta hd}{100}$$

Donde:

- $P_{dp} = 48800 \text{ kW}$.
- Δhd : es la pérdida de calor del motor principal expresada en porcentaje. Para el cálculo de este parámetro se utilizará una de las gráficas aportadas por la norma, la cual mostraremos a continuación:

7.1 Pérdida de calor en porcentaje del motor diésel basado en la potencia normalizada de servicio del motor



$$\Phi_{dp} = 0,141 \times P^{0,76} = 0,141 \times 48800^{0,76}$$

$$\Phi_{dp} = 515,72 \text{ kW}$$

Emisión de calor de los motores diésel generadores

$$\phi_{dg} = P_{dg} \times \frac{\Delta h_d}{100}$$

Donde:

- P_{dg} : es la potencia de los motores generadores diésel, la es de 5 motores por 4770 kW cada uno a 720 rpm.
- Δh_d : es la pérdida de calor del motor diésel generador expresada en porcentaje. Para el cálculo de este parámetro el reglamento dispone la misma grafica utilizada en el cálculo anterior.

$$\Phi_{dg} = 0,141 \times P^{0,76} = 0,141 \times (5 \times 4770)^{0,76}$$

$$\Phi_{dg} = 300 \text{ kW}$$

Emisión de calor de la caldera

$$\phi b = m_s \times m_{fs} \times h \times \frac{\Delta h d}{100} \times B_1$$

Donde:

- $m_s = 1,25$ kg/s (obtenido anteriormente)
- $m_{fs} = 0,077$ kg/kg.
- $h = 40200$ kJ/kg (indicada en la norma).
- Δh_b : es la pérdida de calor, en porcentaje, al máximo rendimiento continuo de caldera. Dicho valor se obtiene con la ayuda de la gráfica establecida para las calderas, por parte de la norma. $\Delta h_b = 60\%$.
- B_1 : es una constante que se aplica a la ubicación de la caldera y otros intercambiadores de calor en la sala de máquinas. En el caso del buque proyecto, utilizando las indicaciones de la norma, de tal modo valdrá 0,1.

$$\phi b = 1,25 \times 0,077 \times 40200 \times \frac{60}{100} \times 0,1 = 232,15 \text{ kW}$$

$$\phi b = 232,15 \text{ kW}$$

Emisión de calor de las tuberías de vapor y condensación

$$\phi p = m_{sc} \times \frac{\Delta h p}{100}$$

Donde:

- m_{sc} : es el consumo total de vapor expresado en kilovatios. Se establece el consumo de vapor igual a la generación del mismo, por lo que $m_{sc} = 1,25$ kg/s = 4500 kg/h. Sabiendo que 1Kw es aproximadamente 1,6 kg/h, tendremos que $m_{sc} = 4500/1,6 = 2812,5$ kW.
- $\Delta h p$: pérdida de calor de las tuberías de vapor y condensación, en porcentaje del consumo de vapor en kilovatios. El valor establecido por la norma ante falta de datos es de 0,2%.

$$\phi p = 2812,5 \times \frac{2}{100} = 56,25 \text{ kW}$$

$$\phi p = 56,25 \text{ kW}$$

Emisión de calor de los generadores eléctricos

$$\phi g = P_g \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right)$$

Donde:

- P_g : potencia de los generadores eléctricos refrigerados por aire, expresada en kilowatios. $P_g = 4770$ kW.
- η : rendimiento de los generadores en porcentaje. Al no disponer de datos, el valor seleccionado será $\eta = 94\%$.

$$\phi g = 4770 \times \left(1 - \frac{94}{100}\right)$$

$$\phi g = 286,2 \text{ kW}$$

Emisión de calor de las instalaciones eléctricas

Al no disponer de datos referentes a la instalación eléctrica, la norma estipula o siguiente:

$$\phi el = 0,2 \times \phi g$$

$$\phi el = 57,24 \text{ kW}$$

Emisión de calor de las tuberías de escape y de la caldera de descarga alimentadas por llama de gas

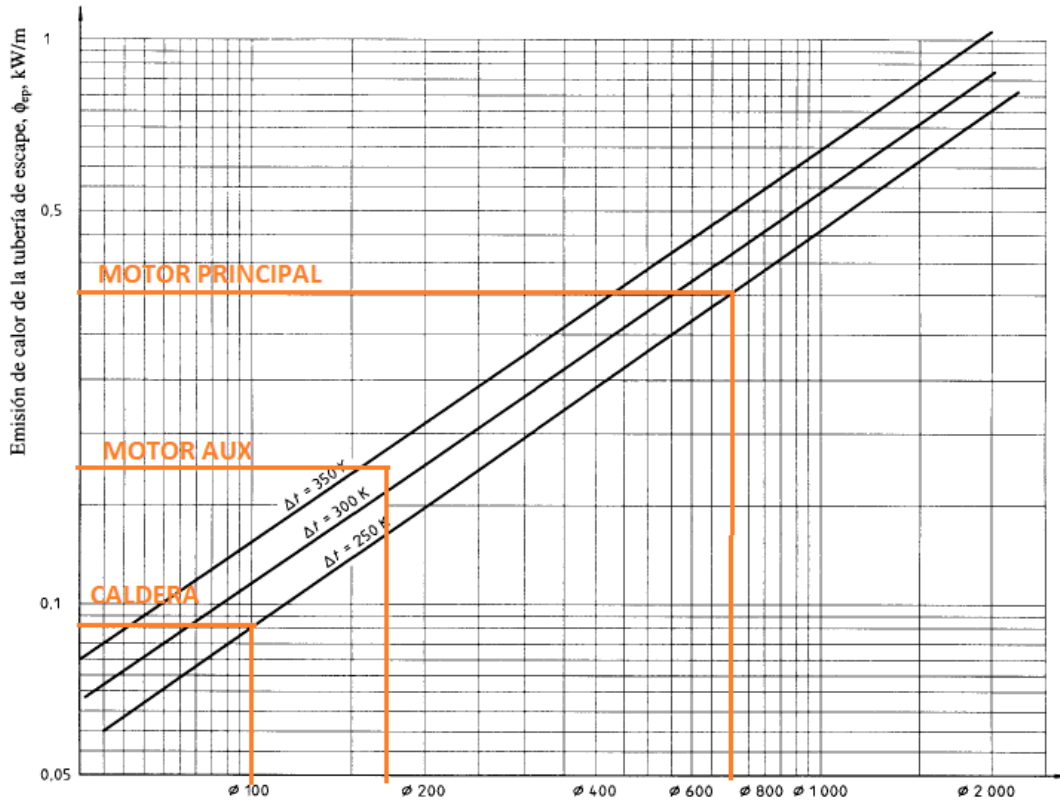
La norma establece en el punto 6.7:

“La emisión de calor de las tuberías de escape y de la caldera de descarga alimentada con llama de gas puede determinarse a partir de las curvas en el apartado 7.3, en kilowatios por metro de tubería.

Si no hay cifras específicas disponibles, se puede utilizar $\Delta t = 250$ K para los motores de dos tiempos y $\Delta t = 320$ K para los motores de cuatro tiempos.

Las tuberías de gas de escape y la caldera de descarga alimentada por llama de gas situadas en el guardacalor y en la chimenea no deben tenerse en cuenta.

Si se presenta el caso de una caldera de descarga de gas situada directamente por debajo de un guardacalor descubierto, se utiliza el mismo factor $B_1 = 0,1$ como en el apartado 6.3.”



- $\phi_{epMOTOR\ PRINCIPAL} = 0,4\ kW/m$
- $\phi_{epMOTOR\ AUX} = 0,24\ kW/m$
- $\phi_{epCALDERA} = 0,09\ kW/m$

Y en cuanto a las tuberías en el interior de la sala de máquinas, estimaremos los siguientes valores:

- Motor principal = 45 m
- Motores Auxiliares = 22 m
- Caldera = 30 m

$$\phi_{epMOTOR\ PRINCIPAL} = 0,4 \times 45 = 18\ kW$$

$$\phi_{epMOTOR\ AUX} = 0,24 \times 22 = 5,28\ kW$$

$$\phi_{epCALDERA} = 0,09 \times 30 = 2,7\ kW$$

$$\phi_{epTOTAL} = 18 + 5,28 + 2,7$$

$$\phi_{epTOTAL} = 25,98\ kW$$

Emisión de calor de los tanques de calefacción

Nuestro buque dispone de 2 tanque de sedimentación y otros 2 de uso diario, por lo que realizaremos los cálculos para la calefacción de dichos tanques en kilowatios.

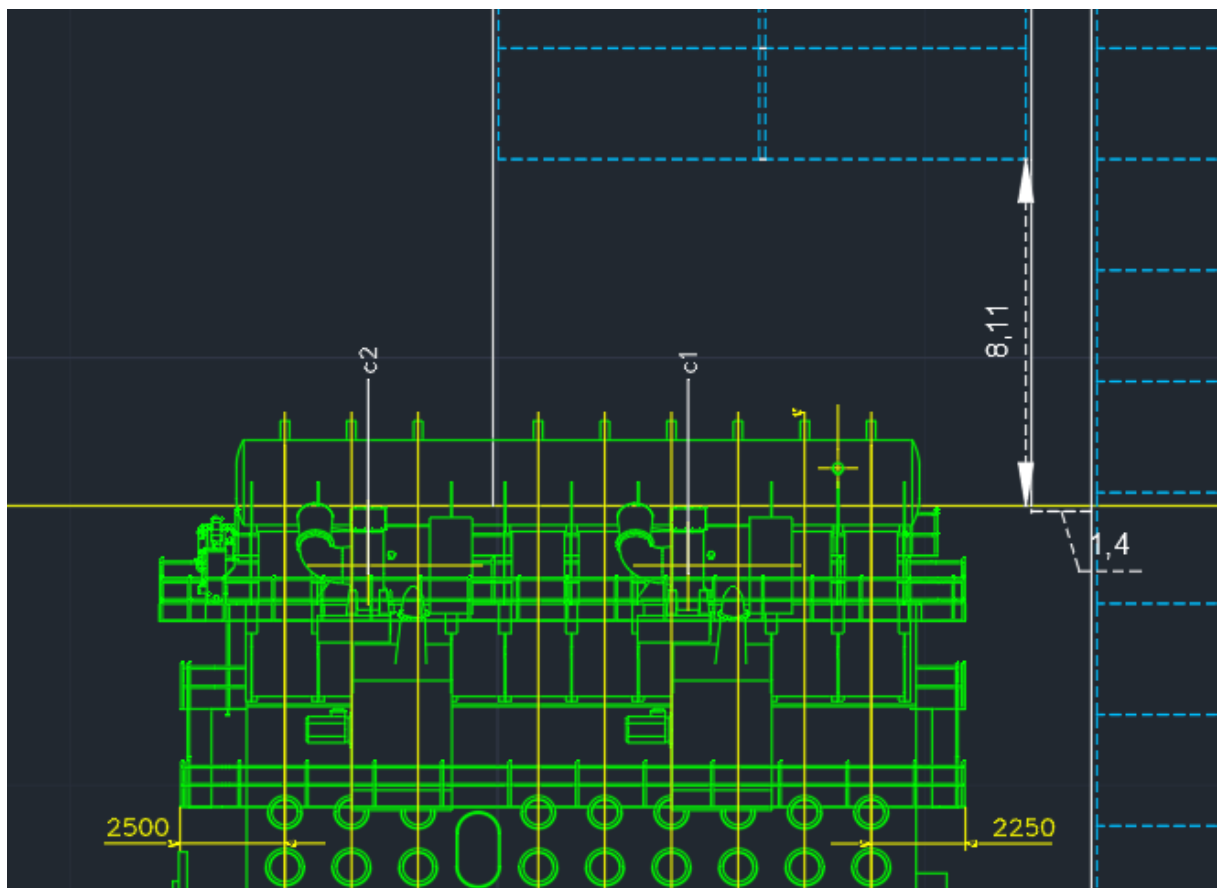
Tabla 1
Emisión de calor de los tanques de calefacción

Superficie del tanque	Emisión de calor, ϕ_t , en kW/m ² , a una temperatura del tanque de				
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C	100 °C
No aislado	0,14	0,234	0,328	0,42	0,515
Con 30 mm de aislamiento	0,02	0,035	0,05	0,06	0,08
Con 50mm de aislamiento	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

Las propiedades de los tanques son las siguientes:

- Uso diario: 80°C con aislamiento de 30 mm. $\phi_{tUD} = 0,05 \text{ kW/m}^2$
- Sedimentación: 60°C con aislamiento de 30 mm. $\phi_{tSED} = 0,02 \text{ kW/m}^2$

La superficie de contacto de cada tanque en la cámara de máquinas se medirá sobre el plano del buque



Superficie calefactada = $(8,11 \times 1,4) \times 2 = 22,7 \text{ m}^2$

$$\phi_t = 0,02 \times 22,7 = 0,45 \text{ kW}$$

Emisión de calor de otros componentes

La emisión de calor por parte de otros componentes ubicados en la sala de máquinas se estimará en un 5% de la suma de todas las emisiones calculadas anteriormente.

$$\phi_o = 0,05 \times (\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t)$$

$$\phi_o = 0,05 \times (515,72 + 300 + 232,15 + 56,25 + 286,2 + 57,24 + 25,98 + 0,45)$$

$$\phi_o = 73,7 \text{ kW}$$

Por lo tanto:

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_o}{\rho \times c \times \Delta T} - 0,4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

$$q_h = \frac{515,72 + 300 + 232,15 + 56,25 + 286,2 + 57,24 + 25,98 + 0,45 + 73,7}{1,13 \times 1,01 \times 2,5} - 0,4(86,37 + 43,26) - 1,337$$

$$q_h = 491,91 \text{ kW}$$

8.1.3 Cálculo del caudal total

El flujo de aire total requerido en la cámara de máquinas será el mayor de los dos valores que se muestran a continuación:

- $Q = q_c + q_h = 130 + 491,91 = 622,915 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q = 1,5 \times q_c = 1,5 \times 131 = 196,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Por lo tanto, el caudal total en la sala de máquinas será:

$$Q_{\text{TOTAL}} = 622 \text{ m}^3/\text{s} = 2239200 \text{ m}^3/\text{h}$$

8.1.4 Selección de ventiladores

Seleccionaremos ventiladores del modelo **AXITUB SOLID 4 – 1250T 45-12** con las siguientes características:

400V 50Hz (III-) 1.400 r.p.m. (n: min-1) Ø 315 - 1.250 m.m.

Model	Ø mm	Airflow m ³ /h	Intensity Amp.	Power Kw	OPTIONAL ACCESSORIES					
					R	RP	CA	JN	SL/SLN	SB
A-AXITUB SOLID 4-1250T 40-12	1.250	160.500	104,00	55,00	*	*	*	*	*	*
A-AXITUB SOLID 4-1250T 45-12	1.250	180.200	134,00	75,00	*	*	*	*	*	*

El caudal de trasiego de cada ventiladores es de **180000 m³/h**, por lo que necesitaremos instalar **14 unidades**.

8.2 Ventilación en espacios de carga

La ventilación en los espacios de carga se calculará para toda la autonomía del buque, que en nuestro caso serán 30 días.

El primer paso será definir las características de los espacios de carga. Para cada bodega, la norma establece un mínimo de 6 renovaciones de aire por hora, que repartiremos entre la capacidad de 2 ventiladores por bodega.

Bodega	Capacidad (m³)	Renovaciones	Caudal mínimo aire (m³/h)	Caudal aire mínimo por ventilador (m³/h)
1	6760	6	40560	20280
2	7800	6	46800	23400
3	7800	6	46800	23400
4	2600	6	15600	7800
5	13520	6	81120	40560
6	13520	6	81120	40560
7	13520	6	81120	40560
8	13520	6	81120	40560
9	13520	6	81120	40560
10	13520	6	81120	40560
11	13520	6	81120	40560
12	13520	6	81120	40560
13	13520	6	81120	40560
14	13520	6	81120	40560
15	13520	6	81120	40560
16	13520	6	81120	40560
17	10920	6	65520	32760
18	8840	6	53040	26520
19	6825	6	40950	20475
20	5460	6	32760	16380

A continuación, se muestran los diferentes modelos de ventiladores seleccionados para cada una de las bodegas. Todos los ventiladores serán de la marca A-AXITUB SOLID.

Bodega	Caudal aire mínimo por ventilador (m³/h)	Modelo	Caudal (m³/h)	Potencia (kW)
1	20280	4-630T 45-3	21000	1,5
2	23400	4-630T 45-6	24000	3
3	23400	4-630T 45-7	24000	3
4	7800	4-450T 45-8	8100	0,55
5	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
6	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
7	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
8	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
9	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
10	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
11	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
12	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
13	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
14	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
15	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
16	40560	4-800T 45-9	42300	7,5
17	32760	4-710T 45-6	35000	4
18	26520	4-800T 34-3	28000	2,2
19	20475	4-630T 45-3	21000	1,5
20	16380	4-560T 45-6	17000	1,5

9 SISTEMA DE LASTRE

En este punto se estudiará el sistema de lastre de nuestro buque, con sus respectivos equipos.

El lastre mínimo para el cual se debe dimensionar el sistema se ha calculado en cuadernos anteriores, donde obtuvimos un lastre de 62075,4 m³. El periodo de lastrado y deslastrado no debe ser superior a 15 horas, por lo que el caudal mínimo que necesitaremos suministrar será:

$$Q_{LASTRE} = \frac{62075,4}{15} = 4138,3 \frac{m^3}{h}$$

Se intentará disponer del menor número de bombas para realizar dichas tareas de lastrado, por lo que dispondremos a bordo de 4 bombas.

$$Q_{BOMBA} = \frac{4138,3}{4} = 1035 \frac{m^3}{h}$$

A continuación, calcularemos el diámetro que necesitaremos para garantizar una velocidad de llenado de los tanques de 3 m/s.

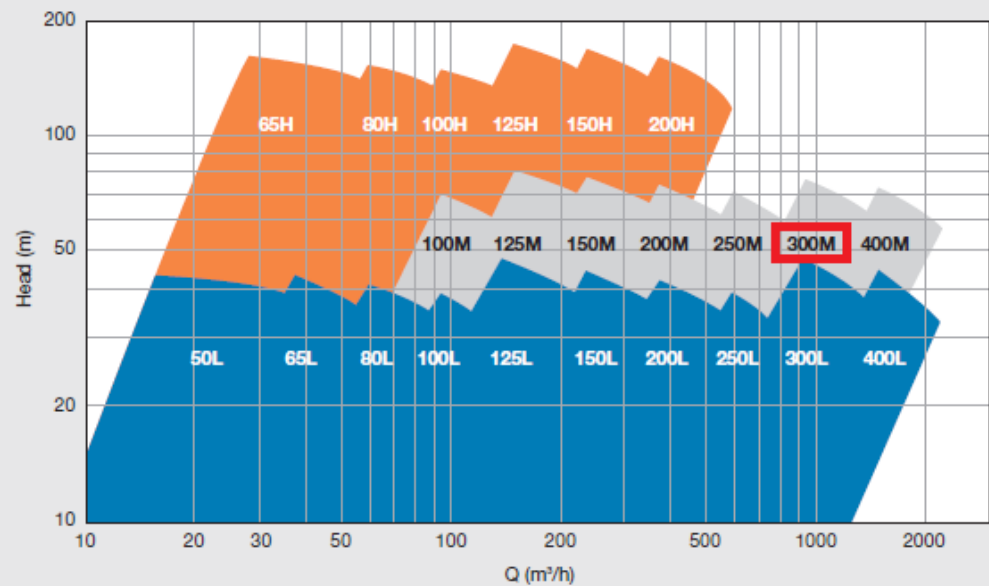
$$Q = S \times V$$

$$1035 \frac{m^3}{h} \times \frac{1 h}{3600 s} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times 3 \frac{m}{s}$$

$$D = 0,349 \text{ m}$$

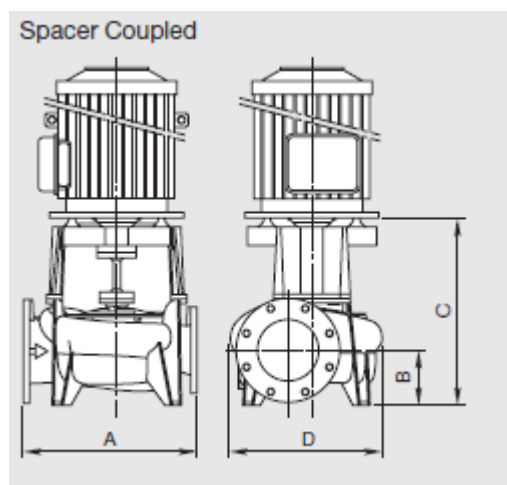
Seleccionaremos 4 bombas Wärtsilä C2G-300M, capaces de proporcionar un caudal de 1200 m³/h a una presión de 60 m.c.a (60 bar).

CAPACITY RANGE



Las características de dichas bombas se muestran a continuación:

MEDIUM PRESSURE	Pump size	Flange according to ISO 7005 PN10 or JIS B2210-10K		Dimensions (mm)				Weight* (kg)
		Discharge flange ND	Suction flange ND	A	B	C	D	
	C2G - 100M	100	125	450	130	496	398	83
	C2G - 125M	125	150	680	147	606	527	189
	C2G - 150M	150	200	700	175	634	557	217
	C2G - 200M	200	250	710	205	730	577	329
	C2G - 250M	250	300	800	230	757	669	346
	C2G - 300M	300	350	1200	270	1049	894	585
	C2G - 400M	400	500	1320	350	1199	993	755



10 SISTEMA DE SENTINAS

Para el cálculo del sistema de sentinas, deberemos calcular el caudal mínimo requerido para nuestro sistema. Para ello emplearemos, al igual que en otros apartados de este mismo cuaderno, el reglamento DNV-GL Parte 4 Capítulo 6 Sección 4, en el cual el diámetro de la sección de la tubería del colector de achique de sentinas será:

$$d = 25 + 1,68 \times \sqrt{Lx(B + D)}$$

Donde:

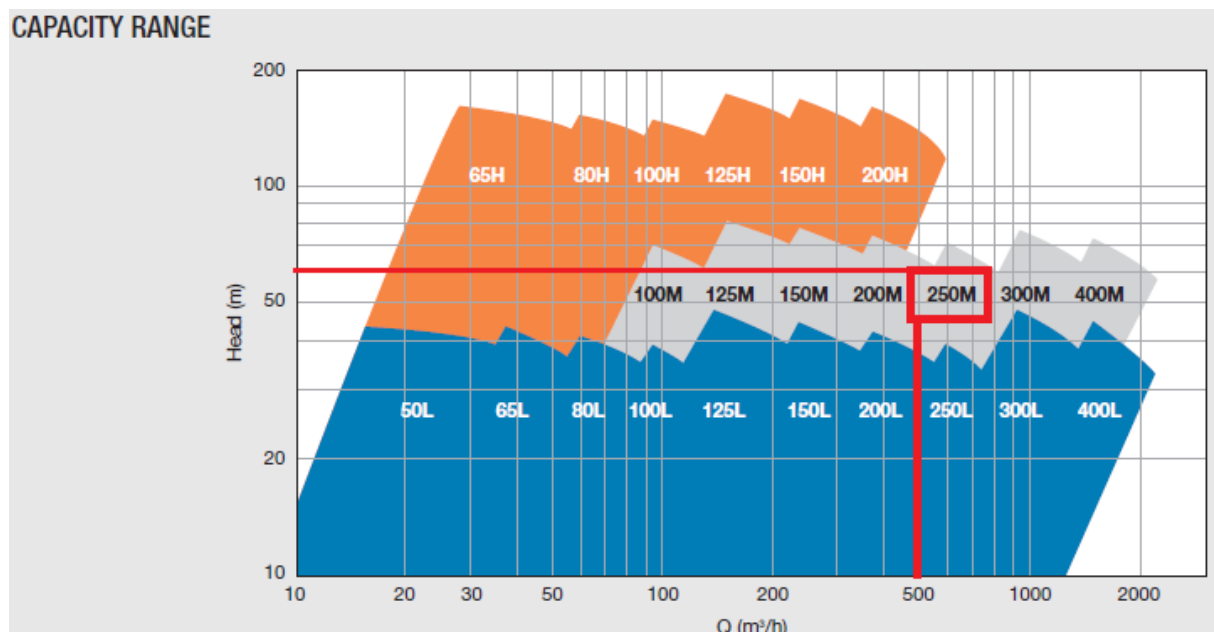
- L: eslora del buque proyecto. L = 326 m
- B: manga del buque proyecto. B = 47 m
- D: puntal del buque proyecto. D = 28 m.

$$d = 25 + 1,68 \times \sqrt{326x(47 + 28)} = 287,7 \text{ mm}$$

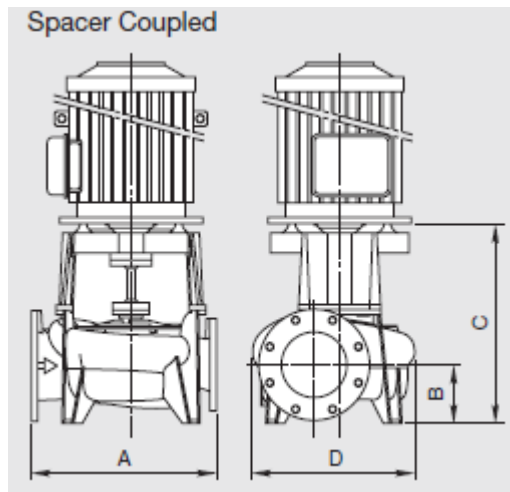
$$Q_{SENTINA} = 5,75 \times 10^{-3} \times d^2$$

$$Q_{SENTINA} = 5,75 \times 10^{-3} \times 287,7^2 = 476 \frac{m^3}{h}$$

Para satisfacer dicho caudal, instalaremos una bomba Wärtsilä C2G-250M con un caudal de trasiego de 500 m³/h a una presión de 50 m.c.a..



MEDIUM PRESSURE	Pump size	Flange according to ISO 7005 PN10 or JIS B2210-10K		Dimensions (mm)				Weight* (kg)
		Discharge flange ND	Suction flange ND	A	B	C	D	
	C2G - 100M	100	125	450	130	496	398	83
C2G - 125M	125	150	680	147	606	527	189	
C2G - 150M	150	200	700	175	634	557	217	
C2G - 200M	200	250	710	205	730	577	329	
C2G - 250M	250	300	800	230	757	669	346	
C2G - 300M	300	350	1200	270	1049	894	585	
C2G - 400M	400	500	1320	350	1199	993	755	



En el MARPOL 73/78 se especifica que debemos disponer un separador de sentinas que reduzca el contenido en hidrocarburos a menos de 15 p.p.m. en las aguas de sentinas, por lo que, a mayores debemos instalar:

- Un equipo filtrador para garantizar menos de 15 p.p.m.
- 2 tanques de lodos con una capacidad de 2 m³ en total, descritos en el cuaderno 4.

11 SERVICIO SANITARIO

Para el dimensionamiento del tanque de agua dulce usara la Norma UNE-EN ISO 15748-2 mediante la tabla A.1 donde se estima la cantidad de agua potable por persona y día para diferentes tipos de buque.

Tabla A.1
Valores guía para el consumo de agua potable en litros por persona/cama y día

Tipo de buque		Grupo de personas embarcado	Consumo de agua cuando esté equipado con	
			sistema de aseos de gravedad	sistema de aseos de vacío
Buque de alta mar	Carguero	Tripulante/cama	220 l	175 l
	Buque de pasaje	Pasajero/cama	270 l	225 l
	Crucero de lujo	Pasajero/cama	–	275 l
	Trasbordador con cabinas	Pasajero/cama	205 l ^a	160 l ^a
		Pasajero sin cama	100 l	55 l
	Trasbordador sin cabinas	Pasajero sin cama	150 l	105 l
		Tripulante sin cama	100 l	55 l
Embarcación de navegación interior	Carguero	Tripulante/cama	mínimo 150 l	
	Buque de pasaje con cabinas	Pasajero/tripulante/cama	220 l	175 l
	Buque de pasaje sin cabinas	Tripulante/pasajero	100 l	
Buques especiales	Buque de investigación	por cama	220 l	175 l
	Buque auxiliar de las fuerzas armadas y mayores	Tripulante/cama	160 l	110 l
	Buque de las fuerzas armadas menor que un auxiliar	Tripulante/cama	100 l	55 l
Pesquero		Tripulante/cama	mínimo 150 l	
Plataforma "offshore"		Tripulante/cama	350 l	
^a Sin lavandería a bordo.				

Observamos que para buques de carga de alta mar para el caso que nos ocupa (sistema de aseos de vacío) el consumo de agua por persona y día será de 175 l.

Con lo cual la capacidad del tanque de agua potable será:

$$CAP = 30 \text{ dias} \times 30 \text{ personas} \times 175 \frac{\text{litros}}{\text{persona}} \times \text{dia} = 157500 \text{ l} = 157,5 \text{ m}^3 = 157,5 \text{ t}$$

Para el cálculo del agua grises empleamos la tabla A.2 de la norma:

Tabla A.2
Valores guía del consumo de agua en diferentes puntos de servicio por persona y día para buques de carga

Punto de servicio	Consumo por cada utilización	Frecuencia de uso por día	Consumo		
			Cantidad total de agua l/día	Agua fría l/día	Agua caliente ^a l/día
Lavabo de pared o pedestal	2	6 ×	12	5	7
Plato de ducha	60	2 ×	120	50	70
Retrete de gravedad ^b	10	6 ×	60	60	–
Retrete de vacío ^b	1,2	6 ×	8	8	–
Urinario ^b	3	5 ×	15 ^c	15 ^c	–
Zona de cocina	–	–	20	8	12
Lavandería ^b	–	–	38	15 ^d	23
Limpieza	–	–	5	2	3

^a Temperatura de 60 °C en la admisión de agua caliente.
^b Si se utiliza agua no potable se reduce el consumo de agua potable proporcionalmente.
^c El uso de urinarios reduce la utilización de retretes.
^d Consumo de los aparatos con conexiones al agua caliente.

Si sumamos los consumos totales, teniendo en cuenta que usaremos un sistema de retretes por vacío, tendremos un total de 180 litros de agua al día de aguas grises. Por lo que el total de agua técnica a bordo será:

$$CAG = 30 \text{ dias} \times 30 \text{ personas} \times 180 \frac{\text{litros}}{\text{persona}} \times \text{dia} = 162000 \text{ l} = 162 \text{ m}^3 = 162 \text{ t}$$

Sumando ambos consumos tendremos el total de agua dulce a bordo:

$$C_{\text{agua dulce}} = 320 \text{ t}$$

11.1 Generador de agua dulce

Necesitaremos un generador de agua dulce que nos proporcione un mínimo de 11 m³/día. Instalaremos un generador de agua dulce modelo AQ-12/16 de la marca “Gefico”.

Gefico



Aquamar Fresh Water Generators

ROBUSTNESS & RELIABILITY at your disposal

Aquamar FWG uses vacuum distillation to convert seawater into high quality freshwater with low content of dissolved solids. For installation onboard ships and land applications. Single and double stage available.



Small range. From 1 to 10 m ³ /day. Feed pump, control panel and scale inhibitor dosing system loose supply.								
Model	AQ-1/2	AQ-2/3	AQ-3/4A	AQ-4/5A	AQ-5/8A	AQ-8/8	AQ-8/10	AQ-10/12
Fresh Water Output (m ³ /day)*	1	2	3	4	5	6	8	10
Power (kW)	30	61	92	122	153	184	245	308
Overall Size LxWxH (mm)	760x516x744	860x516x744	1000x516x744	1080x609x952	1250x609x952	1148x700x1072	1350x700x1072	1550x700x1072

Top range. From 12 to 25 m ³ /day. Feed pump and scale inhibitor dosing system loose supply.				
Model	AQ-12/18A	AQ-16/20A	AQ-20/25/A	AQ-25/30A
Fresh Water Output (m ³ /day)*	12	16	20	25
Power (kW)	355	480	610	730
Overall Size LxWxH (mm)	1500x931x1372	1544x950x1565	1800x1050x1862	2060x1050x1862

Modular range. From 30 to 100 m ³ /day. Scale inhibitor dosing system loose supply.							
Model	AQ-30/35A	AQ-35/40A	AQ-40/50A	AQ-50/60A	AQ-60/70A	AQ-80/100A	AQ-100/120A
Fresh Water Output (m ³ /day)*	30	35	40	50	60	80	100
Power (kW)	880	1120	1210	1480	1785	2370	2958
Overall Size LxWxH (mm)	2780x1485x2200	2780x1485x2200	2780x1485x2200	3190x1485x2270	3250x1595x2370	3250x1820x2370	3457x1925x2372

Double stage range. From 5 to 100 m ³ /day. Feed pump and scale inhibitor dosing system loose supply.							
Model	AQ-5/2	AQ-12/2	AQ-25/2	AQ-40/2	AQ-60/2	AQ-75/2	AQ-100/2
Fresh Water Output (m ³ /day)*	5	12	25	40	60	75	100
Power (kW)	80	192	420	682	1030	1160	1546
Overall Size LxWxH (mm)	1300x1100x970	1675x1303x1240	1985x1730x1840	2542x2000x2060	2892x2842x2256	2542x2000x2060	2520x2600x2430

*Based on seawater at máx. 32°C and 35.000 ppm

11.2 Bomba de suministro de agua potable

Para el cálculo de este tipo de bombas recurrimos a la Norma UNE-EN ISO 15748-2 (Pág. 7), donde se nos proporcionan indicadores necesarios para el cálculo de la misma.

6 VELOCIDAD DEL FLUJO

Para prevenir ruidos y subidas de presión se deberían considerar las siguientes limitaciones de velocidad del flujo.

NOTA – Se dan a continuación dos ejemplos de limitaciones de velocidad del flujo.

Ejemplo 1

- 2,5 m/s en la sala de máquinas y troncos de máquinas;
- 2,0 m/s en los espacios públicos;
- 1,4 m/s en las cubiertas de alojamientos;
- 1,0 m/s en el hospital y sus cercanías;

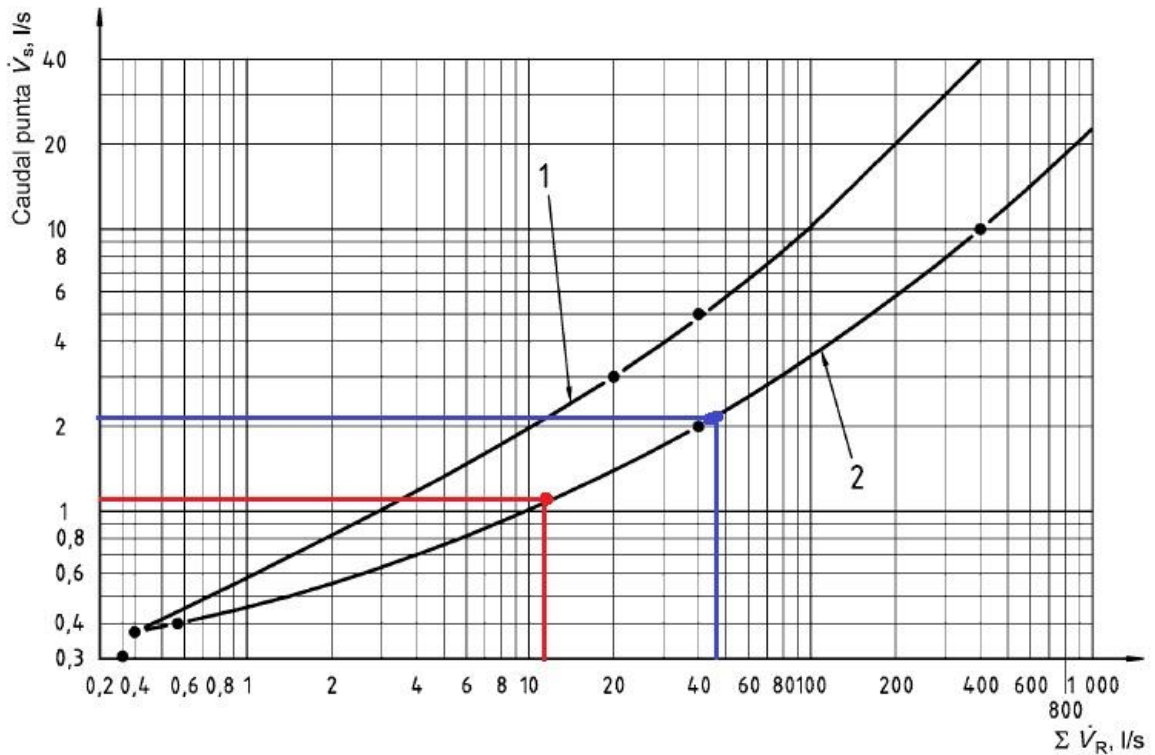
- 1,0 m/s en las líneas de aspiración de la bomba;
- 0,5 m/s en las líneas de circulación.

A continuación, se especifican los consumidores que tenemos en cada cubierta:

CUBIERTA	TIPO DE PUNTO DE SERVICIO DE AGUA POTABLE	NÚMERO	CAUDAL DE CÁLCULO, l/s		CAUDAL TOTAL, l/s		
			FRÍA	CALIENTE	LINEA DE CUBIERTA		
					FRÍA	CALIENTE	
UNIDAD SANITARIA ESTANDAR COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA C.1 DE LA NORMA							
CC.MM.	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
	Fregadero	1	0,07	0,07	0,07	0,07	
CUB. -1	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
CUB. PPAL	Lavandería	Lavadora	2	0,25	0,25	0,5	0,5
		Fregadero	1	0,07	0,07	0,07	0,07
	Vestuario M.	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
		Duchas	3	0,15	0,15	0,45	0,45
	Vestuario F.	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
		Duchas	3	0,15	0,15	0,45	0,45
	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
CUB. 1	Cocina	Fregadero	2	0,07	0,07	0,14	0,14
		Lavavajillas	2	0,15	0,15	0,3	0,3
		Cafetera	2	0,007	0,007	0,014	0,014
	Sala de estar	Cafetera	2	0,007	0,007	0,014	0,014
	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
CUB. 2	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
	Baño M.	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
		Duchas	1	0,15	0,15	0,15	0,15
	Baño F.	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07

		WC	1	0,7		0,7	0
		Duchas	1	0,15	0,15	0,15	0,15
	Sala de estar	Cafetera	1	0,007	0,007	0,007	0,007
CUB. 3	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
	Enfermería	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
		Bañera	1	0,15	0,15	0,15	0,15
	Camarotes	Unidad sanitaria	6	0,52	0,22	3,12	1,32
CUB. 4	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
	Camarotes	Unidad sanitaria	8	0,52	0,22	4,16	1,76
CUB. 5	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
	Camarotes	Unidad sanitaria	8	0,52	0,22	4,16	1,76
CUB. 6	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
	Camarotes	Unidad sanitaria	6	0,52	0,22	3,12	1,32
	Sala de estar	Cafetera	1	0,007	0,007	0,007	0,007
CUB. 7	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
	Camarotes	Unidad sanitaria	3	0,52	0,22	1,56	0,66
	Sala de reuniones	Cafetera	1	0,007	0,007	0,007	0,007
PUENTE	Limpia ventanas		30	0,5		15	0
	Cafetera		1	0,007	0,007	0,007	0,007
	Aseo público	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
		WC	1	0,7		0,7	0
CAUDAL TOTAL, l/s						45,92	10,426

Una vez obtenidos los caudales totales en l/s, tanto de agua fría como caliente, podremos obtener los caudales punta mediante la gráfica A.3 de la Norma (Pág. 20).



- Leyenda
 1 Buque de pasaje
 2 Buque de carga

Fig. A.3 – Caudal punta \dot{V}_s en función de la suma de caudales $\Sigma \dot{V}_R$

El caudal punta será el siguiente:

Agua caliente = 2,3 l/s

Agua fría = 1,1 l/s

Debido a que la bomba se encuentra antes del calentador para agua caliente debemos sumar ambos caudales, obteniendo un valor de 3,4 l/s.

No necesitaremos que este caudal llegue totalmente a la cubierta superior, sino que a medida que se recorre las cubiertas ascendentemente, el caudal se reduce quedando.

CUBIERTA		CC.MM	CUB. - 1	CUB. PPAL	CUB. 1	CUB. 2	CUB. 3	CUB. 4	CUB. 5	CUB. 6	CUB. 7	PUENT E
CAUDAL TOTAL POR CUBIERTA, l/s	FRÍA	0,84	0,77	3,78	1,238	2,617	4,81	4,93	4,93	3,897	2,337	15,777
	CALIENTE	0,14	0,07	1,68	0,538	0,517	1,61	1,83	1,83	1,397	0,737	0,077
CAUDAL TOTAL, l/s	FRÍA	45,92	45,08	44,316	40,536	39,29	36,68	31,87	26,94	22,01	18,11	15,77
	CALIENTE	10,42	10,28	10,216	8,536	7,998	7,481	5,871	4,041	2,211	0,814	0,077
CAUDAL PUNTA POR CUBIERTA, l/s	FRÍA	2,2	2,15	2,1	2	1,9	1,85	1,8	1,7	1,55	1,4	1,35
	CALIENTE	1,1	1,05	1	0,9	0,88	0,85	0,8	0,7	0,6	0,45	0,42

La norma establece velocidades máximas para evitar ruidos y subidas de presión (Pag. 18) en la tabla A.1.1

Tabla A.11
Caudales punta, anchuras nominales y presiones diferenciales para tuberías de cobre y acero inoxidable

Caudal punta \dot{V}_S	Velocidad del flujo v m/s							
	1		1,4		2		2,5	
	Anchura nominal	Presión diferencial	Anchura nominal	Presión diferencial	Anchura nominal	Presión diferencial	Anchura nominal	Presión diferencial
	DN	R mbar/m	DN	R mbar/m	DN	R mbar/m	DN	R mbar/m
0,2	15	20,0	12	50	10	125	10	220
0,3	20	14,0	15	36	12	95	12	170
0,45	25	11,0	20	27	15	70	15	130
0,7	32	8,0	25	20	20	52	20	95
1,0	40	6,0	32	15	25	40	25	75
1,5	40/50	4,8	40	11,5	32	30	32	55
2,25	50	3,5	50	8,6	40	23	32	42
3,5	65	2,6	65	6,5	50	16,5	40	30
5,25	80	1,9	65	4,7	65	12	50	23
8,0	100	1,5	80	3,7	65	9,5	65	17

NOTA – Las presiones diferenciales mencionadas incluyen las pérdidas debidas a los codos, ramales, válvulas, etc. La presiones diferenciales debidas al rozamiento en las tuberías son muy pequeñas para una temperatura del orden de hasta 60 °C; por lo tanto se considera despreciable este diferencial de presión.

CUBIERTA		CC.M M.	CUB. -1	CUB. PPAL	CUB. 1	CUB. 2	CUB. 3	CUB. 4	CUB. 5	CUB. 6	CUB. 7	PUENTE
CAUDAL TOTAL POR CUBIERTA, l/s	FRÍA	0,84	0,77	3,78	1,238	2,617	4,81	4,93	4,93	3,897	2,337	15,777
	CALIENTE	0,14	0,07	1,68	0,538	0,517	1,61	1,83	1,83	1,397	0,737	0,077
CAUDAL TOTAL, l/s	FRÍA	45,92	45,08	44,316	40,53	39,29	36,68	31,87	26,94	22,01	18,11	15,77
	CALIENTE	10,42	10,28	10,216	8,536	7,998	7,481	5,871	4,041	2,211	0,814	0,077
CAUDAL PUNTA POR CUBIERTA, l/s	FRÍA	2,2	2,15	2,1	2	1,9	1,85	1,8	1,7	1,55	1,4	1,35
	CALIENTE	1,1	1,05	1	0,9	0,88	0,85	0,8	0,7	0,6	0,45	0,42
CAUDAL PUNTA POR CUBIERTA, m³/s	FRÍA	0,0022	0,0022	0,0021	0,0020	0,0019	0,0019	0,0018	0,0017	0,0016	0,0014	0,0014
	CALIENTE	0,0011	0,0011	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0005	0,0004
VELOCIDAD, m/s		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
ÁREA TUBERÍA, m²	FRÍA	0,001	0,001	0,0015	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0010
	CALIENTE	0,000	0,000	0,0007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0003
DIÁMETRO TUBERÍA, m	FRÍA	0,044	0,044	0,0437	0,042	0,041	0,041	0,040	0,039	0,037	0,035	0,0350
	CALIENTE	0,031	0,030	0,0302	0,028	0,028	0,027	0,027	0,02	0,023	0,020	0,0195

	TE											
DN	FRÍA	50	50	50	50	50	50	50	50	50	40	40
	CALIENTE	40	40	32	32	32	32	32	25	25	20	20

A continuación, se realizará el cálculo de la presión necesaria de la bomba. Realizaremos el caso más desfavorable, que será el que deberá enviar el agua al puente de gobierno

Pérdidas de presión en las tuberías de agua fría:

AGUA FRÍA

ZONA DE LA LINEA	LONGITUD DE TUBERIA (m)	CAUDAL TOTAL (l/s)	CAUDAL PUNTA (l/s)	DIAMETRO NOMINAL	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	PRESIÓN DIFERENCIAL (mbar/m)	PERDIDA PRESIÓN (mbar)
	L	ΣQ	ú s	DN	v	R	L x R
CC.MM.	9,3	0,84	2,2	50	1,4	8,6	79,98
CUB. -1	27,26	0,77	2,15	50	1,4	8,6	234,44
CUB. PPAL	11,01	3,78	2,1	50	1,4	8,6	94,69
CUB. 1	11,01	1,24	2	50	1,4	8,6	94,69
CUB. 2	11,01	2,62	1,9	50	1,4	8,6	94,69
CUB. 3	11,01	4,81	1,85	50	1,4	8,6	94,69
CUB. 4	10,51	4,93	1,8	50	1,4	8,6	90,39
CUB. 5	10,51	4,93	1,7	50	1,4	8,6	90,39
CUB. 6	10,51	3,90	1,55	50	1,4	8,6	90,39
CUB. 7	10,51	2,34	1,4	40	1,4	11,5	120,87
PUENTE	11,31	15,78	1,35	40	1,4	11,5	130,07
PÉRDIDA DE PRESIÓN TOTAL, mbar							1215,25

Por lo que la presión necesaria de la bomba:

Cálculo presión agua fría

	PÉRDIDA DE PRESIÓN	P_{MIN}	$\Delta H \times 0,1$	PRESIÓN, bar
CC.MM.	0,08	1,50	-0,53	1,05
CUB. -1	0,23	1,50	1,91	3,65
CUB. PPAL	0,09	1,50	2,26	3,86
CUB. 1	0,09	1,50	2,61	4,21
CUB. 2	0,09	1,50	2,96	4,56
CUB. 3	0,09	1,50	3,26	4,86
CUB. 4	0,09	1,50	3,56	5,15
CUB. 5	0,09	1,50	3,86	5,45
CUB. 6	0,09	1,50	4,16	5,75
CUB. 7	0,12	1,50	4,46	6,08
PUENTE	0,13	1,50	4,84	6,47

Pérdidas de presión en las tuberías de agua caliente:**AGUA CALIENTE**

ZONA DE LA LINEA	LONGITUD DE TUBERIA (m)	CAUDAL TOTAL (l/s)	CAUDAL PUNTA (l/s)	DIAMETRO NOMINAL	VELOCIDAD DE FLUJO (m/s)	PRESIÓN DIFERENCIA L (mbar/m)	PERDIDA PRESIÓN (mbar)
	L	$\sum Q$	\dot{u}_s	DN	v	R	L x R
CC.MM.	9,3	0,14	1,1	40	1,4	11,5	106,95
CUB. -1	27,26	0,07	1,05	40	1,4	11,5	313,49
CUB. PPAL	11,01	1,68	1	32	1,4	15	165,15
CUB. 1	11,01	0,54	0,9	32	1,4	15	165,15
CUB. 2	11,01	0,52	0,88	32	1,4	15	165,15
CUB. 3	11,01	1,61	0,85	32	1,4	15	165,15
CUB. 4	10,51	1,83	0,8	32	1,4	15	157,65
CUB. 5	10,51	1,83	0,7	25	1,4	20	210,20
CUB. 6	10,51	1,40	0,6	25	1,4	20	210,20
CUB. 7	10,51	0,74	0,45	20	1,4	27	283,77
PUENTE	11,31	0,08	0,42	20	1,4	27	305,37
PÉRDIDA DE PRESIÓN TOTAL, mbar							2248,23

Por lo que la presión necesaria de la bomba:

Cálculo presión agua caliente

	PÉRDIDA DE PRESIÓN	P_{MIN}	ΔH x 0,1	PRESIÓN, bar
CC.MM.	0,11	1,50	-0,53	1,08
CUB. -1	0,31	1,50	1,91	3,72
CUB. PPAL	0,17	1,50	2,26	3,93
CUB. 1	0,17	1,50	2,61	4,28
CUB. 2	0,17	1,50	2,96	4,63
CUB. 3	0,17	1,50	3,26	4,93
CUB. 4	0,16	1,50	3,56	5,22
CUB. 5	0,21	1,50	3,86	5,57
CUB. 6	0,21	1,50	4,16	5,87
CUB. 7	0,28	1,50	4,46	6,24
PUENTE	0,31	1,50	4,84	6,65

Se seleccionará el caso más desfavorable, el de mayor presión que será el de agua caliente en nuestro caso con una P = 6,65 bar

La Norma nos obliga a dimensionar la bomba con un margen de seguridad del 10% en el caudal y la presión por lo que tendremos:

$$Q = 1,1 \times 3,4 = 3,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 1,1 \times 6,65 = 7,31 \text{ bar}$$

Seleccionamos una bomba modelo NKM-G 40-160/166/0,75/4 de la marca "Saci"



STANDARDISED ENBLOC CENTRIFUGAL PUMPS
NKM-G NKP-G
 STANDARDISED ENBLOC



PERFORMANCE RANGE

NUMERICAL SELECTION TABLE
 ≅ 1450 1/min

MODEL	P2 NOMINAL		Q m ³ /h l/min	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
	KW	HP		0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
NKM-G 32-125.1/140/0.25/4	0.25	0.33	6.2	5.8	4.2									
NKM-G 32-125/142/ 0.37/4	0.37	0.5	7	6.75	5.85	4.2								
NKM-G 32-160.1 169/0.37/4	0.37	0.5	8.9	8.2	4.6									
NKM-G 32-160/169/0.55/4	0.55	0.75	9.4	9	7.9	5.6								
NKM-G 32-200.1 200/0.55/4	0.55	0.75	12.7	11.2	7.2									
NKM-G 32-200/200/ 0.75/4	0.75	1	13	12.5	11.1	8.45								
NKM-G 32-200/219/ 1.1 /4	1.1	1.5	16	15.4	14.3	12.2								
NKM-G 40-125/115/ 0.25/4	0.25	0.33	4.2	4.1	3.7	3	2.1							
NKM-G 40-125/130/ 0.37/4	0.37	0.5	5.4	5.3	5.	4.4	3.5							
NKM-G 40-125/142/ 0.55/4	0.55	0.75	6.6	6.5	6.2	5.7	4.8							
NKM-G 40-160/153/ 0.55/4	0.55	0.75	7.6	7.6	7.5	6.7	5.5							
NKM-G 40-160/166/ 0.75/4	0.75	1	9.2	9.2	9	8.4	7.4	5.7						
NKM-G 40-200/200/ 1.1 /4	1.1	1.5	12.5	12.5	12.3	11.2	9.7	7.7						
NKM-G 40-200/219/ 1.5 /4	1.5	2	15.6	15.6	15.3	14.7	13.4	11.8	9.8					
NKM-G 40-250/245/ 2.2 /4	2.2	3	20.6	20.5	20.1	19.2	17.8	16						
NKM-G 40-250/260/ 3 /4	3	4	23.3	23.1	22.8	22.2	20.8	19						
NKM-G 50-125/130/ 0.55/4	0.55	0.75	5.5		5.2	5	4.7	4.3	3.9	3.3	2.6			
NKM-G 50-125/141/ 0.75/4	0.75	1	6.5		6.3	6.1	5.8	5.5	5	4.5	3.9			

11.3 Calentadores de agua

Para el cálculo de la potencia de los calentadores emplearemos la Norma UNE-EN 15478-2. Los calentadores deben calentar agua en menos de 2 horas. En la tabla A.6 se nos presentan diferentes posibilidades:

Tabla A.6
Valores guía de los volúmenes de los calentadores de agua, potencia de calentamiento y calentadores adicionales

Número de personas	Volumen del calentador de agua l	Potencia de calentamiento kW	Tiempo de calentamiento desde 10 °C hasta 65 °C min	Cantidad en l de agua mezclada de 40 °C a producir en		Potencia de calentamiento adicional kW
				1 h	2 h	
1 a 10	200	15	51	660	1 030	8
	300	10	115	680	930	5
11 a 20	400	30	51	1 320	2 060	15
	650	20	125	1 440	1 940	10
21 a 30	650	40	62	1 940	2 920	20
	1 000	20	192	1 960	2 450	10
31 a 50	1 000	40	96	2 450	3 440	20
	1 500	25	230	2 820	3 440	13
51 a 75	1 000	80	48	3 440	5 400	40
	1 500	60	96	3 680	5 160	30
	2 000	40	192	3 930	4 910	20
76 a 100	2 000	80	96	4 910	6 880	40
	3 000	40	288	5 400	6 380	20
101 a 150	3 000	100	115	6 880	9 330	50
	5 000	40	480	8 350	9 330	20
151 a 200	3 000	160	72	8 350	12 280	60
	5 000	100	192	9 820	12 280	50
201 a 300	5 000	200	96	12 280	17 200	60
	7 000	150	179	14 000	17 690	50
301 a 500	7 000	300	90	17 690	25 060	70
	10 000	200	192	19 650	24 570	60
501 a 700	7 000	400	67	20 140	29 970	80
	10 000	300	128	22 110	29 480	70
701 a 1 000	10 000	550	70	28 250	41 770	100

NOTA 1 – Por regla general, no se utilizan calentadores individuales de agua de más de 3 000 l de capacidad. Para demandas superiores de agua se deben instalar dos o más calentadores de agua de un tamaño apropiado, o calentadores de flujo continuo.

NOTA 2 – Para cada número de personas se indican dos posibilidades de volumen de agua.

NOTA 3 – La columna "Potencia de calentamiento adicional" tiene en cuenta el suministro de agua potable que hay que asegurar en puerto (véase el apartado 11.1).

Nuestro buque tiene una tripulación compuesta por 30 personas, por lo que las características del calentador serán:

Número de personas	30
Volumen del calentador	1000 l
Potencia del calentador	20 kW
Tiempo	192 min
Cantidad de mezcla 2h	1960 l
Cantidad de mezcla 1h	2450 l

Seleccionaremos el de mayor capacidad.

11.4 Tanque de presión

Este tanque se utilizará para evitar la necesidad de poner en marcha continuamente la bomba, ya que se comprimirá aire dentro para poder suministrar agua a presión durante un tiempo determinado.

Según la Norma:

8.2 Depósitos de agua a presión

Para mantener la mayor cantidad de agua disponible, es decir la cantidad que hay entre una parada y la puesta en marcha de nuevo de la bomba, y prevenir las puestas en marcha frecuentes de la bomba, es suficiente con comprimir previamente con aire el agua almacenada en los tanques a presión.

La pre-compresión debe ser 0,3 bar por debajo de la presión de corte de la bomba. La diferencia de presión entre la presión de corte y la de la puesta en marcha debe estar entre 1 bar y 2 bar.

La frecuencia de puestas en marcha está normalmente entre 6 y 8 funcionamientos por hora, sin embargo no se deben sobrepasar los 12 funcionamientos por hora.

La capacidad necesaria del depósito se debe determinar de acuerdo con la figura A.4.

Tomaremos 8 funcionamientos por hora y una presión de corte y puesta en marcha de 1,5 bar.

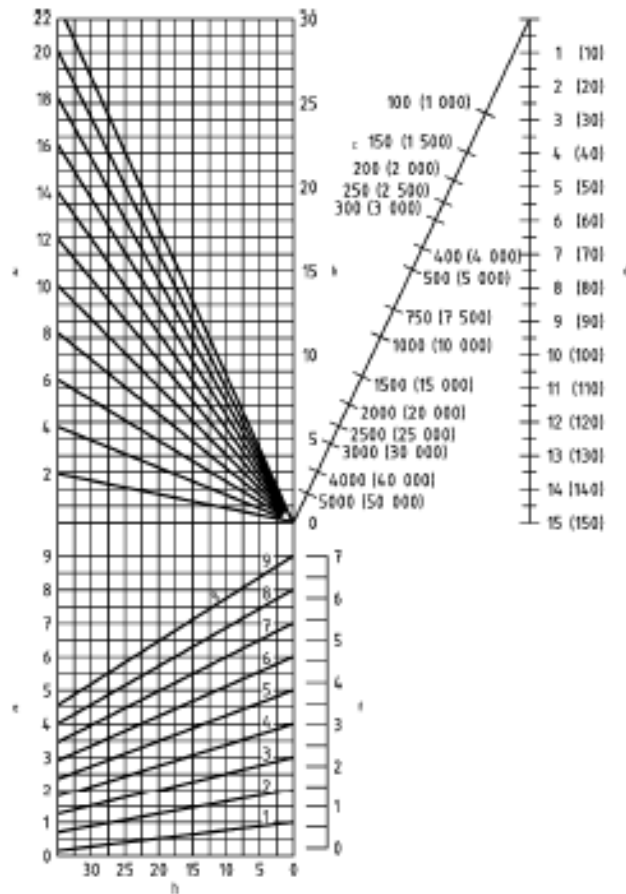
Otro punto a tener en cuenta será la precompresión, que será 0,3 bar por debajo de la de corte

$$P_{\text{apertura}} = P_{\text{apertura o puesta en marcha}} + P_{\text{corte}} = 7,31 + 1,5 = 8,81 \text{ bar}$$

Mediante el gráfico que se muestra a continuación calcularemos la capacidad del tanque (Norma Pag. 21)

- 21 -

ISO 15748-2:2002



- * Frecuencia de accionamientos por h f
- b Caudal a la salida de la bomba $\frac{V_p}{V_D} \times \frac{m^3}{h - m^3}$
- c Volumen del depósito V_D, l
- d Caudal a la salida de la bomba $\dot{V}_p = \dot{V}_{pmax}$ en m^3/h
- e Presión de corte p_3 de la bomba en bar
- f Presión previa p_2 en bar; para el aire comprimido en el depósito de agua
- g Presión de corte p_3 en bar
- h Volumen utilizable del depósito de agua V_{ut} en %
 $V_{ut} = \frac{p_2}{p_3} \times 100$

Fig. A.4 – Diagrama funcional para determinar el tamaño de los depósitos de agua

El método a seguir ha sido el siguiente:

1. Entramos en el “eje e” con la presión de corte (7,31 bar), y por el “eje f” con la presión de apertura 8,81 bar
2. Una vez obtenido el punto de corte entre ambas, trazaremos una línea hasta el “eje a”, que se trata de número de funcionamientos por hora, es decir 8.

3. Una vez ahí, trazaremos una línea horizontal sobre el “eje b”, que nos proporciona el caudal/volumen
4. Uniendo el punto obtuvimos en el “eje b” con el caudal marcado en el “eje d” obtenemos el volumen del tanque hidróforo en el “eje c”
5. Además de este dato obtenemos también el volumen útil del depósito en % en el “eje h”.

Resultado:

$$V_{\text{TANQUE}} = 3500 \text{ l}$$

$$V_{\text{UTIL}} = 12\% = 420 \text{ l}$$

11.5 Tratamiento de aguas residuales

En nuestro buque instalaremos una planta de tratamiento de tipo biológico con capacidad suficiente para procesar todas las aguas residuales producidas a bordo.

De acuerdo con el convenio MARPOL Anexo IV, Capítulo 3, Regla 9 “Sistemas de tratamiento de aguas sucias”:

Capítulo 3 – Equipo y control de las descargas

Regla 9

Sistemas de tratamiento de aguas sucias

1 Todo buque que, de conformidad con lo dispuesto en la regla 2, esté sujeto a las disposiciones del presente Anexo estará equipado con uno de los siguientes sistemas de tratamiento de aguas sucias:

- .1 una instalación de tratamiento de aguas sucias de un tipo aprobado por la Administración, teniendo en cuenta las normas y los métodos de prueba elaborados por la Organización; o

VÉASE LA INTERPRETACIÓN 3

- .2 un sistema para desmenuzar y desinfectar las aguas sucias aprobado por la Administración. Este sistema estará dotado de medios que, a juicio de la Administración, permitan almacenar temporalmente las aguas sucias cuando el buque esté a menos de 3 millas marinas de la tierra más próxima; o
- .3 un tanque de retención que tenga capacidad suficiente, a juicio de la Administración, para retener todas las aguas sucias, habida cuenta del servicio que presta el buque, el número de personas a bordo y otros factores pertinentes. El tanque de retención estará construido del modo que la Administración juzgue satisfactorio, y estará dotado de medios para indicar visualmente la cantidad del contenido.

A bordo del buque instalaremos una planta de tratamiento de aguas residuales y un tanque de almacenamiento de aguas residuales. Para el cálculo de la capacidad de dicho tanque emplearemos la Norma UNE-EN ISO 15749-1 y UNE-EN ISO 15749-2.

4.3 Cantidad de agua de desecho

Cuando se diseña una planta, hay que considerar las cantidades mínimas de agua de desecho de acuerdo con la tabla 2.

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.				

Capacidad del tanque de aguas residuales.

$$C_{\text{aguas residuales}} = 30 \times 180 = 5400 \text{ l} = 5,4 \text{ t}$$



SEWAGE TREATMENT PLANTS

DELTA STPN SERIES

STPN MODEL	CREW	L/DAY	KG BOD/DAY
210	10	2100	0,60
420	20	4200	1,20
630	30	6300	1,80
945	45	9450	2,70
1260	60	12600	3,60
1680	80	16800	4,80
2100	100	21000	6,00
2590	123	25900	7,40
2940	140	29400	8,40
3375	161	33750	9,64
4050	180	40500	10,80
4305	205	43050	12,30
4830	230	48300	13,80
5400	257	54000	15,43
5985	285	59850	17,10
6615	315	66150	18,90
7245	345	72450	20,70
7875	375	78750	22,50
8400	400	84000	24,00

Black and Grey Water

STPN MODELS

Specially designed to reduce the footprint while treating black & grey water through the whole process according to IMO MEPC 227(64)



COMPATIBLE WITH ALL VACUUM SYSTEMS IN THE MARKET

LOW MAINTENANCE REQUIRED

COMPLIANT WITH IMO MEPC 159(55) & IMO MEPC 227 (64)

ABS AND RMRS TYPE APPROVED.

MODULAR SOLUTIONS AVAILABLE

POSSIBILITY TO INSTALL IN CONTAINERS FOR IN-LAND OPERATION

DELTA PRBN SERIES

PRBN-MODEL	CREW	L/DAY	KG BOD/DAY
70	10	700	0,50
105	15	1050	0,75
140	20	1400	1,00
175	25	1750	1,25
210	30	2100	1,50
280	40	2800	2,00
350	50	3500	2,50
420	60	4200	3,00
490	70	4900	3,50
560	80	5600	4,00
630	90	6300	4,50
735	105	7350	5,25
875	125	8750	6,25
1200	171	11998	8,57
1400	200	14000	10,00
1575	225	15750	11,25
1750	250	17500	12,50
1925	275	19250	13,75
2100	300	21000	15,00
2380	340	23800	17,00
2590	370	25900	18,50
2800	400	28000	20,00

12 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Este sistema pretende garantizar unas condiciones de confort adecuadas, tanto en invierno como en verano, a través de la circulación del aire a una temperatura adecuada.

Para el cálculo emplearemos la Norma UNE-EN ISO 7547 donde se establece lo siguiente:

4 CONDICIONES DE DISEÑO

4.1 Generalidades

El sistema se debe diseñar para las condiciones de aire interior que se especifican en los apartados 4.2 y 4.3 en todos los espacios destinados a alojamientos que se definen en el apartado 3.1, y con las condiciones exteriores del aire y suministro del aire del exterior, ventilación y distribución del aire que figuran en los apartados 6.2.1, 6.2.2 y 6.5 respectivamente.

NOTA – Todas las temperaturas indicadas son temperaturas secas.

4.2 Temperaturas y humedad de verano

Las temperaturas y humedad de verano son las siguientes:

- a) Aire exterior: +35 °C y 70% de humedad;
- b) Aire interior: +27 °C y 50% de humedad.

NOTA – En la práctica, las condiciones del aire interior obtenidas, en especial la humedad, pueden ser diferentes de las anteriormente establecidas.

4.3 Temperaturas de invierno

Las temperaturas de invierno son las siguientes:

- a) Aire exterior: -20 °C;
- b) Aire interior: +22 °C.

NOTA – Esta norma internacional no especifica requisitos para la humedad en invierno.

4.4 Aire exterior

La cantidad mínima de aire suministrado desde el exterior no debe ser inferior al 40% del aire total suministrado al espacio en cuestión.

4.5 Ocupación

El número de personas que pueden ocupar los diversos espacios destinados a alojamientos debe ser el siguiente, a menos que se establezca otra cosa por el cliente.

a) Cabinas:

- el máximo número de personas para el que se ha diseñado la cabina.

b) Espacios públicos tales como salones, comedores de tripulación o pasaje y salas de recreo:

- el número de personas que pueden estar sentadas, o en el caso en que el cliente no lo especifique:
 - i) una persona por cada 2 m² de superficie del suelo para los salones;
 - ii) una persona por cada 1,5 m² de superficie del suelo para los comedores de de tripulación y pasaje;
 - iii) una persona por cada 5 m² de superficie del suelo para las salas de recreo.

c) Despachos del capitán y del jefe de máquinas:

- cuatro personas.

d) Otros despachos privados:

- tres personas.

e) Hospital:

- el número de camas más dos.

f) Gimnasio, salas de juegos:

- cuatro personas.

g) Sala de primeros auxilios:

- dos personas.

h) Oficinas:

- dos personas.

Para calcular la transmisión del calor emplearemos la siguiente fórmula recogida en la Norma:

5.2 Transmisión de calor

5.2.1 **Método de cálculo.** Para el cálculo de las pérdidas o ganancias en la transmisión, en vatios, se debe utilizar, para cada superficie por separado, la fórmula siguiente:

$$\Phi = \Delta T (k_v A_v) + (k_g A_g)$$

donde

ΔT es la diferencia de temperatura del aire, en grados kelvin, (para la diferencia de temperatura del aire entre los espacios interiores con aire acondicionado y sin aire acondicionado, véase en apartado 5.2.2);

k_v es el coeficiente de transmisión total de calor, en vatios por grados kelvin por metro cuadrado, para la superficie A_v (véase el apartado 5.2.3);

A_v es la superficie, en metros cuadrados, excluyendo los portillos laterales y las ventanas rectangulares (espesor del vidrio +200 mm) (véanse la figuras 1 y 2);

k_g es el coeficiente de transmisión total de calor, en vatios por grado kelvin por metro cuadrado, para la superficie A_g (véase el apartado 5.2.3);

A_g es el área, en metros cuadrados, de los portillos laterales y las ventanas rectangulares (espesor del vidrio +200 mm) (véanse las figuras 1 y 2).

Tabla 1
Diferencias de temperatura entre espacios interiores contiguos

Cubierta o mamparo	ΔT , K	
	Verano	Invierno
Cubierta contigua a un tanque con calefacción	43	17
Cubierta con un mamparo contiguo a una cámara de calderas	28	
Cubierta y mamparo contiguos a una sala de máquinas y a una galería sin aire acondicionado	18	
Cubierta y mamparo contiguos a tanques sin calefacción, espacios de carga y equivalentes	13	42
Cubierta y mamparo contiguos a una lavandería	11	17
Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios públicos	6	0
Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios privados		
a) con alguna parte contigua a superficies exteriores expuestas	2	0
b) no expuestas	1	0
c) con alguna parte contigua a una cámara de máquinas/calderas	6	0
Mamparo contiguo a un pasillo	2	5

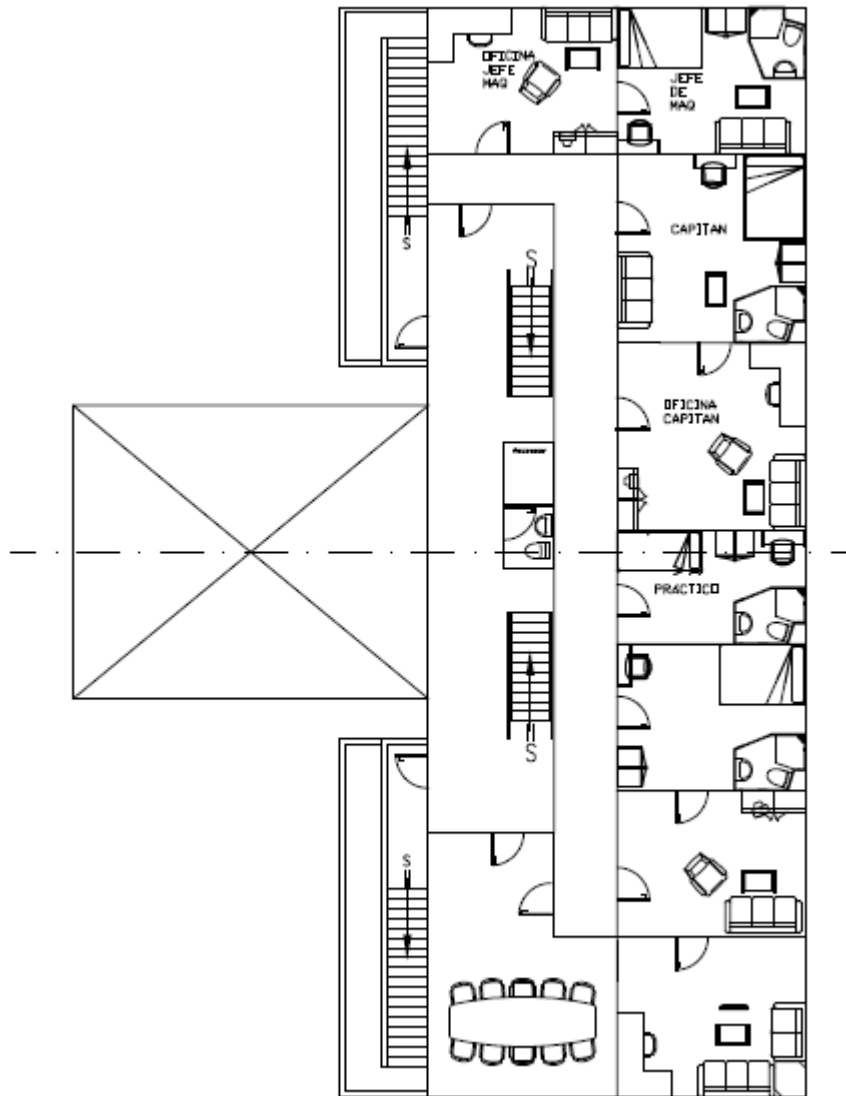
NOTA – Se entiende que existen sistemas de calefacción en los espacios sanitarios expuestos.

Hemos considerado una protección técnica adecuada en todas las superficies expuestas al exterior en relación al calor y el frío en los espacios contiguos

Tabla 2
Coefficiente de transmisión total de calor

Superficies	Coeficiente de transmisión total de calor, kW/(m ² ·K)
Cubierta de intemperie no expuesta a la radiación solar, costado del buque y mamparos exteriores	0,9
Cubierta y mamparos contiguos a la sala de máquinas, espacios de carga u otros espacios sin aire acondicionado	0,8
Cubierta y mamparos contiguos a la cámara de calderas o a una caldera en la sala de máquinas	0,7
Cubierta contigua al exterior o a otra cubierta de intemperie expuesta a la radiación solar y cubierta contigua a tanques calientes	0,6
Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal simple	6,5
Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal doble	3,5
Mamparo contiguo a un pasillo, sin insonorizar	2,5
Mamparo contiguo a un pasillo, insonorizado	0,9

Se realizará el cálculo para la cubierta 7 para ejemplificar los cálculos, siendo estos muy similares para el resto de las cuadernas.



Los resultados obtenidos para esta cuaderna se muestran a continuación. Supondremos que todas las cuadernas tienen el mismo flujo de calor:

$$\Phi_{\text{verano}} = 2987,7 \text{ w}$$

$$\Phi_{\text{verano total}} = 9 \times 2987,7 = 27 \text{ Kw}$$

$$\Phi_{\text{invierno}} = 9338,85 \text{ w}$$

$$\Phi_{\text{invierno total}} = 9 \times 9338,85 = 84 \text{ Kw}$$

Espacio	Mamparo	ΔT , VERANO	ΔT , INVIERNO	k_v	A_v	k_g	A_g	Φ VERANO	Φ INVIERNO
Oficina Jefe de Máquinas	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	13	42	0,8	10,5	0	0	109,2	352,8
	Babor	13	42	0,9	13,5	3,5	2	248,95	804,3
	Estribor	2	5	2,5	13,5	0	0	67,5	168,75
	TOTAL								425,65
Camarote Jefe de Máquinas	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,8	10,5	3,5	2	200,2	646,8
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	13	42	0,9	13,5	0	0	157,95	510,3
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL								358,15
Camarote del Capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,8	13,5	3,5	2	231,4	747,6
	Popa	2	5	2,5	13,5	0	0	67,5	168,75
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL								298,9
Oficina del Capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,8	13,5	3,5	2	231,4	747,6
	Popa	2	5	2,5	13,5	0	0	67,5	168,75
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL								298,9
Práctico	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,8	8,1	3,5	2	175,24	566,16
	Popa	2	5	2,5	8,1	0	0	40,5	101,25
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL								215,74
Camarote Armador	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,8	10,5	3,5	2	200,2	646,8
	Popa	2	5	2,5	10,5	0	0	52,5	131,25
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL								252,7

Despacho Armador	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,8	10,5	3,5	2	200,2	646,8
	Popa	2	5	2,5	10,5	0	0	52,5	131,25
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL								252,7
Oficina Armador	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,8	10,5	3,5	2	200,2	646,8
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	13	42	0,9	13,5	0	0	157,95	510,3
	TOTAL								358,15
Sala de Reuniones	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	13	42	0,8	18,9	0	0	196,56	635,04
	Babor	2	5	2,5	4,5	0	0	22,5	56,25
	Estribor	13	42	0,9	13,5	3,5	2	248,95	804,3
	TOTAL								468,01
Aseos Públicos	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	2	5	2,5	4,5	0	0	22,5	56,25
	Babor	2	5	2,5	3,63	0	0	18,15	45,375
	Estribor	2	5	2,5	3,63	0	0	18,15	45,375
	TOTAL								58,8
								2987,7	9338,85

La instalación seleccionada será "Package Unit Type HH-PU2" como se muestra a continuación:



PRODUCTS

> Package Unit



Heating
 Ventilation
 Air Conditioning
 Refrigeration

Selection 50Hz

Type	HH-PU 1	HH-PU 2	HH-PU 3	HH-PU 4
Air Quantity Range (m ³ /hr)	1500 - 3500	3500 - 7000	7000 - 11000	11000 - 15000
Static Pressure Range (Pa)	800 - 1200	800 - 1200	1000 - 1400	1000 - 1400
Cooling Capacity Range (kW)	30 - 65	65 - 95	95 - 135	135 - 170
Compressor Power Range (kW)	9 - 18	18 - 26	26 - 39	39 - 45
Condenser Water Flow at 32°C (m ³ /hr)	6 - 8	8 - 12	12 - 19	19 - 20
Condenser Water Flow at 38°C (m ³ /hr)	10 - 15	15 - 22	22 - 33	33 - 36
Heating Capacity Range (kW)	20 - 50	50 - 100	70 - 150	140 - 220
Fan Motor Power Consumption (kW)	1,5 - 3	3 - 5,5	5,5 - 11	11 - 15
Current	3ph - 400V - 50 Hz			
Class	IP 54 isol. F			
Dimension (L x W x H) in mm	2650×1030×1660	3050×1260×1960	3150×1530×2080	3350×1800×2230

Optional: 60Hz