



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado/Máster
CURSO 2019/20

REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 90 TPF

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Miguel Burgos Torres

TUTORAS/ES

Luis Manuel Carral Couce

FECHA

DICIEMBRE 2020



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2019-2020

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: BUQUE REMOLCADOR ROMPEHIELOS 90 TPF, PARA OPERACIONES DE PUERTO Y OPERACIONES ROMPEHIELOS

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS, MARPOL, SOLAS Y REGLAMENTOS STANDARD PARA ESTE TIPO DE BUQUE.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 90 TPF

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 12 NUDOS EN CONDICIONES DE SERVICIO, 85% MCR + 15% MM

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: LO HABITUAL EN ESTE TIPO DE BUQUES

PROPULSIÓN: DIÉSEL ELÉCTRICA MDO CON DOS HÉLICES AZIPODS

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 6 TRIPULANTES

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUES.

Ferrol, 10 Setiembre 2019

ALUMNO/A: **D. MIGUEL BURGOS TORRES**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 90 TPF

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 12

EQUIPOS Y SERVICIOS

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.	6
2.	EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO.	7
2.1	Número de equipo.....	7
2.2	Amarre.	8
2.3	Dimensionamiento chigre de amarre.	9
2.4	Cálculo del equipo de fondeo.	12
	Volumen de la caja de cadenas.....	12
	Potencia del molinete	14
	Potencia necesaria para zarpar el ancla.	14
	Molinete.....	15
	Escobén.	15
	Gateras.	16
	Estopor.	16
	Bitas	16
	Barbotén.....	¡Error! Marcador no definido.
3.	EQUIPOS ESPECÍFICOS DEL BUQUE.	17
	Sistemas de remolque.	17
	Chigre de remolque de popa.	17
	Cable de remolque.....	18
4.	DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO.	21
5.	SISTEMAS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES.....	26
6.	EQUIPO DE FONDA Y HOTEL.	28
6.1	Cocina.	28
6.2	Gambuzas.....	28
6.3	Lavandería.	29
6.4	Tratamiento de residuos.	29
6.5	Otras máquinas y herramientas.	29
7.	SISTEMA DE ACHIQUE Y SENTINAS.	30
7.1	Colectores y ramales.....	30
7.2	Bombas de sentinas.	32
8.	SISTEMA CONTRAINCENDIOS.	34
8.1	Bombas contraincendios.....	35

8.2	Bomba de emergencia.	38
8.3	Sistema de detección de incendios.	39
8.4	Bocas contraincendios.	39
8.5	Extintores.	41
8.6	Monitores.	42
8.7	Sistema de agua nebulizada.	45
8.8	Otros equipos.	47
9.	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.	48
9.1	Cálculo transmisión de calor.	51
9.2	Cálculo de aporte de calor debido al sol.	59
9.3	Cálculo de aporte de calor debido a las personas.	59
9.4	Cálculo del aporte de calor debido a la iluminación.	60
9.5	Resultado de las condiciones.	61
10.	VENTILACIÓN.	63
10.1	Ventilación de los espacios.	63
10.2	Ventilación en cámara de máquinas.	67
11.	SERVICIO SANITARIO.	71
11.1	Sistema agua dulce.	71
11.1.1	Tanques de agua.	72
11.1.2	Generadores de agua dulce.	74
11.1.3	Caudal de la bomba de suministro.	74
11.1.4	Pérdidas de presiones de la bomba de suministro.	77
11.1.5	Bombas de suministro.	81
11.1.6	Caudal de la bomba de circulación.	82
11.1.7	Pérdidas de presiones de la bomba de circulación.	83
11.1.8	Bomba de circulación.	84
11.1.9	Tanque hidróforo.	85
11.1.10	Calentadores.	86
11.2	Tratamiento de aguas residuales.	89
	<i>ANEXO I: Catálogos</i>	91
	<i>ANEXO II: Plano de disposición general</i>	98

1. INTRODUCCIÓN.

A lo largo de este cuaderno se definirán los sistemas auxiliares del buque, sus equipos y servicios. Además, se definirán los sistemas específicos del buque a proyectar, un Remolcador rompehielos de 90 TPF.

Para la realización de este cuaderno, se emplearán varias normativas vigentes, con el fin de cumplir con ellas. Se empleará la normativa SOLAS, además de la sociedad de clasificación especificada en la RPA, para el buque a proyectar Bureau Veritas.

Para la realización de este cuaderno y en especial, para los elementos más descriptivos, se ha recurrido a la información obtenida de buques remolcadores de la base de datos, como el “*RT Emotion*”.

A lo largo del cuaderno se desarrollarán los siguientes servicios y equipos:

- Sistema de equipo y fondeo.
- Sistema de remolque.
- Sistemas de salvamento.
- Sistema de achique y sentinas.
- Sistemas contraincendios.
- Equipos de navegación y comunicación.
- Sistema de aire acondicionado.
- Sistemas de ventilación.
- Equipos de fonda y hotel.
- Sistema sanitario.

Características principales	
Lpp	38 m
B	12,5 m
D	6,65 m
T	5,27 m
BHP	6000 kW
Desplazamiento	1308,6
Cb	0,52
Cm	0,98
Cp	0,53
Velocidad (m/s)	6,17
Velocidad (kn)	12
L	40,36 m

2. EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO.

En este apartado se definirán aquellos equipos necesarios para el amarre y fondeo, maniobras con anclas y estachas.

Los cálculos referentes a anclas y cadenas se harán en base a lo especificado por la normativa del buque a proyectar, Bureau Veritas, “Pt B, Ch 9, Sec 4 “EQUIPMENT”.

2.1 Número de equipo.

El numeral de equipo se podrá calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$NE = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot h \cdot b + 0.1 \cdot A$$

Donde:

- Δ : Desplazamiento del buque en toneladas correspondiente a la flotación de verano, es decir, el calado a plena carga, obtenido en el cuaderno 5. Se obtendrá de las hidrostáticas del buque.

Draft Amidships (m)	4,95
Displacement (t)	1251

- h : Altura efectiva, en m, desde la línea de flotación de verano hasta la parte superior de la caseta, calculada según la fórmula que aparece a continuación.

$$h = a + \Sigma h_n$$

Donde:

- a : Francobordo a la cubierta superior, a la mitad de la eslora de flotación.

$$a = D - T_v = 5,27 - 4,95 = 0,318 \text{ m}$$

- Σh_n : Sumatorio, en m, de los puntales de las superestructuras con manga superior a B/4.

$$\Sigma h_n = 8,5 \text{ m}$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación se obtiene:

$$h = a + \Sigma h_n = 0,318 + 8,5 = 8,818 \text{ m}$$

- b : Manga de trazado, en m.
- A : Área lateral proyectada, en m^2 , de las superestructuras y casco por encima de la flotación de carga de verano, que estén dentro de LE y tengan una anchura superior a B/4. Se define LE como la longitud del equipo, igual a L, sin tomarse ni menos del 96% ni más del 97% de la eslora de flotación.

Se medirá este valor sobre el plano de disposición general en “AutoCAD”.

$$A = 193,94 \text{ m}^2$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación, se obtiene el numeral de equipo.

$$NE = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot h \cdot b + 0,1 \cdot A$$

$$NE = 1251^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot 8,82 \cdot 12,5 + 0,1 \cdot 193,94$$

$$NE = 356$$

Equipment number EN $A \leq EN < B$		Stockless bower anchors		Stud link chain cables for bower anchors			
A	B	Number of anchors	Mass per anchor, in kg	Total length in m	Diameter, in mm		
					Q1	Q2	Q3
50	70	2	180	220,0	14,0	12,5	
70	90	2	240	220,0	16,0	14,0	
90	110	2	300	247,5	17,5	16,0	
110	130	2	360	247,5	19,0	17,5	
130	150	2	420	275,0	20,5	17,5	
150	175	2	480	275,0	22,0	19,0	
175	205	2	570	302,5	24,0	20,5	
205	240	2	660	302,5	26,0	22,0	20,5
240	280	2	780	330,0	28,0	24,0	22,0
280	320	2	900	357,5	30,0	26,0	24,0
320	360	2	1020	357,5	32,0	28,0	24,0
360	400	2	1140	385,0	34,0	30,0	26,0

Para el numeral de equipo entre 320 y 360, como en el caso del buque proyecto, se obtiene:

- Número de anclas: 2
- Peso del ancla por unidad: 1020 kg
- Metros totales de cadena: 357,5 m
- Diámetro de la cadena: 24 mm (Acero de alta resistencia Grado 3, con el objetivo de disminuir el peso)

La longitud de los largos está estandarizada en 27,5 metros, por lo tanto, se dispondrá de un total de 13 largos. Debido a que el número total de largos de cadena es impar, se añadirá un largo más, de forma que esté repartido de forma equitativa entre ambos costados (7 largos).

El último largo de la cadena se unirá al buque mediante un sistema situado en la parte superior de la caja de cadenas, el cual permite soltar anclas de manera rápida en caso de emergencia. Las anclas se unirán a las cadenas mediante grilletes giratorios, con el fin de evitar volteos de la cadena.

2.2 Amarre.

Para el cálculo de la longitud de cabo y la carga de rotura en amarre se utiliza la tabla 7 que se contempla en la “*Parte B, Ch 9, Section 4*”, de la sociedad de clasificación.

Se obtiene:

- Metros de cabo de remolque: 180 m
- Carga de rotura: 207 kN
- Número de estachas: 4
- Metros de cada estacha: 140 m
- Carga de rotura de estachas: 78 kN

Equipment number EN A < EN ≤ B		Towline (1)		Mooring lines (1)		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N (2)	Length of each line, in m	Breaking load, in kN (3)
50	70	180	98,1	3	80	34
70	90	180	98,1	3	100	37
90	110	180	98,1	3	110	39
110	130	180	98,1	3	110	44
130	150	180	98,1	3	120	49
150	175	180	98,1	3	120	54
175	205	180	112	3	120	59
205	240	180	129	4	120	64
240	280	180	150	4	120	69
280	320	180	174	4	140	74
320	360	180	207	4	140	78
360	400	180	224	4	140	88
400	450	180	250	4	140	98
450	500	180	277	4	140	108
500	550	190	306	4	160	123
550	600	190	338	4	160	132
600	660	190	371	4	160	147
660	720	190	406	4	160	157
720	780	190	441	4	170	172
780	840	190	480	4	170	186
840	910	190	518	4	170	201

(1) The towline and the mooring lines are given as a guidance, but are not required as a condition of classification.
(2) See [5.2.7].
(3) For mooring lines with breaking load above 490 kN, see [5.2.4].

2.3 Dimensionamiento chigre de amarre.

Se realizará un cálculo de cómo se dimensiona un chigre de amarre que dispusiese de cabirón y carretel para el acomodo de la estacha.

En primer lugar, se calcula la tracción necesaria para después poder dimensionar ambos elementos.

$$\text{Tracción} = 0,33 \cdot \text{MBL}$$

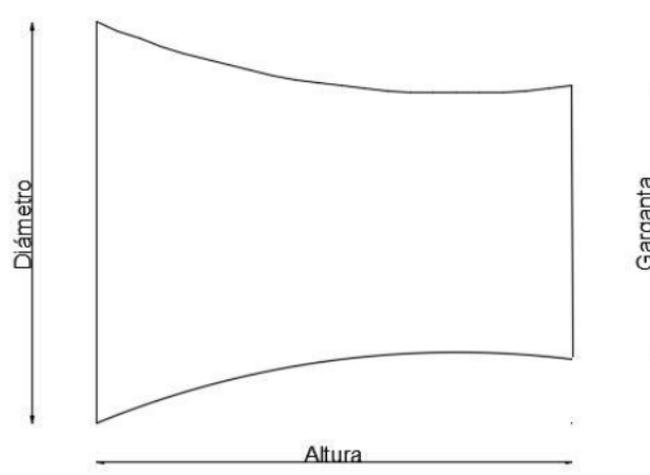
MBL: Carga de rotura de la estacha (78 KN = 8 toneladas-fuerza)

$$\text{Tracción} = 0,33 * 8 = 2,64 \text{ toneladasfuerza}$$

Una vez establecida esta tracción, se escogería el material y diámetro de la estacha. Se escoge una estacha de poliéster de 48 mm.

DIMENSIONES DEL CABIRÓN:

Se calculará el diámetro, la altura y la garganta del cabirón.



$$\text{Diámetro cabirón} = 100 \cdot T^{0,75} + 100$$

$$\text{Diámetro cabirón} = 307,11 \text{ mm}$$

$$\text{Altura cabirón} = \text{Diámetro} \cdot 0,7 + 100$$

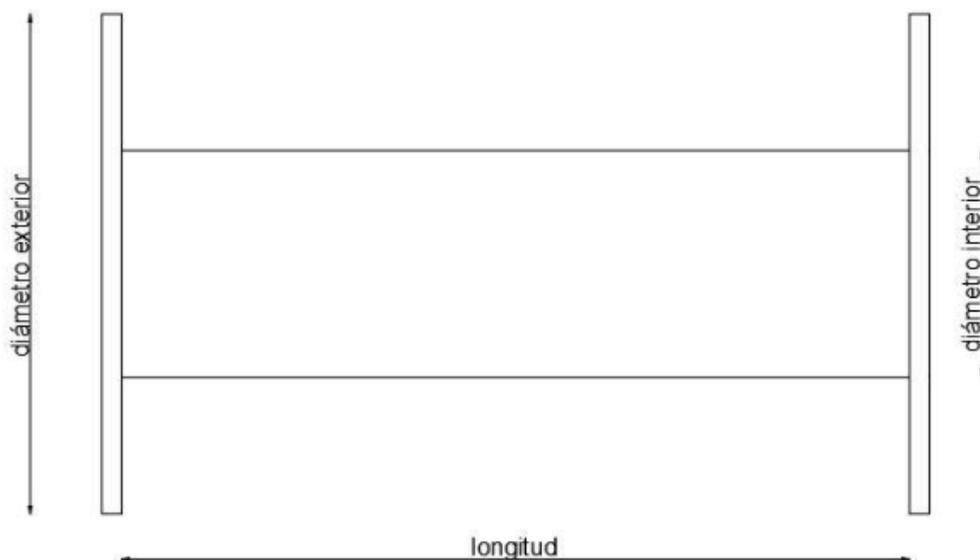
$$\text{Altura cabirón} = 314,97 \text{ mm}$$

$$\text{Garganta cabirón} = 10 \cdot \text{Diámetro estacha}$$

$$\text{Garganta cabirón} = 480 \text{ mm}$$

CÁLCULO DEL CARRETEL:

A continuación, se realiza el cálculo del carretel, calculando su longitud y sus diámetros tanto exterior, como interior.



$$\text{Diámetro interior} = 5 \cdot \text{Diámetro estacha}$$

$$\text{Diámetro interior} = 240 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro exterior} = 1,7 \cdot \text{Diámetro interior}$$

$$\text{Diámetro exterior} = 408 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud} = 1500 \cdot \text{Long estacha} \cdot \frac{D. \text{estacha}^2}{D. \text{exterior}^2 - D. \text{interior}^2}$$

$$\text{Longitud} = 4444 \text{ mm}$$

POTENCIA DEL CHIGRE:

La Potencia del chigre se calcula mediante la siguiente fórmula obtenida de la Tesis “Sistemas de amarre en buques: situación actual y evolución futura” de Raúl Villa Caro.

$$Pot = \frac{0,23 \cdot T \cdot v_i}{\eta}$$

Donde:

T: Tracción en toneladas-fuerza

V: velocidad de izada en m/min. Se estima en 15 m/min.

η : Rendimiento de la transmisión. Oscila entre 0,55

$$Pot = \frac{0,23 \cdot 2,64 \cdot 15}{0,55} = 50,18 \text{ CV} = 36,88 \text{ kW}$$

A continuación, se muestra un resumen de los cálculos realizados con anterioridad.

CHIGRE		
Tracción	2,64	T-F
CABIRON		
Diámetro	307,11	mm
Altura	314,98	mm
Garganta	480	mm
CARRETEL		
D.Interior	240	mm
D.Exterior	408	mm
Longitud	4444,44	mm
POTENCIA		
Rto.	0,55	
V.izada	15	m/min
Potencia	36,88	kW

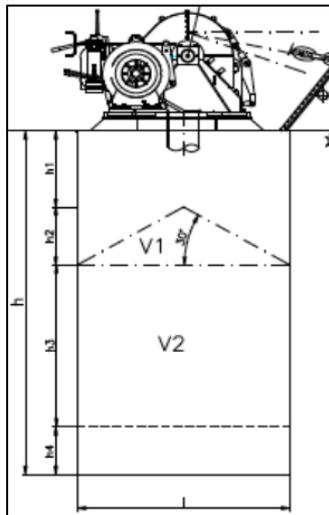
2.4 Cálculo del equipo de fondeo.

A lo largo de este apartado se calcularán:

- Volumen de la caja de cadenas
- Potencia del molinete
- Potencia necesaria para zarpar el ancla
- Escoben
- Estopor
- Gateras
- Bitas

Volumen de la caja de cadenas.

Se realizarán los cálculos del volumen necesario para estibar la cadena. Se muestra un esquema de las distintas alturas y volúmenes que ocuparía la cadena.



El volumen de la caja de cadenas, en m^3 , se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$V_{cc} = 8,48 \cdot d^2 \cdot l \cdot 10^{-6}$$

Donde:

- d: Diámetro de la cadena (24 mm)
- l: Longitud de la cadena (357,5 m)

$$V_{cc} = 8,48 \cdot 24^2 \cdot 357,5 \cdot 10^{-6}$$

$$V_{cc} = 1,75 \text{ m}^3$$

El volumen de la caja de cadenas se descompone en dos volúmenes, como se muestra en la imagen anterior, cuyos valores son:

- V_1 : Volumen cónico de la zona superior.
- V_2 : Volumen de la zona interior.

Sus fórmulas de cálculo serán:

$$V_1 = \frac{h_2}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$V_2 = V_{cc} - V_1$$

Para el buque proyecto, se dispone de una caja de cadenas prismática. A continuación, se definen sus dimensiones:

- l : Lado inferior de la caja de cadenas, en mm. Su valor debe ser igual o superior a 25 veces el diámetro de la cadena.

$$l \geq 25 \cdot d = 25 \cdot 24 = 600 \text{ mm}$$

La caja de cadenas se diseña de forma cuadrada, por lo tanto, todos sus lados tendrán la misma longitud. Y su longitud mínima ha de ser de 600 mm.

En el buque proyecto se estima una longitud de 1,5 metros, diseñándola de forma cuadrangular se tiene una caja de 1,5x1,5 m:

$$l = l_1 = l_2 = 1,5 \text{ m}$$

- h_1 : Altura para la caída de la cadena y acceso.

$$1,5 \leq h_1 \leq 2,8 \text{ m}$$

$$h_1 = 1,9 \text{ m}$$

- h_2 : Altura del volumen cónico, en m.

$$h_2 = \frac{l}{2} \cdot \tan 30$$

$$h_2 = \frac{1500}{2} \cdot \tan 30 = 430,01 \text{ mm} = 0,43 \text{ m}$$

- V_1 : Volumen cónico de la zona superior.

$$V_1 = \frac{h_2}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$V_1 = \frac{0,43}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{1,5}{2}\right)^2 = 0,255 \text{ m}^3$$

- V_2 : Volumen de la zona interior.

$$V_2 = V_{cc} - V_1$$

$$V_2 = 1,75 - 0,255 = 1,49 \text{ m}^3$$

- h_3 : Altura de la caja prismática:

$$h_3 = \frac{V_2}{l_1 \cdot l_2}$$

$$h_3 = \frac{1,491}{1,5 \cdot 1,5} = 0,66 \text{ m}$$

- h_4 : Altura para el drenaje de la cadena.

$$0,6 \leq h_4 \leq 0,8$$

$$h_4 = 0,6 \text{ m}$$

- Altura total de la caja de cadenas:

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

$$h = 3,6 \text{ m}$$

Potencia del molinete

La potencia necesaria del molinete se calculará mediante el artículo “*Normas prácticas para el diseño de molinetes de ancla*” de la revista Ingeniería Naval. Se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuando el molinete se encuentra parado, el barbotén embragado y el freno sin accionar, sus elementos mecánicos, incluidos el anclaje, deberán ser capaces de soportar un tiro aplicado en el diámetro del barbotén igual al 40% de la carga de rotura de cadena.
- La velocidad media de izada no será inferior a 9 m/min ni superior a 12 m/min, al régimen nominal de giro del motor y a plena carga.
- El motor del molinete deberá ser capaz de ejercer durante 5 minutos una potencia superior al 20 % de la calculada.

La potencia que deberá ofrecer el molinete para elevar el ancla se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$P_{molinete} = \frac{0,87 \cdot (P_a + 0,02 \cdot d^2 \cdot L) \cdot V_s}{4500 \cdot \eta_m}$$

Donde:

- P_a : Peso del ancla, en kg. Su valor es de 1020 kg.
- V_s : Velocidad de izado en m/min. Su valor será de 10 m/min
- η_m : Rendimiento del molinete, estando su valor comprendido entre 0,4 y 0,6, Para el buque a proyectar su valor será de 0,7.
- d : Diámetro de la cadena, en mm. Su valor es de 24 mm.
- L : Longitud de la cadena, en m. Su valor será de 357,5 m.

Sustituyendo estos datos en la ecuación anterior:

$$P_{molinete} = \frac{0,87 \cdot (1020 + 0,02 \cdot 24^2 \cdot 357,5) \cdot 10}{4500 \cdot 0,7}$$

$$P_{molinete} = 14,19 \text{ CV} \approx 10,59 \text{ kW}$$

Este valor será incrementado un 20%.

$$P_{molinete} = 12,70 \text{ kW}$$

Potencia necesaria para zarpar el ancla.

Para zarpar el ancla del fondo del mar, el motor debe vencer el poder de agarre de esta. Por esta razón, deberá ejercer durante 2 minutos la potencia calculada a continuación.

$$P_{zarpar\ ancla} = \frac{(2,1 \cdot P_a + 0,02 \cdot d^2 \cdot L) \cdot V_s}{4500 \cdot n_m}$$
$$P_{zarpar\ ancla} = \frac{(2,1 \cdot 1020 + 0,02 \cdot 24 \cdot 357,5) \cdot 10}{4500 \cdot 0,7}$$

$$P_{zarpar\ ancla} = 9,74\ CV \approx 7,26\ kW$$

Teniendo en cuenta que el buque proyecto cuenta con dos anclas:

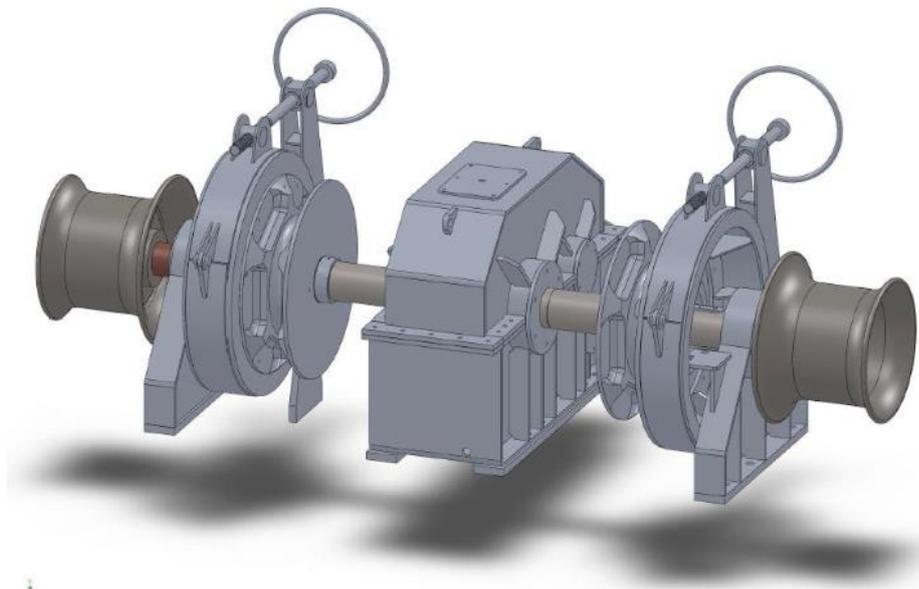
$$P_{zarpar\ ancla} = 14,53\ kW$$

Molinete

El molinete a instalar será biancla, con dos barbotenes y dos cabirones.

Aunque comparte accionamiento y reductora, posee dos embragues para trabajar cada ancla independientemente una de la otra. Además, este tipo de molinete resulta más económico que el monoancla.

A continuación, se muestra una imagen de un tipo de molinete ajustado al del buque proyecto.



Escobén.

Para el cálculo del diámetro del escobén se utiliza la siguiente fórmula proporcionada por los apuntes del profesor “Luis Carral Couce”.

$$D = [(100 - d) \cdot 0,03867 + 7,5] \cdot d$$

Siendo d el diámetro del eslabón de la cadena (24mm).

$$D = [(100 - 24) \cdot 0,03867 + 7,5] \cdot 24$$

$$D_{escobén} = 250,53\ mm$$

Gateras.

El diámetro de las gateras de las que consta el buque proyecto será el mismo que el calculado para los escobenes en el apartado anterior.

$$D_{gateras} = 250,53 \text{ mm}$$

Estopor.

El estopor es un dispositivo colocado entre el molinete y el escobén, que muerde la cadena del ancla, reteniéndola e impidiendo que la tensión de la cadena ejerza una acción directa sobre el molinete.

El valor máximo dimensionado del estopor será:

$$Estopor = 0,8 \cdot \text{Carga rotura de la cadena}$$

$$F_e = 207 \cdot 0,8 = 165,6 \text{ kN}$$

Bitas

El número de bitas dobles que se instalan en el barco serán de 8.

- Tres de ellas se disponen en la zona de popa, una en medio y las otras dos una a cada costado.
- Dos se dispondrán en la zona media del buque, una a cada costado del buque.
- Tres se situarán en la zona de proa, igualmente colocadas que las de popa.

Barboten

La tracción en el barboten será:

$$T = 6,5 \cdot d^2$$

$$T = 6,5 \cdot 24^2 = 3744 \text{ kg}$$

A continuación, se calculan las revoluciones a las que actúa el barboten. Para ello es necesario obtener la relación de transmisión correspondiente.

$$i = \frac{N_M}{N_B} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot N_m \cdot d}{v_s} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 1000 \cdot 24}{10} = 96$$

Como el accionamiento del molinete es eléctrico, se toma como velocidad del motor a plena carga 1000 rpm, por lo que:

$$N_b = \frac{1000}{96} = 10,42 \text{ rpm}$$

3. EQUIPOS ESPECÍFICOS DEL BUQUE.

Debido al tipo de buque que se trata y las condiciones que se reflejan en la RPA, consideramos como equipos específicos del buque, todos aquellos relacionados con el remolque, que se tratará a continuación.

Sistemas de remolque.

El sistema de remolque del buque proyecto se dimensiona a partir de los requerimientos dispuestos en la RPA del proyecto. El dato principal son las 90 toneladas de tracción a punto fijo. Para el dimensionamiento del sistema de remolque se utilizan los requerimientos de la sociedad de clasificación del proyecto, Bureau Veritas, como diferentes fuentes que se mencionaran a lo largo de este apartado.

Los diferentes equipos que componen el sistema de remolque se especifican a continuación.

Chigre de remolque de popa.

A popa, se instalará una maquinilla de accionamiento hidráulico, que dispondrá de un carretel con gran capacidad para la ubicación del cable de remolque.

Tanto el freno como el embrague serán de accionamiento eléctrico, desde la consola del puente de gobierno o desde la propia maquinilla. La bomba hidráulica será accionada por correas, y también será actuada desde el puente de gobierno o desde la propia maquinilla.

El freno será de seguridad, de tal forma que sin presión hidráulica permanecerá frenado y el embrague será tipo trócola, de accionamiento electro-hidráulico.

El accionamiento del carretel se producirá mediante el motor hidráulico de alto par, bajas revoluciones y directamente acoplado a eje del carretel.

La máquina incorpora un cabirón de acero para maniobra, acoplado directamente al eje principal.

El conjunto de la máquina está soportado por una bancada, con todos los apoyos trabajando sobre rodamientos en baños de aceite.

Para determinar la tracción, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Tracción = BP \cdot 0,5$$

$$BP = 9,8 \cdot 90 = 882$$

$$Tracción = 882 \cdot 0.5 = 441 T$$

Para buques con una tracción a punto fijo superior a 80 Toneladas, se considera que la tracción al freno ha de ser 1.8 veces la tracción máxima a punto fijo del buque, por lo tanto, la tracción al freno será:

Max BP DEL REMOLCADOR	TRACCIÓN AL FRENO
BP < 300	2.8xBp
300 ≤ BP < 800	2.2xBp
800 ≤ BP	1.8xBp

$$\text{Tracción al freno} = 882 \cdot 1,8$$

$$\text{Tracción al freno} = 882 \cdot 1,8 = 1587,6 T = 162 \text{ kN}$$

La tracción al freno debe estar comprendida entre la tracción a punto fijo y la carga de rotura mínima del cable, que se calculará más adelante, por razones de seguridad, ya que la rotura del cable es la situación más peligrosa en la maniobra de remolque.

La potencia del motor hidráulico para el accionamiento del chigre se calcula mediante el artículo “Normas prácticas para el diseño de chigres de carga y maniobra” de Luis Carral Couce, mediante la siguiente fórmula:

$$P(cv) = \frac{0,23 \cdot T \cdot v}{n}$$

TRACCION (KN)	VELOCIDAD DE COBRADO (m/min.)	
	Carga	Vacio
≤ 500	15	30
>500	10	20

Donde:

- v: Velocidad de izada que se estima en 15 m/s, como se observa en la tabla.
- T: Tracción del chigre
- n: Rendimiento del chigre que se estima en 0,85

$$P(cv) = \frac{0,23 \cdot 162 \cdot 15}{0,85}$$

$$P = 657,53 CV \approx 490,5 kW$$

Cable de remolque.

El dato de partida para el dimensionamiento del cable de remolque es su carga de rotura. La carga de rotura del cable de remolque se obtiene en base a la relación con los TPF del buque por lo que:

MBP (kN)	CARGA MÍNIMA DE ROTURA: MBL
<300	3.5 * MBP
300 - 800	2.75 * MBP
>800	2.25 * MBP

Por lo tanto, la carga mínima de rotura del cable (MBL) será:

$$MBL = 2,25 \cdot 90 \cdot 9,8 = 1984,5 \text{ KN}$$

Una vez determinada la carga mínima de rotura que tendrá que soportar el cable, se selecciona el más adecuado.

artículo number	nominal diameter mm	weight		minimum breaking force		
		kg/100m	lb/100ft	kN	t (metric)	lbs
293.516	16	124,5	83,4	239,4	24,41	53.865
293.518	18	156,2	104,7	302,5	30,85	68.060
293.519	19	175,7	117,7	338,9	34,56	76.250
293.520	20	193	129,3	374,2	38,16	74.195
293.522	22	234,2	156,9	452	46,09	101.700
293.524	24	279	186,9	540,3	55,09	121.570
293.525	25	304,3	203,9	587,1	59,87	132.100
293.526	26	327	219,1	634,2	64,67	142.695
293.528	28	380,2	254,7	734	74,85	165.150
293.530	30	439,1	294,2	846,3	86,30	190.420
293.532	32	497,7	333,5	959,6	97,85	215.910
293.534	34	558,6	374,3	1.079,3	110,06	242.843
293.536	36	631,4	423	1.221,5	124,56	274.838
293.538	38	701,4	469,9	1.352,4	137,90	304.290
293.540	40	774,4	518,8	1.495	152,45	336.375
293.542	42	851,9	570,8	1.645,2	167,76	370.170
293.544	44	940	629,8	1.818,6	185,44	409.185
293.546	46	1.037,4	695,1	1.995,7	203,50	449.032
293.548	48	1.132	758,4	2.184,3	222,73	491.470
293.550	50	1.204,2	806,8	2.331,7	237,76	524.632
293.552	52	1.322,6	886,1	2.548,8	259,90	537.480
293.554	54	1.412,8	946,6	2.731,2	278,50	614.520

Diameter, weight and MBF (as well as other mechanical and physical properties) are determined according to ISO 2408:2004 and EN 12385-4. The MBF refers to the breaking strength in the rope / wire itself, without splices or any other form of termination that can be formed with or without the use of accessories / fittings.

El cable de remolque seleccionado será de la marca Lankhorst, el modelo Lank Lift Compacted. Se comprueba que el cable de 46 mm cumple las exigencias, al soportar una carga mínima de rotura de 1995,7 KN.

Por lo tanto, se selecciona el cable de 50 mm de diámetro con un peso de 1037,4 Kg/100m.

A continuación, se estimará la longitud del cable de remolque.

En la sociedad de clasificación no se especifica una longitud mínima de cable de remolque determinada, por lo que para realizar el cálculo de éste se utiliza la siguiente fórmula:

$$Long\ cable = \frac{1800 \cdot BP \cdot 9,8}{MBL}$$

$$Long\ cable = \frac{1800 \cdot 90 \cdot 9,8}{1995,7}$$

$$Long\ cable = 795,51\ m$$

En la tabla que se muestra a continuación, se observa el valor mínimo de cable según el tipo de remolcador. En el caso del buque proyecto, al ser tipo “U”, el valor mínimo es de 650 m, con lo cual el valor obtenido es adecuado.

TIPO DE REMOLCADOR	NÚMERO DE CARRETELES	LONG. DE CABLE (m)	VALOR MÍNIMO(m)
ST	2	2000*BP/MBL	800
U	1	1800*BP/MBL	650
R1	1	1800*BP/MBL	650
R2	1	1200*BP/MBL	500
R3	1	1200*BP/MBL	500

4. DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO.

Para dimensionar los equipos y medios de salvamento necesarios en el buque proyecto, se comenzará con los requisitos impuestos por el Capítulo III, del convenio SOLAS. A continuación, se explican los dispositivos y medios de salvamento instalados en el buque.

En primer lugar, se hace referencia a la parte B, “Prescripciones relativas a los buques y a los dispositivos de salvamento”, Sección 1, “Buques de pasaje y buques de carga”, que hace referencia a lo relacionado con los dispositivos y medios de salvamento.

Se considera el buque proyecto como un buque de carga debido a que no se dedica al transporte de personas. Según las reglas a considerar el buque contará con los siguientes dispositivos.

- **Regla 6: Comunicaciones.**
 - 2 aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métrica.
 - 1 respondedor de radar.
 - 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas, estibados en el puente de navegación.
 - 1 sistemas de comunicaciones de emergencia portátiles y otro portátil, para comunicaciones bidireccionales entre puestos de control de emergencia.
 - 1 sistema de alarma general de emergencia, que se utilizará para convocar a la tripulación en los puestos de reunión e iniciar las operaciones pertinentes.
 - 1 sistema megafónico audible por encima del ruido ambiental en todos los espacios provistos de una neutralización.
- **Regla 7: Dispositivos individuales de salvamento.**
 - 8 aros salvavidas, ya que es un buque de menos de 100 m de eslora. La distribución de estos será: 2 aros a popa de la cubierta principal, 1 a cada banda de la cubierta principal, 1 a cada banda del puente de gobierno, 2 aros a proa de la cubierta principal. Los aros contarán con señales fumígenas de funcionamiento automático.
 - 10 chalecos salvavidas, de los cuales 1 irá situado en el puente de gobierno, 2 irán en el pañol situado a popa de la cubierta principal, 1 irá en cámara de máquinas y los 6 restantes son para el conjunto de los tripulantes embarcados.
 - 6 trajes de inmersión y 6 trajes de protección contra la intemperie para la tripulación, situados en el bote de recate.
- **Regla 8: Cuadro de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia.**
 - Se dispondrá de cuadros de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia en el puente de gobierno, cámara de máquinas y espacios de alojamiento de la tripulación.
 - En los camarotes de la tripulación se fijarán ilustraciones e instrucciones apropiadas, con el objetivo de informar sobre su puesto de reunión, su

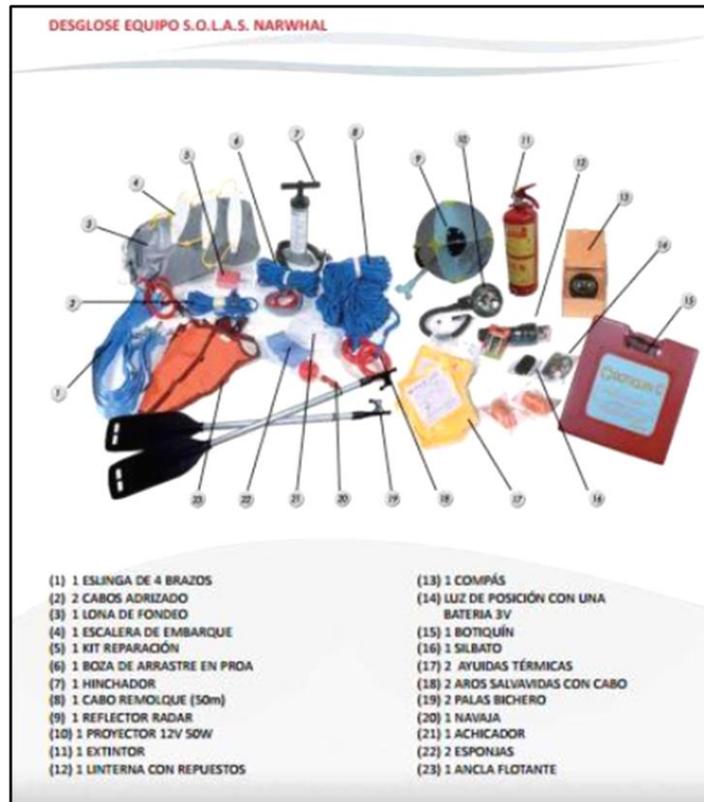
comportamiento en caso de emergencia y la forma de ponerse los chalecos.

- **Regla 31: Embarcaciones de supervivencia y botes de rescate.**
 - Se instalará un bote de rescate que, cumpliendo con la función de salvavidas, permita la capacidad de toda la tripulación en caso de necesidad. Su posición en el buque se muestra en la disposición general. El arriado se realizará mediante un pescante, de modo que su arriado pueda efectuarse en menos de 5 minutos, tal y como indica la Regla 14. El bote de rescate seleccionado para el buque proyecto, es de la marca Narwhal, de 4,2 metros de eslora y capacidad para toda la tripulación. A continuación, se muestra sus características técnicas.

SV-420 & SV-480 S.O.L.A.S.
BOTÉS DE RESCATE HOMOLOGADOS S.O.L.A.S.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MODELO	SV-420	SV-480
Eslora total	420 cm	480 cm
Eslora interior	306 cm	354 cm
Manga total	207 cm	210 cm
Manga interior	123 cm	110 cm
Puntal máximo	100 cm	100 cm
Diamétero máx.	50 cm	51 cm
Nº compartimentos	5+1	5+1
Motor máx. autorizado	25 CV ó 40 CV	40/50/60 ó 75 CV
Tipo eje motor	L	L
Nº max. personas	6	6
Carga máx. autorizada	716 Kg.	718 Kg.
Peso aprox. embarcación	200 Kg.	250 Kg.
Peso aprox. plena carga	916 Kg.	968 Kg.
Homologación	S.O.L.A.S.	S.O.L.A.S.



- Se dispondrá de dos balsas salvavidas, una dispuesta a cada banda, con capacidad para toda la tripulación y la posibilidad de llevar varios naufragos.

Las balsas salvavidas habilitadas en el buque son de la marca Duarry, con capacidad para 8 personas y cuyas características se muestran a continuación.

BALSAS DUARRY SOLAS

DUARRY SOLAS LIFERAFTS

Balsas salvavidas DUARRY homologadas de acuerdo a SOLAS 74 capítulo III y enmiendas y conforme a la Directiva Europea de Equipos Marinos. Fabricadas con las últimas innovaciones en diseño y combinadas con la experiencia de más de 40 años en la fabricación de balsas salvavidas. Una extensa red de estaciones de servicio repartida por todo el mundo garantiza el servicio dondequiera que se encuentre su barco.

El sistema de la calidad de Duarry está aprobado por DNV-GL.

Duarry SOLAS Liferrafts comply with the SOLAS 74 section III, and amendments, of the MED. Manufactured according to the latest design innovations, and following over 40 years of expertise in liferaft manufacturing. An extensive network of service stations throughout the world guarantees the best service wherever you decide to sail.

The Duarry quality system is approved by DNV-GL.



Balsas Duarry Lanzables

Duarry Throw Overboard Liferrafts

Una extensa gama de balsas de 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 y 35 plazas.

An extensive range of liferafts

6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 and 35 prs.



Desprendimientos Duarry
HRU Duarry

Para balsas SOLAS
For SOLAS liferafts



SOLAS A - PACK A			SOLAS B - PACK B		
Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)	Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)
Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)	Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)
6	109x61x53	78	6	109x61x53	68
8	109x61x53	90	8	109x61x53	70
10	123x64x55	102	10	123x64x55	82
12	123x64x55	120	12	123x64x55	91
16	128x67x57	140	16	128x67x57	110
20	133x69x62	160	20	133x69x62	120
25	149x75x67	185	25	149x75x67	140
30	170x76x68	205	30	170x76x68	151
35	170x76x68	230	35	170x76x68	167
6 RECT	99x56x40	78	6 RECT	99x56x40	68
8 RECT	99x56x40	90	8 RECT	99x56x40	70
10 RECT	104x66x40	102	10 RECT	99x56x40	82
12 RECT	104x66x40	120	12 RECT	99x56x40	91

5. SISTEMAS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES.

En el puente de gobierno se dispone de las consolas para el gobierno, control y comunicación de los diferentes sistemas del buque. También se dispone de puestos de control para las distintas maniobras del buque. Todos los equipos esenciales se instalarán por duplicado.

Los equipos para las diferentes maniobras, se sitúan tanto a popa como a proa del puente de gobierno, para facilitar las maniobras sin perder de vista en ningún momento el equipo o la maniobra que se esté realizando.

Los equipos de navegación del buque se situarán en la consola central de proa del puente de gobierno, con la función de facilitar la visibilidad en la navegación.

Los controles instalados en el puente de gobierno para las diferentes maniobras son los siguientes:

- Timón con indicador de posición.
- Reguladores de revoluciones y paso del propulsor
- Consola con joystick de control de las hélices transversales y AziPods.
- Consola de control de máquinas de toda la maquinaria propulsora y de las bombas y demás equipos.
- Controles de los elementos de remolque, chigre, winche, disparadores, etc.
- Consola de alarmas de incendio y actuadores del sistema contra incendios.
- Consola de control de luces de navegación e iluminación exterior.

Los elementos que componen el equipo de navegación son los siguientes:

- Un compás maestro con sistema de periscopio dentro del puente.
- Un compás magnético y dos compases de prueba.
- Un visor azimutal.
- Piloto automático.
- Sonda de navegación IMO.
- Radar IMO.
- Bitácora magistral.
- Un sextante.
- Un cronómetro.
- Un cronógrafo de bolsillo.
- Un reloj de bitácora.
- Un escandallo de mano de 5 kg.
- Un separador.
- Un transportador.
- Una regla.
- Un megáfono.
- Dos ciclómetros, uno en cámara de máquinas y otro en el puente de gobierno.
- Un termómetro.
- Un psicrómetro.

- Un medidor de viento.
- Un juego de binoculares de noche de 7x50.
- Un juego de binoculares de día de 6x50.
- Una sirena anti-niebla de presión manual.
- Un barómetro.
- Un libro internacional de luces.
- Una lámpara de señales.
- Un juego de cartas náuticas.
- Un juego de banderas nacionales.
- GPS.
- Sirena neumática de señales.
- Sistema digital de cartas marinas, con plotter comunicado con el radar.
- Radar banda X.
- Radar banda S.
- Radiogoniómetro MF/HF.
- Radiogoniómetro VHF AIS.

El equipo de radio y comunicaciones se compone de lo siguiente:

- Equipo GMDSS
- Una consola GMDSS A3 Sailor-150W modelo CO4693B. Configuración 2 Inmarsat ST-C. Incorpora un mueble de tres cuerpos para un microtelefono, panel indicador del estado de baterías, placa de conexiones, altavoz y luz de emergencia. Los siguientes equipos van acoplados a esta consola.
 - Telefonía Sailor 150W.
 - Un VHF.
 - Tres VHF portátiles GMDSS.
 - Un receptor NAVTEX.
 - Comunicación satélite GMDSS Inmarsat C.
 - Una radiobaliza.
 - Un transpondedor de radar.
 - Altavoces de maniobra
 - Sistema automático de identificación de llamada.

6. EQUIPO DE FONDA Y HOTEL.

A lo largo de este apartado se definirán los equipos que llevan los siguientes espacios habitables:

- Cocina
- Gambuzas
- Lavandería

6.1 Cocina.

Según lo dispuesto en el cuaderno 7, la cocina del buque estará ubicada en la cubierta principal de la habitación. La cocina consta de un área de 9 m². Este espacio estará revestido por acero inoxidable y los aislantes necesarios.

Se instalarán los siguientes equipos, consumidores de potencia:

- Una cocina eléctrica. Su consumo aproximado es de 10 kW.
- Un horno eléctrico. Su consumo aproximado es de 5 kW
- Un lavavajillas. Su consumo aproximado es de 4 kW
- Extractor eléctrico.
- Una freidora con capacidad de 2L. Su consumo es de 3kW.
- Microondas con grill. Su consumo aproximado es de 4 kW
- Un fregadero con escurr platos.
- Una batidora mezcladora. Su consumo eléctrico es de 1kW
- Exprimidor
- Una picadora de carne y cortador de fiambre. Su consumo es de 2kW
- Tostador de pan. Su consumo aproximado es de 1 kW
- Un frigorífico. Su consumo aproximado es de 2 kW.
- Una trituradora de basuras. Su consumo aproximado es de 1 kW.

6.2 Gambuzas.

En el cuaderno 7 se definió que la gambuza se encuentra en la cubierta principal, dividida en dos zonas, la zona seca y la húmeda. El revestimiento interior de este espacio será de acero inoxidable, con indicadores de temperatura, tanto dentro como fuera del local.

La gambuza seca del buque es aquella destinada al almacén de víveres que no necesitan estar refrigerados, tan solo a temperatura ambiente. En esta zona no se precisará de ningún equipo en concreto, tan solo espacio para almacenaje.

Por otro lado, la gambuza húmeda es aquella destinada a la conservación de diferentes víveres que necesitan una temperatura adecuada para su mantenimiento. Presentará una zona en la que se tiene una cámara de congelados (-25º), donde se preservaran las carnes.

El área de la gambuza seca es de 5 m² y el de la gambuza húmeda es de 3,4 m².

Para el mantenimiento de estas zonas será necesario la instalación de los siguientes equipos:

- Ventiladores para las cámaras.
- Compresores.
- Descongeladores eléctricos.
- Bombas centrifugas.

6.3 Lavandería.

La lavandería del buque se definió en el cuaderno 7, encontrándose en la cubierta principal de la habitación. Este espacio tiene un área de 6,5 m². Es aquella que se encargará del lavado, secado y mantenimiento de todo tipo de textil que se precisa a bordo. Teniendo en cuenta el número de tripulantes que viajarán en el buque, serán necesarios los siguientes equipos:

- Una lavadora con una capacidad de carga de 6 kg. Consumirá aproximadamente 1 kW.
- Una secadora de acero inoxidable con capacidad de 6 kg. Consumirá aproximadamente 1 kW.
- Una plancha, con una tabla de planchar. Consumirá aproximadamente 2 kW.

6.4 Tratamiento de residuos.

Según el reglamento MARPOL en el Anexo V, “Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques”, queda prohibido echar al mar toda materia plástica, cabuyería y redes, bolsas de plástico, etc.

Se permite echar ciertas basuras a más de 25 millas si son maderas o forros de estiba, y a más de 12 millas si son restos de comida y otras basuras que previamente hayan pasado por un desmenuzador o triturador y que pasen por cribas con mallas no mayores de 25 mm.

Debido a la zona de actuación del buque proyecto, que será en las cercanías portuarias, toda clase de desperdicios serán almacenadas para su posterior reciclado en las instalaciones del puerto.

6.5 Otras máquinas y herramientas.

Se dispondrá a bordo de los siguientes equipos, con el objetivo de realizar labores de mantenimiento a bordo.

- Un taladro eléctrico de 1 kW.
- Pileta de agua dulce fría.
- Iluminación portátil.
- Un grupo de soldadura eléctrica de 200 A y 7 kW.

7. SISTEMA DE ACHIQUE Y SENTINAS.

A lo largo de este apartado se realizará la descripción del servicio de achique y sentinas y de sus componentes. Se hará en base al convenio SOLAS, Capítulo II-1, Regla 21, “Disposición del servicio de achique”. Además, se deberán cumplir las exigencias del convenio MARPOL y de la sociedad de clasificación, Bureau Veritas.

Según el convenio, el sistema de achique y sentinas debe permitir bombear y agotar, en todas las situaciones que se den en la práctica, cualquier compartimento estanco distinto de un espacio permanentemente destinado a llevar agua dulce, agua de lastre, o cualquier carga líquida.

En buques de carga se deben instalar como mínimo dos bombas motorizadas conectadas al colector de achique, una de ellas podrá estar accionada por las máquinas propulsoras.

El sistema estará compuesto de los siguientes elementos:

- Bombas de sentinas.
- Separador de sentinas.
- Pocetes de sentinas (Mínimo 150 L, establecido por la SSCC).

Las bombas de sentinas aspirarán del mar, de todos los pocetes de sentinas y espacios vacíos, descargando al mar. El separador de sentinas aspirará del tanque de aguas aceitosas y del colector principal de sentinas y descargará al mar. Por otro lado, el separador de sentinas cumplirá con la normativa instalando un medidor de aceite con alarma. Su finalidad será la de separar el aceite del agua de sentinas, dejando una proporción de aceite en agua inferior a 15 ppm antes de ser descargado al mar.

7.1 Colectores y ramales.

A continuación, se calcula el diámetro del colector y de los ramales. El diámetro del colector principal de achique viene dado por la siguiente fórmula, según el SOLAS:

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

Sustituyendo:

$$d = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{38 \cdot (12,5 + 6,65)}$$

$$d = 70,32 \text{ mm}$$

La sociedad de clasificación establece que:

- El diámetro real del colector no deberá ser inferior en más de 5 mm que el obtenido por la fórmula.
- El diámetro no podrá ser inferior a 60 mm.

Por lo tanto, se escogerá de la siguiente tabla de diámetros comerciales, la tubería apropiada con el diámetro interior mínimo. Se escogerá una tubería con un diámetro nominal 5 mm más pequeño.

Diameter Nominal		Schedule	Outside Diameter - D - (mm) (in)	Wall Thickness - t - (mm) (in)	Inside Diameter - d - (mm) (in)	Inside Area (cm ²)	Pipe Weight (kg/m) (lb/ft)	Water Weight (kg/m)
(inches)	(mm)							

2 1/2	65	5S	73.025	2.108	68.809	37.186	3.677	3.719
		10S		3.048	66.929	35.182	5.246	3.518
		Std 40		5.156	62.713	30.889	8.607	3.089
		XS 80		7.01	59.005	27.344	11.382	2.734
		160		9.525	53.975	22.881	14.876	2.288
		XXS		14.021	44.983	15.892	20.348	1.589
				17.145	38.735	11.784	23.564	1.178
				20.32	32.385	8.237	26.341	0.824

$$\phi_{nominal} = 65 \text{ mm}$$

$$\phi_{exterior} = 73,025 \text{ mm}$$

$$\phi_{interior} = 62,713 \text{ mm}$$

$$t = 5,156 \text{ mm}$$

A continuación, se procede al cálculo del diámetro de los ramales de succión de sentina en espacio de cámara de máquinas que vendrá dado por la siguiente fórmula, proporcionada por la SSCC, Bureau Veritas, Pt C, Ch 1, Sec 10, 6.8.3.

$$d_1 = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{L_{camara\ maq} \cdot (B + D)}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación se obtiene:

$$d_1 = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{15,74 \cdot (12,5 + 6,65)}$$

$$d_1 = 62,50 \text{ mm}$$

La SSCC indica que el diámetro de los ramales no podrá ser inferior a 50 mm, ni superior a 100 mm. Por lo tanto, se escogerá a partir de la siguiente tabla de diámetros de tuberías comerciales, la tubería con diámetro nominal 65 mm

Diameter Nominal		Schedule	Outside Diameter - D - (mm) (in)	Wall Thickness - t - (mm) (in)	Inside Diameter - d - (mm) (in)	Inside Area (cm ²)	Pipe Weight (kg/m) (lb/ft)	Water Weight (kg/m)
(inches)	(mm)							

2 1/2	65	5S	73.025	2.108	68.809	37.186	3.677	3.719
		10S		3.048	66.929	35.182	5.246	3.518
		Std 40		5.156	62.713	30.889	8.607	3.089
		XS 80		7.01	59.005	27.344	11.382	2.734
		160		9.525	53.975	22.881	14.876	2.288
		XXS		14.021	44.983	15.892	20.348	1.589
				17.145	38.735	11.784	23.564	1.178
				20.32	32.385	8.237	26.341	0.824

$$\phi_{nominal} = 65 \text{ mm}$$

$$\phi_{exterior} = 73.025 \text{ mm}$$

$$\phi_{interior} = 62.713 \text{ mm}$$

$$t = 5.156 \text{ mm}$$

7.2 Bombas de sentinas.

La bomba de sentinas es aquella diseñada para eliminar el agua u otros tipos de líquidos procedentes de la sentina del buque. Estas bombas serán eléctricas, y dispondrán de un interruptor de accionamiento por flotador que las ponga en funcionamiento tan pronto como el nivel del agua de la sentina llegue al umbral de activación.

El SOLAS establece que se deberán instalar como mínimo dos bombas conectadas al colector de achique del buque. Su capacidad estará dada por una velocidad a la que se debe bombear agua al colector, siendo igual o superior a 2 m/s.

Una vez obtenido el diámetro del colector, el área de la sección de la tubería será:

$$A = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \pi \cdot \frac{0,065^2}{4}$$

$$A = 0,0033 \text{ m}^2$$

El caudal de la bomba de sentinas será:

$$Q = v \cdot 3600 \cdot A = 2 \cdot 3600 \cdot 0.0033$$

$$Q = 23,89 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Por lo tanto, cada una de las bombas tendrá un caudal de 11,95 m³/h.

La potencia de cada bomba se determina según la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot n_m}$$

Donde:

- P: Potencia de la bomba en CV.
- Q: Caudal de la bomba.
- H: Incremento de presión, se tomará la altura del puntal más un pequeño margen por pérdidas de tuberías, en m.c.a.
- N_m: Rendimiento del conjunto de la bomba y su accionamiento. (0,6)
- γ : Peso específico del fluido.

BOMBAS CENTRIFUGAS	
Caudal de la bomba m ³ /h	Rendimiento (η)
$Q \geq 500$	0,77
$300 \leq Q < 500$	0,75
$100 \leq Q < 300$	0,71
$30 \leq Q < 100$	0,65
$2 \leq Q < 30$	0,60
$Q \leq 2$	0,40

Sustituyendo en la fórmula:

$$P = \frac{1025 \cdot 11,95 \cdot 7}{3600 \cdot 75 \cdot 0,6}$$

$$P = 0,52 \text{ CV} \approx 0,39 \text{ kW}$$

8. SISTEMA CONTRAINCENDIOS.

A lo largo de este apartado se procederá a la descripción del sistema contraincendios del buque proyecto, el cual será de vital importancia. Dentro de este servicio, se estudiará el sistema de contraincendios tanto interior como exterior.

Su diseño se hará en base a lo establecido en la normativa SOLAS, capítulo II, “Construcción, prevención, detección y extinción de incendios”.

El sistema contraincendios del buque tratará tanto de prevenirlos mediante diferentes aislantes, como de extinguirlos mediante el uso de bombas, extintores portátiles, medios de extinción propios de cámara de máquinas, etc. Además, también deberá contar con sistemas que detecten el incendio y alarmas que lo indiquen. A lo largo de este apartado se realizará la descripción de todos los elementos empleados.

El buque constará de espacios tipo A, siendo aquellos que corren especial riesgo por la aparición de vapores inflamables. Estos deberán estar provistos de un sistema pasivo estructural, el cual consiste en mamparos recubiertos con aislamiento tipo A 60. Deberán evitar el paso de humos y llamas en la cara no expuesta, mediante la estanqueidad del mamparo. Además, la temperatura no se deberá incrementar en más de 140º durante 60 minutos.

Se considerarán espacios de este tipo, la cámara de máquinas, la cocina y zonas y pasillos que conduzcan al lugar de evacuación del buque.

El sistema contraincendios del buque estará formado por los siguientes elementos:

- Bombas contraincendios.
- Bomba contraincendios de emergencia.
- Colector contraincendios.
- Mangueras contraincendios.
- Extintores portátiles.
- Sistema de detección de incendios.
- Sistema contraincendios para cámara de máquinas.

A lo largo de los siguientes apartados se procederá a la descripción de todos los sistemas anteriormente mencionados para la extinción y prevención de incendios del buque.

8.1 Bombas contraincendios.

A continuación, se realizará el dimensionamiento de las bombas del sistema de contraincendios del buque proyecto. La toma de mar y las bombas de impulsión del sistema se ubicarán en la cámara de máquinas.

La capacidad de estas bombas de suministro viene determinada por el SOLAS, Capítulo II-2, Parte C. Los buques de carga con arqueo bruto inferior a 1000 GT, deben estar provistos de dos bombas motorizadas, de las cuales una será de accionamiento independiente, también deberán tener una capacidad, sin incluir la bomba de emergencia, superior a cuatro tercios de las bombas de sentinas, sin ser necesario que la capacidad total supere los 180 m³/h.

CAUDAL DE LA BOMBA.

$$Q_{CI} \geq \frac{4}{3} \cdot Q_s$$
$$Q_{CI} \geq \frac{4}{3} \cdot 23,89 = 31,86 \frac{m^3}{h}$$

El SOLAS, exige una capacidad mínima por bomba, mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{min} = 0,8 \cdot \frac{Q_{CI}}{N}$$

Donde:

- N: El número de bombas contraincendios sin incluir la bomba de emergencia.
- El caudal mínimo que se estipula es de 25 m³/h.

$$Q_{min} = 0,8 \cdot \frac{31,86}{2} = 12,74 \frac{m^3}{h}$$

El caudal mínimo obtenido es menos que los 25 m³/h exigidos por la normativa, por lo tanto, será este último valor el que se tendrá en cuenta.

$$Q_{CI} = 25 \frac{m^3}{h}$$

A continuación, se obtendrá el diámetro de la tubería y del colector.

DIÁMETRO DE LA TUBERIA

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Donde:

- Q: Caudal de las bombas contra incendios. 50 m³/h.
- v: Velocidad de 6 m/s.

- d: Diámetro de la tubería.

$$d = \sqrt{\frac{50 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 3600}} = 0,054 \text{ m} = 54 \text{ mm}$$

DIÁMETRO DEL COLECTOR

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Donde:

- Q: El colector contraincendios deberá tener un diámetro suficiente para suministrar un caudal de agua de al menos 140 m³/h.
- v: Velocidad de 2 m/s.
- d: diámetro del colector.

$$d = \sqrt{\frac{140 \cdot 4}{\pi \cdot 2 \cdot 3600}} = 0,157 \text{ m} = 157 \text{ mm}$$

Con el diámetro de la tubería se escoge una tubería con un diámetro comercial.

TUBOS O. D (DIÁMETRO EXTERNO)								
Diám.	Esp. 1.00 Kg/m	Esp. 1.20 Kg/m	Esp. 1.50 Kg/m	Esp. 2.00 Kg/m	Esp. 2.77 Kg/m	Esp. 3.00 Kg/m	Esp. 3.50 Kg/m	Esp. 4.00 Kg/m
12.70	0,29	0,35	0,42	-	-	-	-	-
15.87	0,37	0,44	0,54	-	-	-	-	-
19.05	0,45	0,54	0,66	0,85	-	-	-	-
22.22	0,53	0,63	0,78	1,01	-	-	-	-
25.40	0,61	0,73	0,90	1,17	-	-	-	-
31.75	0,77	0,92	1,14	1,49	2,01	-	-	-
38.10	0,93	1,11	1,37	1,81	2,45	2,64	-	-
44.45	1,09	1,30	1,61	2,13	2,89	3,11	3,60	-
50.80	1,25	1,49	1,85	2,44	3,33	3,59	4,14	-
63.50	1,57	1,87	2,33	3,08	4,21	4,54	-	-
76.20	88	2,25	2,81	3,72	5,09	5,50	6,37	-
101.60	-	-	3,76	4,90	6,85	7,41	8,59	-
127.00	-	-	-	6,26	8,81	9,31	10,82	12,31
152.40	-	-	-	7,53	10,37	11,22	13,04	14,86

El diámetro comercial escogido es el de 63,50 mm, con un espesor de 3 mm y por lo tanto, un diámetro interior de 55,96 mm.

PÉRDIDAS DE CARGA.

Se realizará el cálculo de las pérdidas de carga como si el agua circulase desde la bomba hasta la toma situada en el punto más alto, 1,5 metros sobre el puente de gobierno.

El método para estimar las pérdidas de carga localizadas consiste en expresarlas en forma de longitud equivalente, es decir, valorar cuantos metros de tubería recta del mismo diámetro producen una pérdida de carga continua que equivale a la perdida que

se produce en el punto singular. Se estima que la tubería consta de 3 reducciones, 3 válvulas y 4 codos de 90°.

La altura desde la posición de la bomba hasta el punto más alto, es desde la cámara de máquinas a 1 metro sobre L.B, hasta 1,5 metros sobre el puente de gobierno. Por lo tanto, la altura de la tubería es de 17 metros.

Diámetro del tubo	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700
Curva 90°	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,2	1,8	2	3	5	5	6	7	8	14	16
Codo 90°	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,3	1,7	2,5	2,7	4	5,5	7	8,5	9,5	11	19	22
Cono difusor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Válvula de pie	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	40	45	55	60	75	90	100
Válvula de retención	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	50	60	75	85
V. Compuerta Abierta	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	2	2	2	2,5	3	3,5	4	5
V. Compuerta 3/4 Abierta	2	2	2	2	2	2	4	4	6	8	8	8	10	12	14	16	20
V. Compuerta 1/2 Abierta	15	15	15	15	15	15	30	30	45	60	60	60	75	90	105	120	150

Tabla 5. Pérdidas de carga en accesorios

Longitudes equivalentes, tomando un diámetro equivalente de 65 mm.

$$\text{Reducciones} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ m}$$

$$\text{Válvulas} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ m}$$

$$\text{Codos} = 4 \cdot 0,9 = 3,6 \text{ m}$$

Se tendría una longitud equivalente de:

$$L_{eq} = 17 + 15 + 24 + 3,6 = 59,6 \text{ m}$$

Para calcular las pérdidas de carga, se utilizará la fórmula de Hazen Williams.

$$P_c = \frac{6,08 \cdot 10^5 \cdot L \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}$$

Donde:

- P_c : Perdidas de carga. (bar)
- L: Longitud total equivalente.
- C: Constante que depende del material. Acero al carbono = 120
- Q: Caudal en l/min. $25 \text{ m}^3/\text{h} = 417 \text{ l/min}$
- d: Diámetro interior del tubo. (55,96 mm)

$$P_c = \frac{6,08 \cdot 10^5 \cdot 59,6 \cdot 417^{1,85}}{120^{1,85} \cdot 55,96^{4,87}} = 1,12 \text{ bar} = 11,39 \text{ mca}$$

PRESIÓN DE LA BOMBA.

La presión total a la que debe impulsar la bomba contraincendios para tener una presión de punta de lanza de 6 bar es:

$$P = P_{p.lanza} + P_c + P_h$$

$$P = 61,2 + 11,39 + 17 = 89,59 \text{ m. c. a} = 8,78 \text{ bar}$$

$$P = 8,78 \text{ bar} \approx 9 \text{ bar}$$

La presión de descarga de la bomba se estima en 9 bar al ser una medida comercial.

POTENCIA DE LA BOMBA.

Considerando el rendimiento de la bomba en un 85%, la potencia vendrá dada por:

$$P = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot n_m}$$

Donde:

- P: Potencia en CV.
- Q: Caudal de la bomba en m³/h.
- γ : Peso específico del fluido en kg/m³.
- H: Incremento de presión, tomando la altura desde la bomba hasta el punto más desfavorable.
- n_m : Rendimiento del conjunto de la bomba y su accionamiento. (0.85)

Sustituyendo los datos se obtiene:

$$P = \frac{25 \cdot 1025 \cdot 89,59}{3600 \cdot 75 \cdot 0,85} = 10 \text{ CV} \approx 7,46 \text{ kW}$$

8.2 Bomba de emergencia.

La normativa SOLAS, Regla 10, 2.2.3.1, establece que en buques de carga, si se produce un incendio declarado en un compartimento cualquiera puede inutilizar las bombas, y por lo tanto, habrá otro medio consistente en una bomba de contraincendios de emergencia que cumpla lo dispuesto en el Código de sistemas de seguridad contraincendios y con su fuente de energía y conexión al mar situadas fuera del espacio donde se sitúen las bombas de contraincendios principales o sus fuentes de energía.

En cuanto al caudal de la bomba de emergencia será:

$$Q_{BE} = 0,4 \cdot Q_{CI}$$

$$Q_{BE} = 0,4 \cdot 25 = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

El SOLAS, indica que en buques de carga de menos de 2000 GT, el valor mínimo de la bomba de contraincendios de emergencia es de 15 m³/h. Por lo tanto, este valor será el indicado.

$$Q_{BE} = 15 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

La presión a considerar será la misma que la calculada en el apartado anterior. Esto se debe a que la bomba deberá vencer las mismas pérdidas de carga, buscando además la presión de lanza de 6 bar.

$$Presion_{BE} = 9 \text{ bar}$$

La potencia de la bomba contraincendios de emergencia será:

$$P_{BE} = \frac{15 \cdot 1025 \cdot 89,59}{3600 \cdot 75 \cdot 0,85} = 6 \text{ CV} \approx 4,48 \text{ kW}$$

8.3 Sistema de detección de incendios.

Según el SOLAS, Reglas 7.5.5 y 9.2.4, se deberá dotar al buque de un sistema de alarmas de detección de incendios fijo, alarmas contraincendios y sistema automático de rociadores.

Se instalará un sistema de detección de incendios con alarmas, cuya finalidad será detectar el humo en todos los pasillos, escaleras y vías de evacuación en la zona de habilitación. Estará dotado a su vez de un sistema de rociado automático.

Además, se equipará de mamparos de materiales incombustibles, con el fin de aislar un posible incendio. También se contará con un sistema de detectores de calor y detectores de humo.

TIPO DE DETECTOR	calor	humo
SUPERFICIE MÁXIMA DE PISO POR DETECTOR	37m ²	74m ²
DETECTOR DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CENTROS	9m	11m
DISTANCIA MÁXIMA RESPECTO DE LOS MAMPAROS	4.5m	5.5m

También se instalará un sistema de alerta de protección del buque. Al detectar cualquier tipo de incendio, este sistema se activará automáticamente, enviando una señal a una autoridad competente designada por la Administración. Este sistema servirá para la identificación del buque, notificando así su situación y advertir que la protección del buque se está viendo amenazada.

8.4 Bocas contraincendios.

El reglamento, en el artículo 6, indica el número mínimo de bocas de incendio a instalar en un buque.

fire-fighting ship E	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
4 at each side	4 at each side	8 at each side	8 at each side (1)
(1) May be increased to 10 hydrants at each side, depending on the ship's length.			

Como se observa en la tabla, el número mínimo requerido es de 8 bocas contraincendios.

Cuando las bocas son suministradas por la misma bomba que la de los monitores, se deberá reducir la presión de dichas bocas para permitir un manejo seguro de la manguera.

El SOLAS, Regla 10, 2.1.5, indica que el número y la distribución de las bocas contraincendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua que no procedan de la misma boca contraincendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque accesible a la tripulación mientras el buque navega y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío.

La instalación de las bocas de incendios se distribuye de la siguiente forma:

- 2 en cámara de máquinas.
- 1 en el puente de gobierno.
- 2 en la cubierta baja.
- 3 en la cubierta principal.

Se instalarán bocas de incendio equipadas (BIE), que son equipos de extinción de incendios semi-móviles, que permiten transportar agua desde un punto fijo de la red de abastecimiento de agua, hasta fuegos situados a 25 metros. Está compuesta por un armario, soporte de manguera, válvula de corte, manguera, racores de conexión, lanza y boquilla.

La sociedad de clasificación, Bureau Veritas, establece que el diámetro de dichas bocas debe estar comprendido entre 45 y 70 mm. Por lo tanto, se instalarán bocas de incendio de 45 mm.



El convenio SOLAS, exige que, para buque de carga de arqueo bruto menor de 6000 GT, la presión de las bocas de incendio no puede ser menos a 2,5 bar.

CAUDAL EN LA LANZA

La normativa EN 671-1, establece que, durante los ensayos realizados en la boca de incendios equipada, los caudales mínimos en las posiciones de chorro compacto y pulverización no deben ser inferiores a los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 4
Caudal mínimo y coeficiente K mínimo en función de la presión

Diámetro del orificio de la lanza-boquilla o diámetro equivalente (mm)	Caudal mínimo Q (l/min)			Coeficiente K (véase la nota)
	$P = 0,2$ MPa	$P = 0,4$ MPa	$P = 0,6$ MPa	
4	12	18	22	9
5	18	26	31	13
6	24	34	41	17
7	31	44	53	22
8	39	56	68	28
9	46	66	80	33
10	59	84	102	42
12	90	128	156	64

NOTA - El caudal Q a la presión P se obtiene por la ecuación $Q = K \sqrt{10 P}$ donde Q se expresa en litros/minuto y P en megapascuales.

Tomando una $P=0,6$ MPa y $K= 64$.

$$Q_{MIN} = 64 \cdot \sqrt{10 \cdot 0,6} = 156,76 \text{ L/min} \approx 9,4 \frac{m^3}{h}$$

Durante los ensayos se establece un uso mínimo de dos bocas por lo tanto el caudal mínimo es de $16,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Se observa que el caudal proporcionado por las bombas a las bocas de incendio cumple.

8.5 Extintores.

Según el SOLAS, Regla 10, todos los extintores cumplirán con lo prescrito en el Código de sistemas de seguridad contra incendios. Los espacios de alojamiento y puestos de control estarán provistos de extintores portátiles de un tipo apropiado. No se dispondrá de extintores a base de anhídrido carbónico en los espacios de alojamiento. En las zonas que se disponga de equipos eléctricos o electrónicos se dispondrá de extintores cuyo agente extintor no sea conductor de la electricidad ni pueda dañar los equipos.

Los extintores deben estar listos para su utilización y situados en un lugar visible. Los extintores portátiles dispondrán de dispositivos que indiquen si se han utilizado.

Se proveerán cargas de respeto para el 100% de los 10 primeros extintores y para el 50% del resto de los extintores que se puedan cargar a bordo.

Se instalarán a bordo 8 extintores distribuidos de la siguiente manera:

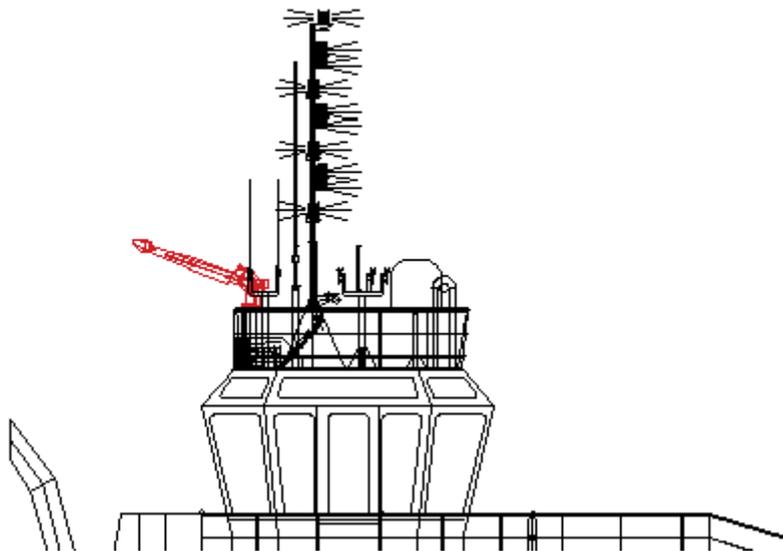
- 2 extintores de CO_2 en cámara de máquinas.
- 1 extintor de CO_2 en el puente de gobierno.
- 2 extintores de polvo ABC, en la zona de acomodación de la cubierta principal.
- 2 extintores de polvo ABC, en la zona de acomodación de la cubierta baja.
- 1 extintor de polvo BC, en el local de los AziPods.

8.6 Monitores.

La SSCC establece que el buque disponga de 2 monitores. Estos monitores deben estar homologados y deben ser instalados para soportar las fuerzas que se producen como consecuencia del chorro.

Dispondrán, de un control manual y un control remoto, y podrán ser operados desde un lugar con completa visibilidad.

Los dos monitores exigidos, irán situados uno a cada banda, en la cubierta del techo del puente de gobierno, como se muestra en la imagen.



Las características exigidas por la SSCC son:

- Nº monitores: 2
- Longitud del chorro en cada monitor: 120 m
- Altura del chorro en cada monitor: 45 m
- Caudal: 1200 m³/h.

El monitor seleccionado es de la casa Jason, el modelo MM612HJF-C-02.

FIRE MONITOR	
Model MM612HJF-C-02	FIREFIGHTING 
	Design Data
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Max capacity: 1200/450 m³/h Water/foam ▪ Pressure class: PN 16 ▪ Size: DN 150/100mm ▪ Standard flange: DIN 2633 FF ▪ Weight: 225 kg (approx) ▪ Elevation: -30°/+75° max ▪ Azimuth sweep: 330° max

BOMBA PARA LOS MONITORES.

Se decide instalar una bomba de 1200 m³/h, para dar suministro a los monitores situados encima del puente de gobierno.

Se decide instalar una bomba de la casa Jason, el modelo OGF 300X400.

OGF 300X400	
A larger version of the OGF250x350. Single stage, single suction centrifugal pump. Horizontal mounting with end suction or side/bottom suction bends.	
Capacity:	1200-2800 m³/h at 1200-1800 rpm
Total head:	110-160 m/c
Materials:	Casing in Ni-Al-Bronze or Nodular cast iron Impeller in Ni-Al-Bronze Shaft in stainless steel
Weight:	600 kg
Download datasheet	
GA drawings	
	

TUBERIAS MONITORES.

Las líneas de abastecimiento a los monitores, no pueden ser utilizadas para otros servicios excepto para el sistema de protección del buque de agua-spray.

Los dos monitores se alimentan por la misma bomba, ya que se pueden segregar mediante una válvula.

La velocidad del agua, en la línea de succión, no excederá de 2 m/s, y los tramos serán los más cortos posibles.

El diámetro de las tomas de mar, las cuales estarán situadas en la vertical de las bombas, será:

$$Q_{BM} = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{1200 \cdot 4}{\pi \cdot 2 \cdot 3600}} = 0,46 \text{ m} \approx 460 \text{ mm}$$

Para el diámetro de las tuberías que conducen hasta los monitores, se establece una velocidad de 6 m/s, y una única vía con un caudal de 1200 m³/h, la cual se bifurcará en dos a la altura de los monitores.

El diámetro de las tuberías desde la bomba hasta donde se sitúan los monitores será:

$$d = \sqrt{\frac{1200 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 3600}} = 0,266 \text{ m} \approx 266 \text{ mm}$$

El diámetro de las tuberías desde donde se bifurca la tubería hasta los monitores llevará un caudal de 600 m³/h y será:

$$d = \sqrt{\frac{600 \cdot 4}{\pi \cdot 6 \cdot 3600}} = 0,188 \text{ m} \approx 188 \text{ mm}$$

Para todas las tuberías, se escogerán diámetros comerciales.

8.7 Sistema de agua nebulizada.

Para el sistema contraincendios de cámara de máquinas, se optará por un sistema de agua nebulizada. Esto se debe a que presenta las siguientes ventajas frente al sistema de CO₂:

- Es un sistema inofensivo para las personas y el medioambiente.
- Puede emplear tanto, agua dulce, como agua de mar.
- El volumen de agua a emplear se reduce en una gran cantidad por la variación de las densidades a emplear, ya que se pulveriza con tamaños de gota inferiores a 200 micras.
- Con su disparo desplaza vapores inflamables y productos tóxicos procedentes de la combustión.
- Es válido tanto para la extinción como para el control de incendios o humos.
- Su coste y facilidad de recarga es relativamente bajo, al igual que la realización de las pruebas periódicas y su mantenimiento.
- Permite mantener el nivel de oxígeno en el habitáculo.
- No es conductor de la electricidad, y los daños que pueda ocasionar con respecto a otros sistemas es inferior.
- Permite reducir la temperatura del recinto.

Este sistema consiste en forzar el paso de agua a alta presión a través de unos automatizadores que conseguirán dividir las gotas, haciéndolas muy finas. Estas gotas serán eficaces a la hora de extinguir fuegos, incluso aquellos provocados por aceites. Las gotas permanecerán suspendidas en el aire, cubriendo una gran superficie respecto al fuego y evaporándose rápidamente.

Para el buque proyecto, se empleará un sistema de agua dulce, con el fin de evitar la corrosión de equipos y estructura.

El sistema de agua nebulizada consta de los siguientes elementos:

- Cabezales automatizados: Son unas válvulas de agua que pueden estar siempre abiertas en caso de inundación total, o cerradas en caso de sistemas de tuberías húmedas.
- Sistema de abastecimiento de agua: Conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general destinados a asegurar la protección frente a incendios.
- Red de distribución: Conducciones de agua del sistema, que discurren desde el sistema de abastecimiento hasta las cabezas automatizadas.
- Válvulas direccionales: Válvulas que permiten dirigir la descarga al riesgo seleccionado cuando se disponen de varios riesgos con un sistema de abastecimiento de agua.

El sistema estará provisto de boquillas aspersoras aprobadas por tanto por la administración como por la sociedad de clasificación. El número de boquillas y su disposición, asegurarán que el promedio de la distribución eficaz de agua es de 5 l/m² por minuto.

El caudal de agua nebulizada necesario viene dado por la siguiente fórmula:

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

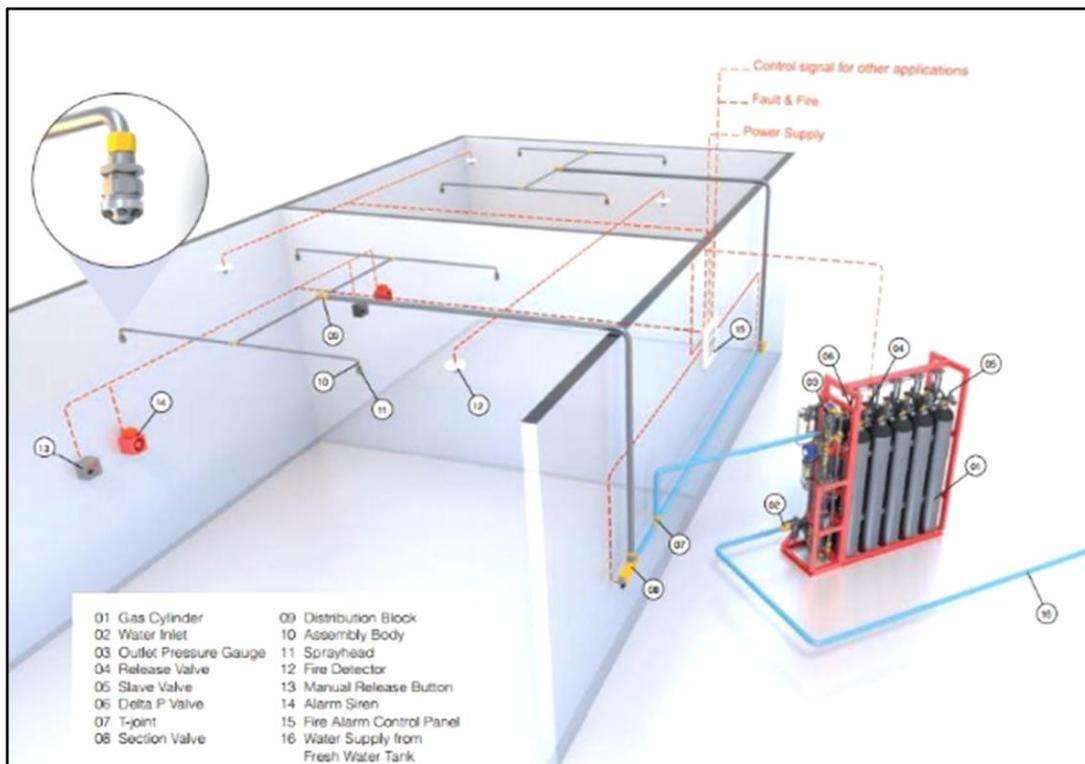
Donde:

- R: Capacidad específica, estimada en 5 l/m².
- A: Área del mayor compartimento a cubrir. Midiendo la cámara de máquinas mediante el programa AutoCAD 98,86 m².

Según la Administración la superficie no puede ser inferior a 280 m², por lo tanto:

$$Q = \frac{60}{1000} \cdot 5 \cdot 280 = 84 \frac{m^3}{h}$$

Para obtener el tamaño de gota adecuado es necesario que el agua se presurice a una presión de entre 150 y 200 bar, mediante un equipo de bombeo a alta presión.



8.8 Otros equipos.

La sociedad de clasificación también exige un número mínimo de trajes contraincendios de bombero.

Estos trajes deben estar estibados en un lugar de fácil acceso. El número de trajes exigidos por la SSCC es de 4.

fire-fighting ship E	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
4	4	8	8

También se debe equipar al buque con equipos de aire autónomo, con una capacidad de aire de al menos 1200 litros, prendas de protección y linternas eléctricas que deben ser aprobadas por la sociedad de clasificación.

9. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

El buque proyecto dispone de un equipo de aire acondicionado con el objetivo de dar la mayor confortabilidad a la tripulación. El sistema estará instalado en todos los espacios que lo requieran. Para su dimensionamiento se aplica la normativa UNE-EN-ISO 7547:2005, "Embarcaciones y tecnología marina. Aire acondicionado y ventilación de los alojamientos. Condiciones de diseño y bases de cálculo".

La normativa nos indica las temperaturas y humedad estimadas en verano y en invierno:

VERANO		
	Temperatura	Humedad
Aire exterior	35º	70%
Aire interior	27º	50%
INVIERNO		
	Temperatura	Humedad
Aire exterior	-20º	-
Aire interior	22º	-

Para el cálculo de las ganancias y pérdidas de calor se pueden clasificar en verano y en invierno. En verano se producen ganancias de calor por transmisión, por las personas, por la iluminación y por otras fuentes, mientras que en invierno únicamente se consideran las pérdidas en la transmisión de calor.

A continuación, se detallan los cálculos:

CÁLCULO TRANSMISIÓN DE CALOR.

Según la normativa UNE-EN-ISO 7547:2005, para el cálculo de las pérdidas o ganancias en la transmisión, en vatios, se debe utilizar, para cada superficie, la siguiente fórmula:

$$\phi = \Delta T \cdot [(k_v \cdot A_v) + (k_g \cdot A_g)]$$

Donde:

- ΔT : Es la diferencia de temperatura del aire, en grados K.
- k_v : Es el coeficiente de transmisión total de calor, en W/m^2K , para la superficie A_v .
- A_v : Es la superficie, en m^2 , excluyendo los portillos laterales y las ventanas rectangulares.
- k_g : Es el coeficiente de transmisión total de calor, en W/m^2K , para la superficie A_g .
- A_g : Es el área, en m^2 , de los portillos laterales y las ventanas rectangulares.

Para la ΔT , en los espacios interiores contiguos se emplea la siguiente tabla recogida en la normativa, según la disposición de cada mamparo. Para la ΔT de los mamparos que conecten con el exterior la diferencia de temperaturas se establece según las

temperaturas del aire exterior e interior comentadas anteriormente, según sea verano o invierno.

Tabla 1
Diferencias de temperatura entre espacios interiores contiguos

Cubierta o mamparo	$\Delta T, K$	
	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.

Los coeficientes de transmisión del calor, k_v y k_g , se obtienen según la superficie del mamparo conecte con otro espacio concreto, en el caso de k_v , y según sean portillos o ventanas de cristal simple o doble, en el caso de k_g . Estos valores, son obtenidos de la siguiente tabla.

Tabla 2
Coefficiente de transmisión total de calor

Superficies	Coefficiente de transmisión total de calor, $kW/(m^2 \cdot K)$
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

Las superficies, A_v y A_g , se obtienen mediante el programa AutoCAD, midiendo directamente sobre el plano.

CÁLCULO APORTE DE CALOR DEBIDO AL SOL.

Según la normativa UNE-EN-ISO 7547:2005, la ganancia de calor debida al sol, en W, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\phi_S = \sum A_V \cdot K \cdot \Delta T_t + \sum A_g \cdot G_S$$

Donde:

- A_V : Es la superficie expuesta a la radiación solar en m^2 , sin incluir portillos ni ventanas.
- K : Es el coeficiente de transmisión total de calor, para una estructura determinada del buque.
- ΔT_t : Es el aumento de temperatura causado sobre las superficies por la radiación solar, con un valor determinado en el buque de 12 K.
- A_G : Es el área de las superficies de cristal expuestas a la radiación solar en m^2 .
- G_S : Es el aumento de calor por m^2 debido a las superficies de cristal, con un valor determinado en el buque proyecto de 240 W/ m^2 K.

CÁLCULO DEL CALOR APORTADO POR LAS PERSONAS.

Según la normativa UNE-EN-ISO 7547:2005, se ha de calcular el calor aportado por las personas en los espacios, basándose en los valores de los calores sensibles y latentes emitidos por una persona a una temperatura en el interior de 27°C.

La siguiente tabla muestra los valores necesarios para el cálculo según la persona que se disponga en el espacio este en reposo o trabajando.

Tabla 4
Actividad del cuerpo y emisión de calor

Actividad	Tipo de calor	Emisión W	
Sentado en reposo	Calor sensible	70	} 120
	Calor latente	50	
Trabajo mediano/duro	Calor sensible	85	} 235
	Calor latente	150	

La normativa especifica el número de personas que pueden ocupar los diversos espacios destinados a alojamientos.

CÁLCULO DEL CALOR APORTADO POR LA ILUMINACIÓN Y OTRAS FUENTES.

En los espacios con luz solar, se puede despreciar el calor adicional aportado por la iluminación, pero en los espacios sin luz solar, el calor adicional aportado por la iluminación se debe calcular a partir de la potencia en W de la instalación. Cuando no se

ha especificado la energía necesaria, se debe determinar el calor determinado por la iluminación general a partir de lo establecido en la siguiente tabla.

Tabla 5
Calor aportado por la iluminación general

Espacio	Calor aportado por la iluminación general W/m ²	
	Incandescente	Fluorescente
Cabinas, etc.	15	8
Comedores de tripulación o pasaje	20	10
Gimnasios, etc.	40	20

En el caso del buque proyecto, se utilizará luces led, cuyo calor aportado es de 3W/m².

Otras fuentes, como la de dispositivos que funcionen temporalmente o durante periodos de tiempo considerables al día, no se tomarán en cuenta, a excepción del calor aportado por el frigorífico que se debe tomar como 0.3 W/l de su capacidad de almacenamiento.

9.1 Cálculo transmisión de calor.

Según la normativa UNE-EN-ISO 7547:2005, para el cálculo de las condiciones de verano, se deben aplicar las pérdidas o ganancias en la transmisión para cada superficie, el aporte de calor debido al sol, el aporte de calor debido a las personas y el aporte de calor debido a la iluminación u otras fuentes. Para el cálculo de las condiciones de invierno únicamente se debe aplicar las pérdidas o ganancias en la transmisión de cada superficie.

Para el cálculo total en kW, se emplea la herramienta *Excel*, en la cual se incorporan todos los valores de las fórmulas comentadas con anterioridad.

A continuación, se muestra el cálculo de la transmisión de calor, tanto para verano como para invierno.

CÁLCULO TRANSMISION DE CALOR									
Cubierta BAJA									
ESPACIO	MAMPARO	AT. Verano	AT. Invierno	kv	Av	kg	Ag	t verano	t invierno
Camarote Babor a proa	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	8	42	0,9	6,5	0	0	46,8	245,7
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	8	42	0,6	15,25	3,5	0,278	80,984	425,166
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								127,784	670,866
Camarote Babor a popa	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	18	17	0,7	7,62	0	0	96,012	90,678
	Babor	8	42	0,6	15,75	3,5	0,278	83,384	437,766
	Estribor	2	5	2,5	5	0	0	25	62,5
TOTAL								204,396	590,944
Camarote Estribor a proa	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	8	42	0,9	6,5	0	0	46,8	245,7
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	8	42	0,6	15,25	3,5	0,278	80,984	425,166
TOTAL								127,784	670,866

Camarote Estribor a popa	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	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	2	5	2,5	1,5	0	0	7,5	18,75
	Estribor	8	42	0,6	9,78	3,5	0,278	54,728	287,322
TOTAL								62,228	306,072
Sala de estar	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	18	17	0,7	22,2	0	0	279,72	264,18
	Babor	2	5	2,5	10,5	0	0	52,5	131,25
	Estribor	8	42	0,6	5,76	3,5	0,278	35,432	186,018
TOTAL								367,652	581,448
TOTAL CUBIERTA BAJA								889,844	2820,196

CUBIERTA PRINCIPAL									
ESPACIO	MAMPARO	AT. Verano	AT. Invierno	kv	Av	kg	Ag	t verano	t invierno
Camarote capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	8	42	0,6	24,5	0	0	117,6	617,4
	Proa	8	42	0,6	12,14	0	0	58,272	305,928
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	8	42	0,6	18,9	3,5	0,278	98,504	517,146
TOTAL								274,376	1440,474
Camarote J. de máquinas	Cubierta	18	17	0,7	13,25	0	0	166,95	157,675
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	2	5	2,5	11,38	0	0	56,9	142,25
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	2	5	2,5	15,477	0	0	77,385	193,4625
TOTAL								301,235	493,3875
Despacho Capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	8	42	0,6	8,67	0	0	41,616	218,484
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	2	5	2,5	12,34	0	0	61,7	154,25
	Babor	11	17	0	10,89	0	0	0	0
	Estribor	8	42	0,6	4,3	3,5	0,278	28,424	149,226
TOTAL								131,74	521,96

Despacho J. de máquinas	Cubierta	18	17	0,7	9,3	0	0	117,18	110,67
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	2	5	2,5	5,94	0	0	29,7	74,25
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	8	42	0,6	15,47	3,5	0,278	82,04	430,71
	Estribor	0	0	0	4,5	0	0	0	0
TOTAL								228,92	615,63
Comedor	Cubierta	18	17	0,7	18,75	0	0	236,25	223,125
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	6	0	0	7,42	0	0	0	0
	Babor	8	42	0,6	9,9	3,5	0,278	55,304	290,346
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								291,554	513,471
Cocina	Cubierta	18	17	0,7	9	0	0	113,4	107,1
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	8	42	0,6	13,2	3,5	0,278	71,144	373,506
TOTAL								184,544	480,606

Pañol	Cubierta	17	18	0,7	3,14	0	0	37,366	39,564
	Techo	8	42	0,6	3,14	0	0	15,072	79,128
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	8	42	0,6	9	0	0	43,2	226,8
	Babor	6	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								95,638	345,492
Aseos	Cubierta	17	18	0,7	3,14	0	0	37,366	39,564
	Techo	8	42	0	3,14	0	0	0	0
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	8	42	0,6	9	0	0	43,2	226,8
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								80,566	266,364
Pañol Proa	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	8	42	0,6	5,6	0	0	26,88	141,12
	Proa	8	42	0,6	2,49	0	0	11,952	62,748
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	8	42	0,6	7,2	0	0	34,56	181,44
	Estribor	2	5	2,5	13,2	0	0	66	165
TOTAL								139,392	550,308

Lavanderia	Cubierta	17	18	0,7	6,5	0	0	77,35	81,9
	Techo	8	42	0,6	6,5	0	0	31,2	163,8
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	2	5	2,5	6,6	0	0	33	82,5
	Babor	2	5	2,5	10,89	0	0	54,45	136,125
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								196	464,325
Sala aire acondicionado	Cubierta	17	18	0,7	5,98	0	0	71,162	75,348
	Techo	8	42	0,6	5,98	0	0	28,704	150,696
	Proa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Popa	2	5	2,5	5,94	0	0	29,7	74,25
	Babor	8	42	0,6	10,89	0	0	52,272	274,428
	Estribor	2	5	2,5	10,89	0	0	54,45	136,125
TOTAL								236,288	710,847
Sala Baterias	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	8	42	0,6	5,74	0	0	27,552	144,648
	Proa	8	42	0,6	0	0	0	0	0
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	2	5	2,5	13,2	0	0	66	165
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL								93,552	309,648
TOTAL CUBIERTA PRINCIPAL								2253,805	6712,5125

PUENTE									
ESPACIO	MAMPARO	AT.Verano	AT. Invierno	kv	Av	kg	Ag	t verano	t invierno
Puente	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	8	42	0,6	33,9	3,5	0	162,72	854,28
	Proa	8	42	0,6	18,6	3,5	8,5	327,28	1718,22
	Popa	8	42	0,6	18,6	3,5	8,5	327,28	1718,22
	Babor	8	42	0,6	24,71	3,5	5,1	261,408	1372,392
	Estribor	8	42	0,6	24,71	3,5	5,1	261,408	1372,392
TOTAL								1340,096	7035,504
TOTAL CUBIERTA PUENTE								1340,096	7035,504
TOTAL ESTRUCTURA								4483,745	16568,2125

9.2 Cálculo de aporte de calor debido al sol.

El cálculo relacionado con el aporte de calor debido al sol, se muestra a continuación. Este cálculo únicamente será tenido en cuenta en la condición de verano.

CÁLCULO APORTE DE CALOR DEBIDO AL SOL		
CUBIERTA BAJA		
Av	64,34	m ²
K	0,6	W/m ² *K
AT	12	K
Ag	1,39	m ²
Gs	240	W/m ²
TOTAL	796,848	W
CUBIERTA PRINCIPAL		
Av	157,04	m ²
K	0,6	W/m ² *K
AT	12	K
Ag	1,39	m ²
Gs	240	W/m ²
TOTAL	1464,288	W
PUENTE		
Av	120,52	m ²
K	0,6	W/m ² *K
AT	12	K
Ag	27,2	m ²
Gs	240	W/m ²
TOTAL	7395,744	W
TOTAL	9656,88	W

9.3 Cálculo de aporte de calor debido a las personas.

El cálculo del aporte de calor debido a las personas, se muestra a continuación. Este cálculo únicamente será aplicado en la condición de verano.

CALOR APORTADO POR LAS PERSONAS				
CUBIERTA BAJA				
Espacio	Nº Personas	Actividad	Emisión Actividad	Calor
Camarote babor a proa	1	Reposo	120	120
Camarote babor a popa	1	Reposo	120	120
Camarote estribor a proa	1	Reposo	120	120
Camarote estribor a popa	1	Reposo	120	120
Sala de estar	4	Reposo	120	480
TOTAL CUBIERTA				960

CUBIERTA PRINCIPAL				
Espacio	Nº Personas	Actividad	Emisión Actividad	Calor
Camarote Capitán	1	Reposo	120	120
Camarote J.Máquinas	1	Reposo	120	120
Despacho Capitán	4	Reposo	120	480
Despacho J.Máquinas	4	Reposo	120	480
Comedor	6	Reposo	120	720
Cocina	1	Trabajo	235	235
Pañol	1	Trabajo	235	235
Aseos	2	Reposo	120	240
Lavanderia	1	Reposo	120	120
Sala aire acondicionado	1	Trabajo	235	235
Sala Baterías	1	Trabajo	235	235
TOTAL CUBIERTA				3220
PUENTE				
Espacio	Nº Personas	Actividad	Emisión Actividad	Calor
Puente	1	Reposo	120	120
TOTAL CUBIERTA				120
TOTAL ESTRUCTURA				4300

9.4 Cálculo del aporte de calor debido a la iluminación.

El cálculo del aporte de calor debido a la iluminación y otras fuentes, se muestra a continuación. Este cálculo únicamente será aplicado en la condición de verano.

CALOR APORTADO POR LA ILUMINACION Y OTRAS FUENTES					
CUBIERTA BAJA					
Espacio	m²	Fluorescente	Otras fuentes	Calor otras fuentes	Calor
Camarote babor a proa	15,54	3	-	0	46,62
Camarote babor a popa	12,87	3	-	0	38,61
Camarote estribor a proa	15,57	3	-	0	46,71
Camarote estribor a popa	12,34	3	-	0	37,02
Sala de estar	16,35	3	-	0	49,05
TOTAL CUBIERTA					218,01

CUBIERTA PRINCIPAL					
Espacio	m ²	Fluorescente	Otras fuentes	Calor otras fuentes	Calor
Camarote Capitán	24,5	3	-	0	73,5
Camarote J.Máquinas	13,25	3	-	0	39,75
Despacho Capitán	8,67	3	-	0	26,01
Despacho J.Máquinas	9,3	3	-	0	27,9
Comedor	18,75	3	-	0	56,25
Cocina	9	3	Frigorífico	360	387
Pañol	3,14	3	-	0	9,42
Aseos	3,14	3	-	0	9,42
Lavandería	6,5	3	Lavadora y secadora	200	219,5
Sala aire acondicionado	5,98	3	Equipos	500	517,94
Sala Baterías	5,74	3	Equipos	500	517,22
TOTAL CUBIERTA					1883,91
PUENTE					
Espacio	m ²	Fluorescente	Otras fuentes	Calor otras fuentes	Calor
Puente	33,9	3	Equipos	500	601,7
TOTAL CUBIERTA					601,7
TOTAL ESTRUCTURA					2703,62

9.5 Resultado de las condiciones.

Una vez realizados todos los cálculos anteriores obtenemos el calor en la condición de verano y en la condición de invierno. Con estos datos, se busca en un catálogo comercial para la elección del equipo en función de ambas condiciones.

Los resultados son los siguientes:

RESULTADOS FINALES			
ΦVERANO		ΦINVIERNO	
21144,25	W	16568,21	W
21,14	kW	16,57	kW

Se escoge un equipo de la casa Heinen&Hopman, en concreto el modelo HH-PU 1

Type	HH-PU 1
Air Quantity Range (m ³ /hr)	1500 - 3500
Static Pressure Range (Pa)	800 - 1200
Cooling Capacity Range (kW)	30 - 65
Compressor Power Range (kW)	9 - 18
Condenser Water Flow at 32°C (m ³ /hr)	6 - 8
Condenser Water Flow at 38°C (m ³ /hr)	10 - 15
Heating Capacity Range (kW)	20 - 50
Fan Motor Power Consumption (kW)	1,5 - 3
Current	
Class	
Dimension (L x W x H) in mm	2650×1030×1660

Según la normativa UNE-EN-ISO 7547:2005, el suministro del flujo de aire a las cabinas con instalaciones sanitarias privadas debe ser como mínimo un 10% superior a la cantidad de aire extraída de las instalaciones sanitarias.

El aire suministrado debe ser el flujo de aire para mantener las condiciones de verano.

10. VENTILACIÓN.

En el siguiente apartado, se diseña la ventilación, tanto en cámara de máquinas como en locales.

10.1 Ventilación de los espacios.

En cuanto al diseño de la ventilación de los locales, se dispone de un sistema general de ventilación mecánico y natural que cumplirá con lo especificado en el SOLAS. En cada local se instalará un ventilador de tipo axial. La normativa muestra dos métodos para la obtención del caudal necesario para la ventilación de estos locales.

El primer método es el del calor a eliminar. Se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$q = \frac{\phi}{\rho \cdot c \cdot \Delta t}$$

Donde:

- q: Caudal de air para la evacuación de calor del local en m³/s.
- Φ: Calor a evacuar en kW.
- ρ: Densidad del aire a +35°C, 70% RH y 101300 Pa. (1.13 kg/m³)
- c: Calor específico del aire a +35°C, 70% RH y 101300 Pa. (1.01 kJ/kg·°C)
- Δt: Incremento de la temperatura media del local. (12.5°C)

El segundo método es el de obtener el caudal mediante renovaciones hora y será el aplicado en la ventilación de locales del buque proyecto.

$$q = R \cdot V$$

Donde:

- q: Caudal de aire para la ventilación del local en m³/h.
- V: Volumen del local en m³.
- R: Renovaciones hora.

Las renovaciones por hora tenidas en cuenta en cada local serán las que se muestran en la siguiente tabla, así como el tipo de ventilación tanto en la admisión como en la exhaustación.

Local	Renov/hora	Admisión	Exhaustación
Lavandería	20	Natural	Mecánica
Aseos	12	Natural	Mecánica
Pañol	10	Natural	Mecánica
Cocina	40	Mecánica	Mecánica

El buque incorpora un sistema de ventilación mecánica en la cocina.

La ventilación se realiza de modo que en el local se introduzca aire procedente del exterior en cantidad suficiente para renovar el aire existente y se extraiga el aire viciado.

El aire del exterior es impulsado en el compartimento mediante un ventilador, mientras que el aire viciado del interior es extraído mediante un extractor, en el caso de la ventilación forzada. En locales de pequeño tamaño se puede realizar una ventilación y extracción natural a través de rejillas de ventilación en mamparos y puertas.

El sistema de ventilación mecánica será de media velocidad, del tipo monoconducto, con regulación individual del caudal de impulsión.

Los grupos ventiladores pueden ser tanto de impulsión como de extracción y centrífugos o axiales. La potencia se calculará con la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot p}{75 \cdot 3600 \cdot \eta} \cdot 0.735$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada local que necesita una ventilación, mediante estimaciones de volumen de cada local. Para obtener la potencia consumida se ha empleado la fórmula anterior con una presión de 40 m.c.a. y un rendimiento de 0.6.

Los espacios públicos que no contienen ninguna atmosfera peligrosa dispondrán de un ventilador para todas las zonas.

Nº Espacios	Local	Volumen	Volumen total	Renovaciones/hora	Caudal	Potencia
1	Lavandería	21,45	21,45	20	429	0,078
1	Sala Aire acondicionado	19,73	19,73	10	197,3	0,036
1	Comedor	61,87	61,87	10	618,7	0,112
1	Sala de estar	49,05	49,05	10	490,5	0,089
TOTAL					1735,5	0,315

El ventilador escogido para estas estancias es de la marca Casals, el modelo HJEPA 35 M4. El catálogo del ventilador se adjunta como ANEXO. El ventilador se caracteriza por:

$$Q \text{ máximo} = 1825 \frac{m^3}{h}$$

$$Pot = 0,075 \text{ kW}$$

Para los aseos, tanto públicos como los individuales, se dispondrá de un ventilador para todos.

Nº Espacios	Local	Volumen	Volumen total	Renovaciones/hora	Caudal	Potencia
2	Aseos oficiales	8,5	17	12	204	0,037
1	Aseo público	12,56	12,56	12	150,72	0,027
2	Aseos camarotes proa	8,58	17,16	12	205,92	0,037
2	Aseos camarotes popa	8,58	17,16	12	205,92	0,037
TOTAL					766,56	0,139

El ventilador escogido para los aseos es de la marca Casals, el modelo BT 200 M2. El catálogo del ventilador se adjunta como ANEXO. Este ventilador se caracteriza por:

$$Q \text{ máximo} = 1000 \frac{m^3}{h}$$

$$Pot = 0,176 \text{ kW}$$

Los pañoles del buque tendrán una ventilación propia debido a la posibilidad de que se guarde algún tipo de material con atmosfera peligrosa.

Nº Espacios	Local	Volumen	Volumen total	Renovaciones/hora	Caudal	Potencia
1	Pañol	12,56	12,56	10	125,6	0,023
1	Pañol proa	18,48	18,48	10	184,8	0,034
TOTAL					310,4	0,056

El ventilador escogido para los pañoles es de la marca Casals, el modelo BT 125 M2. El catálogo del ventilador se adjuntará como ANEXO. El ventilador se caracteriza por:

$$Q \text{ máximo} = 350 \frac{m^3}{h}$$

$$Pot = 0,086 \text{ kW}$$

Para la cocina se dispondrá de un ventilador propio debido a los humos que se puedan generar en este espacio.

Nº Espacios	Local	Volumen	Volumen total	Renovaciones/hora	Caudal	Potencia
1	Cocina	29,7	29,7	40	1188	0,216
TOTAL					1188	0,216

El ventilador escogido para la cocina es de la marca Casals, el modelo TN/SP 20 T4 ¼, El catálogo del ventilador se adjuntará en el ANEXO. El ventilador se caracteriza por:

$$Q \text{ máximo} = 1800 \frac{m^3}{h}$$

$$Pot = 0,18 \text{ kW}$$

Para la sala de baterías de emergencia se dispondrá de un ventilador asilado del resto al ser una sala que contiene material indispensable en caso de emergencia.

Nº Espacios	Local	Volumen	Volumen total	Renovaciones/hora	Caudal	Potencia
1	Sala Baterías	18,94	18,94	20	378,8	0,069
TOTAL					378,8	0,069

El ventilador escogido para la sala de baterías de emergencia es de la marca Casals, el modelo HJEPA 20 M4. El catálogo está adjuntado como ANEXO. El ventilador se caracteriza por:

$$Q \text{ máximo} = 500 \frac{m^3}{h}$$

$$Pot = 0,03 \text{ kW}$$

La potencia total necesaria para suministrar a los ventiladores de los espacios es de:

$$Pot = 0,547 \text{ kW}$$

10.2 Ventilación en cámara de máquinas.

En este apartado se diseñará la ventilación en la zona de cámara de máquinas. Según lo estipulado en el SOLAS, Capítulo II-1, Regla 35, los espacios destinados a alojar maquinaria, se deberá asegurar que cuando ésta esté en funcionamiento, llegue aire suficiente a los espacios, con el fin de mantener la seguridad, confort de la tripulación y funcionamiento de las máquinas.

En la cámara de máquinas del buque proyecto, el aire suministra capacidad de oxígeno para que los motores realicen la combustión. Además, refrigerará el ambiente, evitando que se formen atmosferas tóxicas e inflamables. A lo largo de este apartado también se describirá el sistema de exhaustación encargado de expulsar el aire al exterior.

El sistema de ventilación también se encargará de que la temperatura del local no supere en más de 12 K la temperatura exterior, asegurando de esta forma un ambiente óptimo para toda la tripulación que se encuentre en el espacio, permitiendo condiciones aceptables de trabajo.

La norma UNE-EN-ISO 8861 define la ventilación como el suministro de aire aun espacio cerrado, con el fin de satisfacer las necesidades de sus ocupantes y su equipamiento, Establece requisitos de diseño y métodos de cálculo, empleados en la realización de este apartado.

La ubicación de la entrada de aire a la cámara de máquinas, debe considerar los siguientes aspectos:

- Las salidas de aire deben estar cercanas y dirigidas a las entradas de aire de los turbo-soplantes del motor.
- Deberá existir caudal adicional de aire, a lo largo del motor y acoplamiento, con el objetivo de absorber el caudal radiado.
- Las entradas de aire deberán estar situadas de forma que el agua o la suciedad no pueden penetrar en la cámara de máquinas del buque.

A continuación, se realizará el cálculo de aire necesario para la ventilación, siguiendo la norma UNE-EN-ISO 8861. Las condiciones de trabajo se consideran a una temperatura de entre 5°C y 40°C, y una humedad relativa máxima de 90%.

El flujo de aire de los motores seleccionados para el buque proyecto, Wärtsila 12V26, es de 7,7 kg/s.

Flow at 100% load	kg/s	7.7
-------------------	------	-----

El flujo de aire se calculará según la fórmula especificada en la guía del motor:

$$q_c = \frac{m'}{p} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

Donde:

- q_c : Flujo de aire necesario para la combustión en m^3/s .

- m : Consumo de aire en kg/s.
- p : Densidad del aire, estimado en 1,15 kg/m³.

$$q_c = \frac{2 \cdot 7,7}{1,15} = 13,39 \frac{m^3}{s}$$

El flujo de aire necesario para evacuar el calor generado por la radiación de los elementos que están instalados, se obtiene según la fórmula siguiente:

$$q_{rad} = \frac{\Phi_{dg} + \Phi_{el} + \Phi_0}{p \cdot c \cdot \Delta T} - 0,4 \cdot q_c$$

Donde:

- q_{rad} : Flujo de aire necesario para la evacuación del calor.
- Φ_{dg} : Emisión de calor del generador, en kW.
- Φ_{el} : Emisión de calor de las instalaciones eléctricas, en kW.
- Φ_0 : Emisión de calor de otros componentes, en kW.
- q_c : Flujo de aire necesario para la combustión, en m³/s.
- p : Densidad del aire, estimada en 1,15 según la Project Guide.
- c : Calor específico del aire (1,01 kJ/kgK)
- ΔT : Aumento de temperatura en la cámara de máquinas (K).

El cálculo de la emisión de calor del generador se calcula mediante:

$$\Phi_{dg} = 0,396 \cdot P_{dg}^{0,7}$$

Donde:

- P_{dg} : Es la potencia normalizada de servicio de los motores generadores al máximo, en kW. En el caso del buque proyecto se compone de 2 motores 12V26 de 3915 kW.
- Δ_{hd} : Es la pérdida de calor de los motores, en porcentaje.

$$\Phi_{dg} = 0,396 \cdot (2 \cdot 3915)^{0,7} = 210,54 \text{ kW}$$

El cálculo de la emisión de calor de las instalaciones eléctricas se puede estimar como el 20% de la potencia total instalada.

$$\Phi_{el} = P \cdot \left(1 - \frac{n}{100}\right) = (2 \cdot 3915) \cdot \left(1 - \frac{94}{100}\right) = 469,8 \text{ kW}$$

El flujo de aire necesario para evacuar el calor emitido por los elementos de la cámara de máquinas será el siguiente.

$$q_{rad} = \frac{210,54 + 469,8}{1,15 \cdot 1,01 \cdot 12} - 0,4 \cdot 13,39 = 43,46 \frac{m^3}{s}$$

El flujo de aire total, Q , es la suma del flujo de aire necesario para la combustión, más el flujo debido al calor radiado.

$$Q = q_{dg} + q_c = 43,46 + 13,39 = 56,85 \frac{kg}{s} \cdot \frac{3600s}{1h} = 204647,21 \frac{m^3}{h}$$

Para garantizar el flujo obtenido, se instalarán 4 ventiladores proporcionando cada uno el 25% del caudal total, aproximadamente. Se escogió un ventilador de la casa SODECA, el modelo CMRS-900-4T-50 IE3

Características técnicas						
Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máx admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m ³ /h)
		230 V	400 V	690 V		
CMRS-900-4T-50 IE3	1480		66,80	38,70	37	54300

Estos ventiladores serán axiales de impulsión, trabajarán a una presión estática de 40 m.c.a.

Estos ventiladores constan de las siguientes características:

$$Q_{unitario} = 54300 \frac{m^3}{h}$$

$$P_{unitaria} = 37 kW$$

En cuanto a la exhaustación del aire en cámara de máquinas, se realizará mediante las rejillas de la chimenea.

El buque proyecto contará con rejillas de aproximadamente 2 m², con una velocidad de salida 9 m/s. Teniendo en cuenta esto, de forma natural se evacuarán por este medio la siguiente cantidad de aire en una hora:

$$\phi = 2 \cdot 9 \cdot 3600 = 129600 m^3/h$$

Deberán poder controlarse de forma manual, a través de la carga del motor. Cada motor principal deberá tener su propio ventilador para aire de combustión. Por lo tanto, el flujo de aire se podrá adaptar a los motores en su funcionamiento.

El ventilador de aire se detiene durante el arranque del motor y el aire de combustión necesario se extrae de cámara de máquinas. Después, tras iniciar el suministro de aire, deberá ser capaz de mantener la temperatura mínima requerida para la combustión. En caso de que el aire necesario estuviese frío, deberá expulsarse lejos del motor, de forma que se caliente con la temperatura a la que se encuentre la propia cámara de máquinas.

El caudal de exhaustación que deberán tener vendrá dado por:

$$\phi_{exhaustacion} = \phi_{entrada} - \phi_{aire\ necesario\ para\ motores}$$

$$\phi = 56,85 - 13,39 = 43,46 \frac{kg}{s} = 156438,5 \frac{m^3}{h}$$

De este caudal de exhaustación, el 80% se realizará mecánicamente y el 20% se evacuará mediante las rejillas instaladas en el buque.

$$\emptyset_{exhaustacion} = 156438,5 \cdot 0,8 = 125150,8 \text{ m}^3/h$$

11. SERVICIO SANITARIO.

El buque proyecto deberá cumplir con los requerimientos de MARPOL, SOLAS y normas UNE. A continuación, se describirá el servicio sanitario con los equipos necesarios.

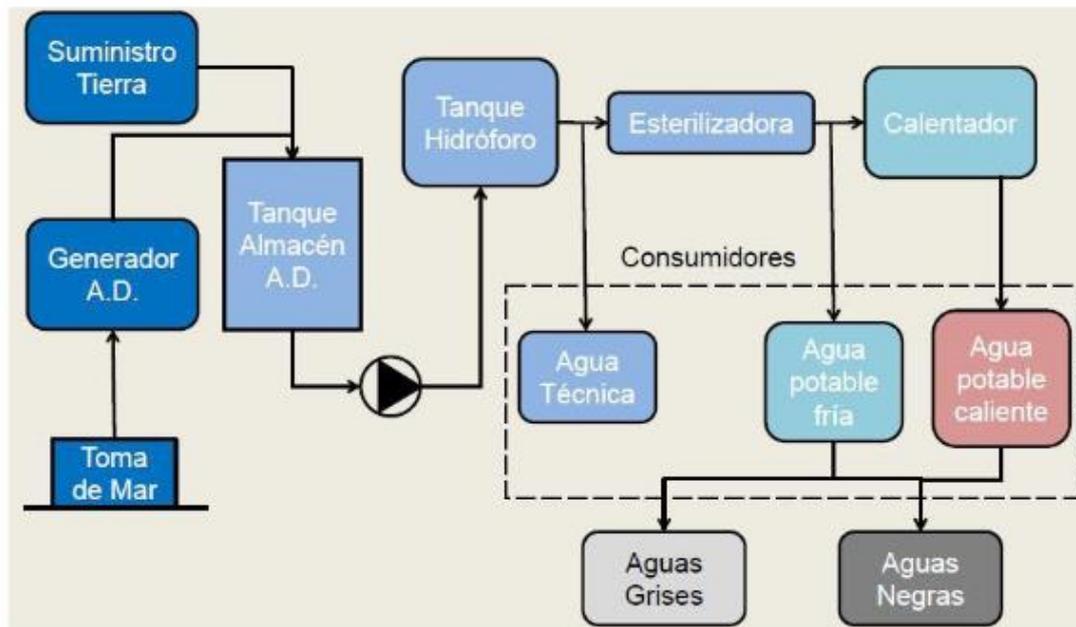
El buque dispone de un tanque de agua dulce, situado en la proa del buque. El sistema sanitario proporciona agua dulce para consumo humano, para servicios de habilitación y hotel, para servicios técnicos, para refrigeración de motores, etc. Este servicio distribuye agua caliente y fría sanitaria, procesa y almacena el agua sucia.

11.1 Sistema agua dulce.

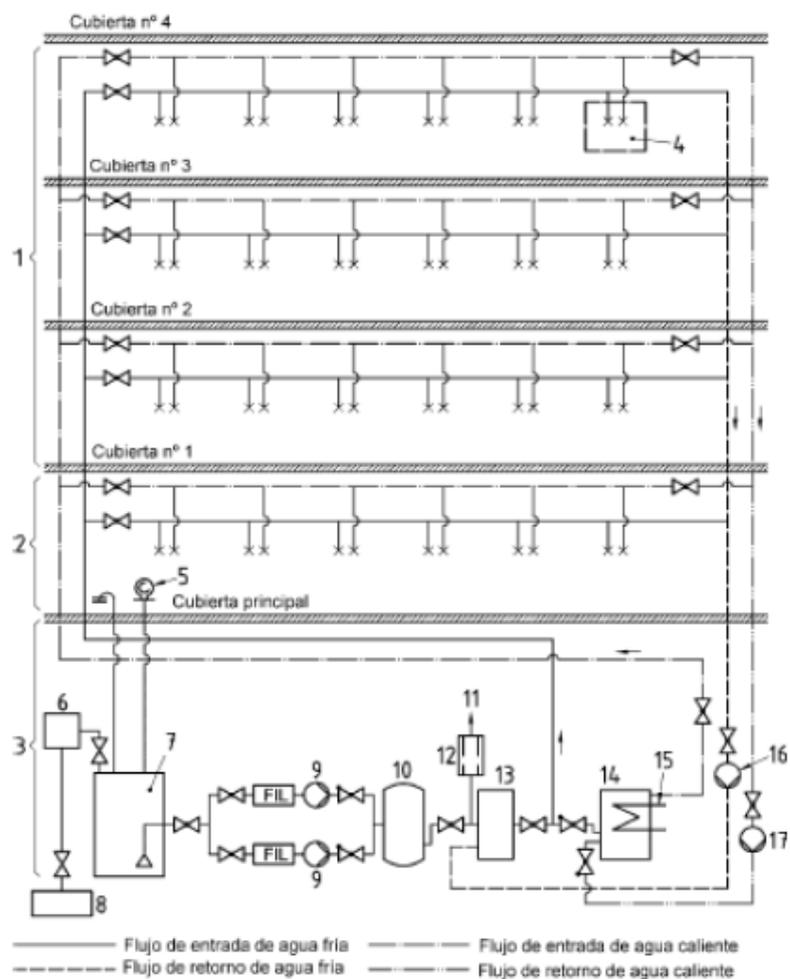
Se puede definir agua dulce como el agua destinada en origen para el consumo humano pero utilizada también con fines técnicos y para necesidades higiénicas y sanitarias. El agua potable, se define como el agua apropiada para el consumo humano y se puede obtener a partir de:

- Suministro en tierra.
- Mediante evaporadores.
- Mediante una planta de osmosis inversa.

A continuación, se muestra un esquema general de suministro.



En la siguiente imagen se muestra un esquema más exhaustivo del sistema de suministro de agua en el barco donde se puede observar como se distribuye el agua por cada una de las cubiertas de un buque para llegar a los consumidores principales.



- Leyenda**
- | | |
|--|--|
| 1 Área habitable con duchas/WC | 9 Bomba de suministro de agua potable |
| 2 Área de servicios de abastecimiento | 10 Tanque de presión |
| 3 Sala de máquinas | 11 Carga técnica |
| 4 Ducha/WC | 12 Desconector de tubería |
| 5 Conexión de alimentación a los tanques de agua potable (véase la Norma ISO 5620-1) | 13 Esterilización |
| 6 Generador de agua potable | 14 Calentador de agua |
| 7 Tanque de agua potable | 15 Elemento calentador |
| 8 Caja de mar | 16 Bomba de circulación de agua fría |
| | 17 Bomba de circulación de agua caliente |

11.1.1 Tanques de agua.

El cálculo de suministro de agua potable está regulado según la norma UNE-EN-ISO 15748-2:2003, la cual trata sobre “Embarcaciones y tecnología marina. Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas”.

La norma indica que el consumo de agua potable depende del tipo del buque, duración del viaje, número de dispensadores de agua potable, puntos de suministro, etc.

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

Para el buque proyecto se obtiene un consumo diario de 220 litros por persona y día. Se estima el consumo de agua potable para una semana, por lo tanto, el consumo y la capacidad de agua potable del buque es de:

$$\text{Consumo agua} = 220 \cdot N^{\circ}\text{Tripulantes} \cdot N^{\circ}\text{dias}$$

$$\text{Consumo de agua} = 220 \cdot 6 \cdot 7 = 9240 \text{ L} = 9,24 \text{ m}^3$$

Para el tanque de agua dulce, la permeabilidad del tanque es de 0.98. La capacidad total necesaria se muestra a continuación.

$$\text{Volumen de agua} = \frac{9,24}{0,98} = 9,43 \text{ m}^3$$

También se realiza una estimación más precisa del consumo de agua diario, con valores aportados por la norma, mediante la siguiente tabla.

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	Consumo		
			Cantidad total de agua l/día	Agua fría l/día	Agua caliente ^a l/día
Lavabo de pared o pedestal	2	6 x	12	5	7
Plato de ducha	60	2 x	120	50	70
Retrete de gravedad ^b	10	6 x	60	60	–
Retrete de vacío ^b	1,2	6 x	8	8	–
Urinario ^b	3	5 x	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.

Con los equipos instalados en el buque proyecto, la cantidad de agua por persona al día es de:

CONSUMOS					
Punto de servicio	Consumo por utilización	Frecuencia de uso	A. fría	A. Caliente	Total Agua
Lavabo de pared	2	6	5	7	12
Plato de ducha	60	2	50	70	120
Retrete de vacío	1,2	6	8	0	7,2
Zona de cocina	0	0	8	12	20
Lavandería	0	0	15	23	38
Limpieza	0	0	2	3	5
TOTAL			88	115	202,2

$$\text{Cantidad de agua} = 202,2 \text{ L}$$

Un consumo similar al obtenido por la norma, por lo que se entiende que el cálculo está bien realizado.

11.1.2 Generadores de agua dulce.

Debido al tipo de buque y por el lugar donde desarrolla su actividad, no se instalará ningún generador de agua dulce. El buque al estar en las cercanías del puerto podrá llenar los tanques de agua potable y técnica cada cierto tiempo ya que incluso tiene capacidad para una semana.

11.1.3 Caudal de la bomba de suministro.

Los requerimientos del sistema de agua potable dependen de la demanda punta de agua potable, es decir, del caudal punta, y también de la disposición, necesidades de espacio, etc.

Para el cálculo del caudal punta, según la norma UNE-EN-ISO 15748, se extraen las presiones de flujo mínimo y el flujo calculado, de manera que, a partir de los caudales obtenidos, se obtiene el caudal punta de la bomba. El caudal punta es el caudal decisivo para el cálculo hidráulico, tomando en consideración la probabilidad de la demanda simultánea de agua durante la operación.

Mediante la siguiente tabla de la norma, se obtienen las presiones de flujo mínimo, y los caudales de agua fría y caliente de cada tipo de servicio del buque.

Presión de flujo mínimo $P_{\text{mín}}(\text{bar})$	Tipo de punto de servicio de agua potable	Caudal de cálculo para el consumo de		
		Agua mezclada*		Agua potable fría o caliente solamente
		\dot{V}_R fría l/s	\dot{V}_R caliente l/s	\dot{V}_R l/s
0,5 0,5 0,5 1,0 1,0	Válvulas de salida			
	sin globo ^o DN 15	–	–	0,30
	DN 20	–	–	0,50
	DN 25	–	–	1,00
	con globo..... DN 10	–	–	0,15
1,0	DN 15	–	–	0,15
1,0	Boquillas de ducha para limpieza..... DN 15	0,10	0,10	0,20
1,2	Válvula para baldeo del retrete..... DN 15	–	–	0,70
1,2	Válvula para baldeo del retrete..... DN 20	–	–	1,00
0,4	Válvula para baldeo del retrete..... DN 25	–	–	1,00
1,0	Válvula para urinarios..... DN 15	–	–	0,30
1,0	Lavavajillas doméstico..... DN 15	–	–	0,15
1,0	Lavadora doméstica..... DN 15	–	–	0,25
–	Máquinas y aparatos de la zona de abastecimiento (datos de acuerdo con el fabricante)..... DN...	–	–	–
1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0 1,0	Llaves mezcladoras			
	Platos de ducha..... DN 15	0,15	0,15	–
	Bañeras..... DN 15	0,15	0,15	–
	Fregaderos de cocina..... DN 15	0,07	0,07	–
	Lavabos de pedestal..... DN 15	0,07	0,07	–
	Bidets..... DN 15	0,07	0,07	–
	Lavapiés..... DN 15	0,07	0,07	–
1,0	Llaves mezcladoras..... DN 20	0,30	0,30	–
0,5	Tanques para el baldeo de retretes..... DN 15	–	–	0,13
1,5	Aseo de vacío..... DN 15	–	–	0,30
1,0	Caldera eléctrica de agua..... DN 15	–	–	0,10

A continuación, se muestra una tabla resumen con los distintos equipos a los que se debe suministrar agua, y con el caudal necesario correspondiente a cada uno de ellos.

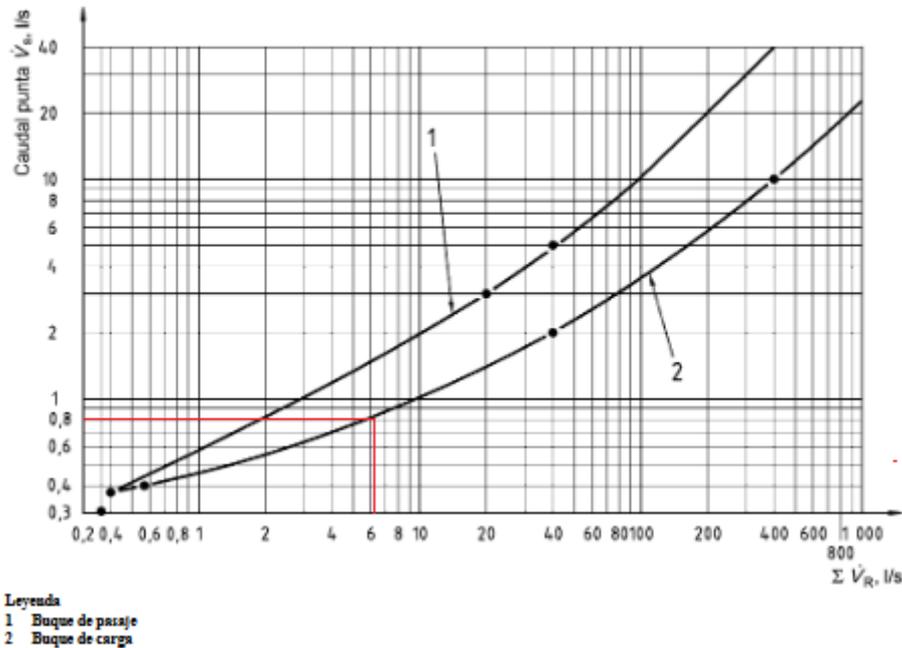
CUBIERTA BAJA						
Equipamiento	Puntos de servicio	Presión de flujo minimo	Caudal total	Caudal fría	Caudal caliente	Nº Espacios por cubierta
Aseos Camarotes	Llave mezcladora de lavabo	1	0,14	0,07	0,07	4
	Llave mezcladora de ducha	1	0,3	0,15	0,15	
	Llave mezcladora aseo de vacío	1,5	0,3	0,3	0	
CAUDAL TOTAL CUBIERTA BAJA			2,96	2,08	0,88	
CUBIERTA PRINCIPAL						
Equipamiento	Puntos de servicio	Presión de flujo minimo	Caudal total	Caudal fría	Caudal caliente	Nº Espacios por cubierta
Lavanderia	Llave mezcladora fregadero cocina	1	0,14	0,07	0,07	1
	Lavadora domestica	1	0,25	0,25	0	
	Secadora domestica	1	0,25	0,25	0	
Aseos Camarotes	Llave mezcladora de lavabo	1	0,14	0,07	0,07	2
	Llave mezcladora de ducha	1	0,3	0,15	0,15	
	Llave mezcladora aseo de vacío	1,5	0,3	0,3	0	
Cocina	Llave mezcladora fregadero cocina	1	0,14	0,07	0,07	1
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	0	
	Fuente de agua	1	0,07	0,07	0	
	Calentador eléctrico de agua	1	0,1	0,1	0	
	Cafetera	1	0,15	0,15	0	
Aseo publico	Llave mezcladora aseo de vacío	1,5	0,3	0,3	0	1
	Llave mezcladora aseo de vacío	1,5	0,3	0,3	0	
	Llave mezcladora de lavabo	1	0,14	0,07	0,07	
CAUDAL TOTAL CUBIERTA PRINCIPAL			3,47	2,82	0,65	
CAUDAL TOTAL			6,43	4,9	1,53	

El caudal de todos los equipos que necesitan suministro de agua es de:

$$Q_R = 6,43 \frac{L}{s}$$

Una vez obtenido el caudal de los equipos, se obtiene el caudal punta mediante la tabla A2.

Fig. A.2 – Selección del tamaño aconsejable de bomba



$$Q_S = 0,8 \frac{L}{s} = 0,8 \cdot \frac{3600}{1000} = 2,88 \frac{m^3}{h}$$

Caudal punta	0,8	l/s
	2,88	m ³ /h

El caudal total de la bomba de suministro será el caudal punta total con un margen del 10% y la presión calculada será la más desfavorable del siguiente apartado, más dos bar.

11.1.4 Pérdidas de presiones de la bomba de suministro.

En este apartado se realiza un cálculo de las pérdidas de presiones de los tramos de tubería desde el lugar donde se encuentre el tanque de suministro hasta todos los puntos donde se suministre agua.

Se estimarán las pérdidas de agua fría y caliente por separado. La presión mayor de ambas será la necesaria.

Las pérdidas de carga que se muestran más adelante en la tabla, están separadas por tramos. Estos tramos se dividen por cubiertas, a los cuales solo afectan los servicios que se disponen entre la cubierta seleccionada y el tanque de suministro. A su vez, de los

tramos, salen los correspondientes ramales que afectan únicamente a los servicios de dicha cubierta.

Las pérdidas de carga que se obtienen son en el ramal más desfavorable por lo tanto únicamente se tomará el ramal con mayores pérdidas.

La velocidad máxima admisible es de 1,4 m/s, al disponerse todos los servicios en cubiertas de alojamiento, tal y como dicta la norma.

-2.5 m/s en la sala de máquinas y tronco de máquinas.
-2.0 m/s en los espacios públicos.
-1.4 m/s en la cubierta 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 través de la velocidad admisible y el caudal punta, se obtiene la anchura nominal necesaria y la presión diferencial de cada tramo, mediante la siguiente tabla que da la norma.

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 DN	Presión diferencial R mbar/m	Anchura nominal DN	Presión diferencial R mbar/m	Anchura nominal DN	Presión diferencial R mbar/m	Anchura nominal DN	Presión diferencial 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.

Los caudales punta, tanto en agua fría, como en agua caliente, se obtienen de la gráfica mostrada anteriormente.

La pérdida de carga de agua, medida en mbar, se obtiene:

$$\textit{Pérdida de carga agua} = \textit{Dif. de presión} \cdot \textit{Longitud del tramo}$$

A continuación, se muestra una tabla con las pérdidas de agua caliente y fría (mbar) en los diferentes tramos.

PERDIDAS DE CARGA DE LA BOMBA DE SUMINISTRO									
SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA FRIA									
Nomenclatura		Tramo	Longitud	Caudal fria	Caudal punta fría	V. maxima admisible	DN Tuberia	Diferencia de presión	Perdidas de carga
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	1	3	2,82	0,57	1,4	25	20	60
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	2	0,95	4,9	0,76	1,4	32	15	14,25
RAMAL	CUBIERTA BAJA	3	12,5	2,08	0,61	1,4	25	20	250
RAMAL	CUBIERTA PRINCIPAL	4	12,5	2,82	0,57	1,4	25	20	250
TOTAL									324,25

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE									
Nomenclatura		Tramo	Longitud	C. Caliente	Caudal punta caliente	V. maxima admisible	DN Tuberia	Diferencia de presión	Perdidas de carga
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	1	3	0,65	0,4	1,4	20	27	81
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	2	0,95	1,53	0,5	1,4	25	20	19
RAMAL	CUBIERTA BAJA	3	12,5	0,88	0,45	1,4	20	27	337,5
RAMAL	CUBIERTA PRINCIPAL	4	12,5	0,65	0,4	1,4	20	27	337,5
TOTAL									437,5

A continuación, se muestran las pérdidas de carga totales para el punto más desfavorable. La altura más desfavorable es de 3950 mm.

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA FRÍA	
U	mbar
Geométrica	387,50
Perdidas de carga	324,25
Equipos	486,38
Presión mínima	1500
Margen 10%	269,81
TOTAL	2967,93

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA CALIENTE	
U	mbar
Geométrica	387,50
Perdidas de carga	437,5
Equipos	656,25
Presión mínima	1500
Margen 10%	298,12
TOTAL	3279,37

11.1.5 Bombas de suministro.

Según la norma UNE-EN-ISO 15748, se instalarán dos bombas de suministro en el buque proyecto. El caudal de estas bombas será el caudal punta total con un 10% de margen y la presión será la presión más desfavorable entre las calculadas anteriormente más 2 bar.

$$Q_{BS} = 2,88 + 10\% = 3,17 \frac{m^3}{h}$$

$$P_{BS} = 3,28 + 2 = 5,28 \text{ bar}$$

Las bombas seleccionadas son dos bombas centrifugas de la marca Itur, el modelo IN-32/200A. En el ANEXO se adjunta el catálogo de las bombas cuyas características son:

$$\text{Caudal} = 6,2 \frac{m^3}{h}$$

$$\text{Presion} = 5,8 \text{ bar}$$

La potencia de la bomba se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{9,81 \cdot Q \cdot \text{Presion}(m.c.a) \cdot \rho}{3600 \cdot 10^3 \cdot rto}$$

$$P = \frac{9,81 \cdot 6,2 \cdot 52,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 10^3 \cdot 0,6} = 1,48 \text{ kW}$$

11.1.6 Caudal de la bomba de circulación.

El caudal requerido de la bomba de circulación se determina a partir del volumen total de suministro de agua y de las líneas de circulación y por el número de circulaciones de agua por hora de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$Q_{BC} = Vol \cdot Renov/h$$

La anchura nominal de las líneas de circulación depende de la anchura nominal de las líneas de suministro de agua. Los respectivos valores figuran en la siguiente tabla.

Tabla A.7
Valores guía de la anchura nominal de las líneas de circulación

Anchura nominal de la línea de suministro de agua DN	Anchura nominal de la línea de circulación DN
12	12
15	12
20	12
25	12
32	12
40	20
50	20
65	25
80	25
100	32

Las anchuras nominales de la línea de suministro son de 20, 25 y 32, por lo tanto, la anchura nominal de la línea de circulación en todos los tramos será de 12.

Con esta anchura, se obtiene el volumen de agua que pasa por la tubería. En el caso del buque proyecto se escogen tuberías de plástico, en concreto tuberías de policloruro de vinilo (PVC-C). Se obtiene un volumen de agua de 0,186 L/m.

Tabla A.10
Volumen de agua en tuberías de plástico

Anchura nominal DN	Volumen de agua en l/m en						
	Tuberías de polibuteno	Tuberías de polietileno			Tuberías de polipropileno	Tuberías de policloruro de vinilo	
	PB	PE-LD	PE-HD	PE-X	PP	PVC-C	PVC-U
	Diámetros exteriores de acuerdo con la Norma ISO 161-1						
6	0,032	0,028	0,032	0,032	0,028	0,045	–
8	0,055	0,050	0,055	0,055	0,072	0,066	0,079
10	0,121	0,088	0,121	0,106	0,113	0,121	0,145
12	–	0,137	–	0,163	0,177	0,186	–
15	0,206	0,216	0,201	0,254	–	0,296	0,227
20	0,327	0,353	0,327	0,423	0,290	0,483	0,353
25	0,531	0,556	0,531	0,661	0,452	0,755	0,581
32	0,835	0,866	0,835	1,029	1,122	1,182	1,018
40	1,307	1,385	1,307	1,633	1,590	1,886	1,425
50	2,075	1,963	2,075	2,324	2,290	2,697	2,256
63	4,254	4,208	2,942	3,339	3,421	3,848	3,610
80	6,362	5,437	4,254	5,001	5,542	5,728	5,204
100	8,203	–	8,203	8,107	9,161	9,297	7,760

El caudal de la bomba de circulación, se obtiene diseñando una tubería que recorra los siguientes tramos:

- Desde el tanque hasta el punto más desfavorable.
- El ramal de la cubierta donde se encuentre el punto más desfavorable.
- Desde la cubierta más desfavorable hasta el punto donde se encuentra el tanque.

Con la longitud de estos tramos y el volumen obtenido en la tabla anterior obtenemos un volumen total de la línea de circulación.

CAUDAL DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN							
	Nomenclatura	Tramo	Longitud	DN Suministro	DN Circulación	Volumen	Volumen total
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	1	0,95	32	12	0,186	0,1767
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	2	3	25	12	0,186	0,558
RAMAL	CUBIERTA PRINCIPAL	3	12,5	25	12	0,186	2,325
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	4	3	25	12	0,186	0,558
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	5	0,95	32	12	0,186	0,1767
TOTAL							3,79

Se obtiene un volumen de la línea de circulación de 3,79 L/m. Por lo tanto, el caudal de la bomba de circulación será:

$$Q_{BC} = 3 \cdot 3,79 = 11,39 \frac{L}{h}$$

11.1.7 Pérdidas de presiones de la bomba de circulación.

En este aparatado se realiza el cálculo de las pérdidas de carga de la línea de circulación. Las pérdidas de presiones de la bomba de suministro se han de calcular tanto para el agua caliente como para el agua fría.

Las pérdidas de carga de la línea de circulación son las pérdidas que se han obtenido con anterioridad, pero únicamente se toman los tramos por los que pasa la línea de circulación. A continuación, se muestran las pérdidas de carga en agua fría y agua caliente.

PÉRDIDAS DE PRESIÓN DE LA BOMBA DE CIRCULACIÓN EN AGUA FRÍA		
	Nomenclatura	Perdidas de presión
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	14,25
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	60
RAMAL	CUBIERTA PRINCIPAL	250
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	60
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	14,25
TOTAL		398,5

PERDIDAS DE PRESIÓN DE LA BOMBA DE CIRCULACION EN AGUA CALIENTE		
Nomenclatura		Perdidas de presión
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	19
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	81
RAMAL	CUBIERTA PRINCIPAL	337,5
TRONCO	CUBIERTA BAJA-CUBIERTA PRINCIPAL	81
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA BAJA	19
TOTAL		537,5

A continuación, se muestra las pérdidas de carga totales para la línea de circulación.

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA FRÍA	
U	mbar
Perdidas de carga	398,5
Equipos	597,75
Margen 40%	398,5
TOTAL	1394,75

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA CALIENTE	
U	mbar
Perdidas de carga	537,5
Equipos	806,25
Margen 40%	537,5
TOTAL	1881,25

11.1.8 Bomba de circulación.

En el buque proyecto consta de dos bombas de circulación, una para agua fría y otra para agua caliente. El caudal de las bombas es el mismo para las dos, pero las presiones son diferentes, tal y como se ha visto en el apartado anterior. El caudal y las presiones de las bombas son:

$$Q_{BC} = 0,015 \frac{m^3}{h}$$

$$P_{AguaFria} = 1,4 \text{ bar}$$

$$P_{AguaCaliente} = 1,88 \text{ bar}$$

Las bombas de circulación escogidas son de la marca Nocchi, el modelo SR3 25-70, que permite suministrar un caudal y una presión igual a la calculada.

La potencia de dichas bombas será de:

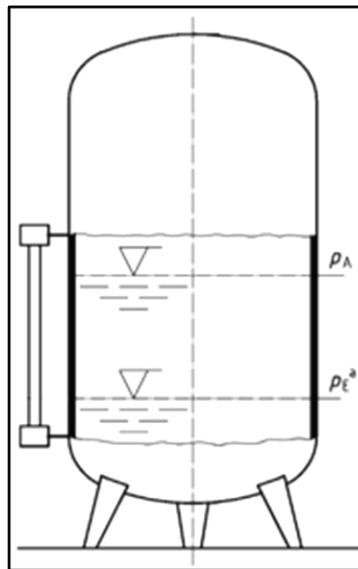
$$P_{Af} = \frac{9,81 \cdot Q \cdot Presion(m.c.a) \cdot \rho}{3600 \cdot 10^3 \cdot rto}$$

$$P_{Af} = \frac{9,81 \cdot 0,015 \cdot 14 \cdot 1000}{3600 \cdot 10^3 \cdot 0,6} = 0,1 \text{ kW}$$

$$P_{Ac} = \frac{9,81 \cdot 0,015 \cdot 18,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 10^3 \cdot 0,6} = 0,1 \text{ kW}$$

11.1.9 Tanque hidróforo.

El tanque hidróforo se encarga de suministrar el agua a presión proveniente del tanque al circuito. El tanque evita el continuo arranque y parada de las bombas de suministro. Su funcionamiento se basa en la compresibilidad del gas contenido en su interior y su presión es la misma que la presión de las bombas de suministro.



El tanque hidróforo tiene que funcionar entre dos presiones, la bomba suministra agua al tanque hidróforo, elevando su presión hasta la presión de corte de la bomba. A continuación, en cuanto un consumidor comience a verte agua el tanque disminuye la presión y esta se disminuye aproximadamente entre 1 y 2 bar. El tanque antes de entrar en servicio se tiene que precomprimir 0,3 bar por debajo de la presión de corte de la bomba de suministro. Su dimensionamiento está entre 6 y 8 funcionamiento por hora.

La norma UNE-EN-ISO 15748, indica una gráfica por la cual se dimensiona el tanque hidróforo del buque proyecto. La bomba de suministro tiene:

$$Q_{BS} = 2,88 + 10\% = 3,17 \frac{m^3}{h}$$

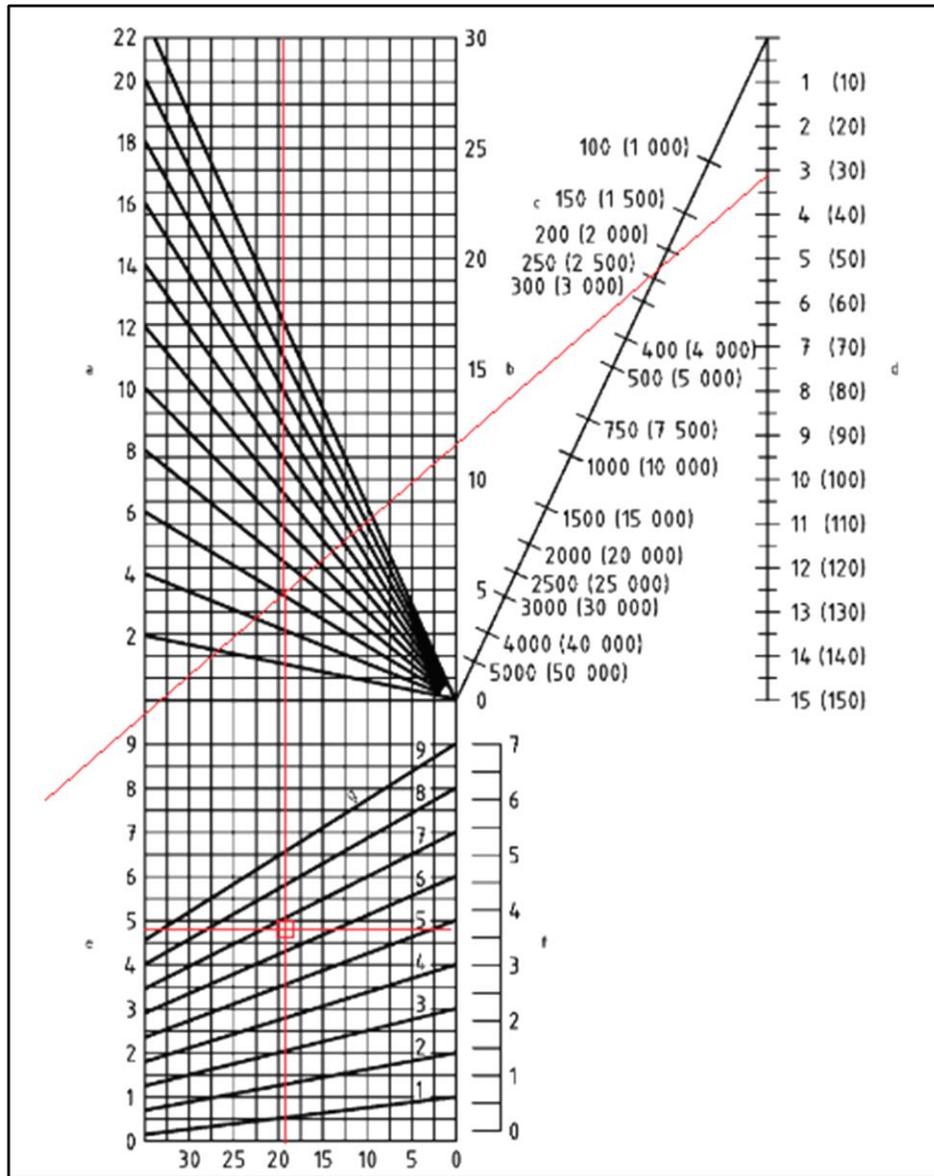
$$P_{apertura} = 4,785 \text{ bar}$$

$$P_{corte} = 4,785 + 2 = 6,785 \text{ bar}$$

El tanque se dimensionará para 6 funcionamientos por hora.

A continuación, se obtiene el volumen necesario para el tanque hidróforo del siguiente diagrama funcional.

Se observa que se obtiene un 19% del volumen utilizable.

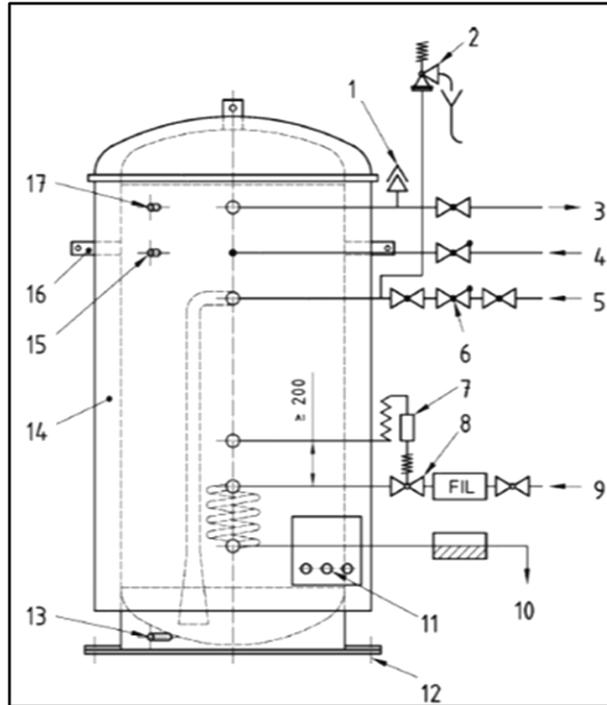


Mediante el diagrama, se ha obtenido un volumen del tanque hidróforo de:

$$V_{Tanque} = 225 L$$

11.1.10 Calentadores.

En el buque proyecto se instalará un calentador de flujo continuo de agua. Según la normativa, este calentador se debe dimensionar con relación al número de tripulantes que dispone el buque.



Leyenda	
1	Válvula de ventilación
2	Válvula de seguridad de presión
3	Salida del agua caliente
4	Línea de circulación
5	Entrada del agua fría
6	Válvula antirretorno
7	Termostato
8	Válvula
9	Calentador de vapor del agua caliente
10	Descarga del condensado
11	Calentador eléctrico
12	Sujeción a la cubierta
13	Desagüe DN 25
14	Aislamiento con carcasa
15	Termómetro
16	Sujeción al mamparo
17	Válvula de seguridad de presión y temperatura (opcional)

Puede requerirse un dispositivo adicional de calentamiento de menor capacidad para usos de emergencia, pero en el buque proyecto no es necesario su instalación.

Para el cálculo del dimensionamiento del calentador se dispone de la siguiente tabla:

Número de personas	Volumen del calentador de agua	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).

El buque proyecto dispone de una tripulación de 6 personas por lo tanto se decide escoger un calentador de 200 L.

$$V. Calentador = 200 L$$

$$Pot. calentamiento = 15 kW$$

$$Pot. adicional = 8 kW$$

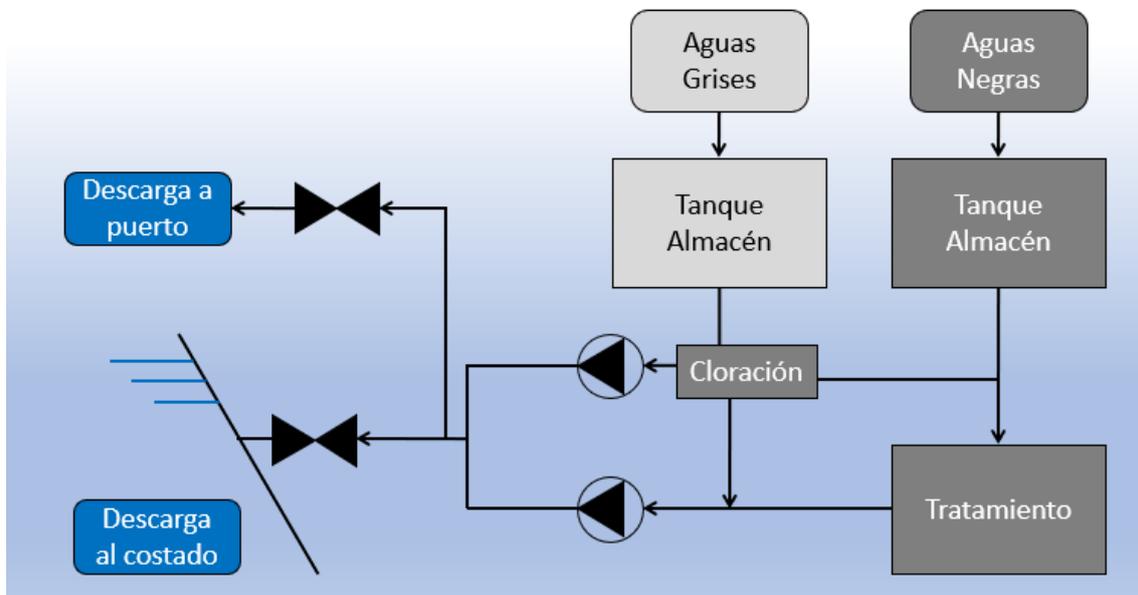
$$Tiempo calentamiento = 51 min.$$

11.2 Tratamiento de aguas residuales.

En este apartado se especifica el sistema de tratamiento de aguas residuales. El buque proyecto enfoca prácticamente la totalidad de su actividad en las cercanías portuarias por lo que la descarga al mar tanto de aguas grises como aguas negras, está prohibida.

Según indica el convenio MARPOL, Anexo IV, Regla 8, la descarga de aguas residuales se puede efectuar en el caso de que el buque utilice una instalación para el tratamiento de las aguas sucias que haya sido certificada por la Administración basándose en normas elaboradas por la organización.

En el caso del buque proyecto se ha decidido realizar la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales y además de unos tanques almacén donde se almacenarán dichas aguas para su posterior evacuación en puerto, con el fin de contaminar lo menos posible las instalaciones portuarias.



Para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se ha de considerar las cantidades mínimas de aguas sucias que se generan por tripulante en el buque. Según la normativa UNE-EN-ISO 15749-1:2004:

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.

La cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en una planta de vacío para el buque proyecto es de 230 L. Por lo tanto, la cantidad de desechos total es de:

$$\text{Cantidad desechos} = 230 \cdot 6 = 1380 \frac{\text{L}}{\text{día}}$$

Con este consumo y con la cantidad de tripulantes del buque, se puede seleccionar una planta de tratamiento de aguas residuales. Se ha seleccionado una planta de la casa DETEGASA, el modelo DELTA STPN series 210.

DELTA STPN SERIES			
STPN MODEL	CREW	L/DAY	KGBOD/ DAY
210	10	2100	0,60

ANEXO I: Catálogos



VENTILADORES IN-LINE Y EN CAJA INSONORIZADA

BT

VENTILADORES CENTRÍFUGOS baja presión



CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Serie BT compuesto por 7 tipos distintos desde Ø 100 hasta Ø 315, provista de motores de 2 polos monofásicos. Caudales desde 370 m³/h hasta 1.500 m³/h. Temperatura máxima de trabajo 60°C.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

- Carcasa en chapa galvanizada.
- Turbina en plástico y chapa galvanizada.
- Caja de conexiones exterior.
- Motor asincrónico de rotor exterior, que incluye protector térmico y rodamientos a bolas de engrase permanente. Protección IP-44 y aislamiento clase B según DIN 40.050 h I.
- Voltaje estándar 230V 50Hz.
- VENTILADOR NO INDICADO PARA VEHICULAR GASES EXPLOSIVOS.

APLICACIONES:

Diseñados para montaje en interior están indicados básicamente para:
· Renovación de aire en baños, aseos, lavaderos o en cualquier cuarto o pequeña local en el que tengamos una carga considerable de aire viciado o malos olores.

SERIE MONOFÁSICA

Código	Modelo	R.P.M. máx.	I máx. (A) 230 400	P. Nom. Kw	Q máx. m ³ /h	Sonido dB (A)	Peso Kg.	P.V.P. €
250070103	BT 100 M2	2420	0,35 -	0,079	240	40	2,6	143,80
250080103	BT 125 M2	2420	0,42 -	0,086	350	42	3	177,40
250090120	BT 150 M2	2450	0,43 -	0,088	450	42	3,2	148,50
250090103	BT 160 M2	2520	0,60 -	0,12	660	43	4,4	171,40
250100103	BT 200 M2	2550	0,81 -	0,176	1000	46	4,9	228,60
250120103	BT 250 M2	2600	0,85 -	0,189	1180	50	4,2	247,60
250110103	BT 315 M2	2650	0,80 -	0,185	1500	49	6	333,00

ACCESORIOS



REG

INT

TLR



Homologación Oficial **CTICM**

VENTILADORES PARA LA EVACUACIÓN DE HUMOS A 400°C/2h SEGUN CTE-2006.D.C.B9/106CEE

INSTALACIONES EXTERIORES: Los ventiladores están homologados para trabajar fuera de la zona de riesgo, estando **TODOS LOS COMPONENTES EN CONTACTO CON EL AIRE** certificados para 400°C/2h.

TN/SP-TN/VAT

VENTILADORES CENTRÍFUGOS de tejado



CARACTERÍSTICAS GENERALES:
Serie compuesta por 9 tipos distintos desde tamaño 20 hasta 100, provisto de motores de 4, 6 polos monofásicos y 4,6, 8 polos trifásicos y 2 VELOCIDADES. Caudales desde 1.100 m³/h hasta 18.000 m³/h y presiones hasta 60 mmca. Temperatura máxima de trabajo 80°C en continuo.
SP: descarga horizontal.
VAT: descarga vertical.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:
- Sombrero de protección en plástico reforzado.
- Marco soporte de adaptación a tejado y rejilla de protección antipájaras en chapa galvanizada.
- Turbinas de álabes curvados hacia atrás de alto rendimiento construidos en chapa galvanizada.
- Rodete refrigeración.
- Motor asincrónico normalizado de jaula de ardilla con protección IP-55 y aislamiento clase F. Voltajes estándar 230V 50Hz para motores monofásicos, 230/400V 50Hz para motores trifásicos y 400V para los 2 velocidades.

APLICACIONES:
Diseñados para montaje en cubierta o tejado están indicados básicamente para:
- Ventilación en general.
- Renovación de ambientes viciados en todo tipo edificios e industrias.
- Extracción de humo.
- Campanas de cocina domésticos e industriales.

BAJO DEMANDA:
- Ventiladores para trabajar a 60Hz, voltajes especiales...
- Ventilador antiexplosivo o antiderrapante con motor certificado ATEX.
- Turbinas en chapa de aluminio



SERIE MONOFÁSICA

Modelo	R.P.M. máx.	I máx. (A) 230	I máx. (A) 400	P. Nom. Kw	Q máx. m ³ /h	Sonido dB (A)	Peso Kg. TN/SP	PVP € TN/SP	PVP € TN/VAT
TN/SP 20 M4 1/4**	1400	1,7	-	0,18	1800	58	20	667,30	761,20
TN/SP 20 M6 1/7	900	0,7	-	0,09	1100	49	20	603,40	703,20
TN/SP 30 M4 1/3**	1400	2,2	-	0,25	3050	61	28	795,10	927,90
TN/SP 30 M6 1/4	900	2	-	0,18	2000	51	28	820,60	942,50
TN/SP 40 M4 1/2 **	1400	3,2	-	0,37	4050	62	34	876,70	993,20
TN/SP 40 M6 1/4	900	2	-	0,18	2650	52	34	809,30	942,50
TN/SP 50 M4 1**	1400	5,3	-	0,75	5600	67	45	1.043,40	1.232,50
TN/SP 50 M6 1/2	900	3,2	-	0,37	3600	57	45	1.125,10	1.290,40

SERIE TRIFÁSICA

Modelo	R.P.M. máx.	I máx. (A) 230	I máx. (A) 400	P. Nom. Kw	Q máx. m ³ /h	Sonido dB (A)	Peso Kg. TN/SP	PVP € TN/SP	PVP € TN/VAT
TN/SP 20 T4 1/4	1400	1,05	0,6	0,18	1800	58	20	595,10	696,00
TN/SP 20 T6 1/7	900	0,43	0,25	0,09	1100	49	20	609,50	670,60
TN/SP 30 T4 1/3	1400	1,4	0,87	0,25	3050	61	28	711,20	862,70
TN/SP 30 T6 1/4	900	1,23	0,71	0,18	2000	51	28	725,60	848,20
TN/SP 40 T4 1/2	1400	1,9	1,1	0,37	4050	62	34	798,20	935,20
TN/SP 40 T6 1/4	900	1,23	0,71	0,18	2650	52	34	783,70	911,80
TN/SP 50 T4 1	1400	3,4	1,8	0,75	5600	67	45	957,80	1.152,70
TN/SP 50 T6 1/2	900	2	1,15	0,37	3600	57	45	994,10	1.217,90
TN/SP 60 T4 1,5	1400	4,8	2,8	1,1	7800	70	54	1.146,50	1.319,40
TN/SP 60 T6 1/2	900	2	1,15	0,37	5100	59	54	1.117,40	1.304,90
TN/SP 70 T6 1	900	3,8	2,2	0,75	7000	63	63	1.255,30	1.536,90
TN/SP 70 T8 1/2	700	2,4	1,4	0,37	5500	56	63	1.523,80	1.689,10
TN/SP 80 T6 1,5	900	5,4	3,1	1,1	10700	67	85	1.639,90	1.841,30
TN/SP 80 T8 3/4	700	3,6	2	0,55	8400	59	85	1.523,80	1.863,10
TN/SP 90 T6 3	900	9,4	5,4	2,2	14000	72	105	1.915,60	2.080,60
TN/SP 90 T8 1,5	700	5,5	3,2	1,1	11000	63	105	1.894,10	2.116,80
TN/SP 100 T6 4	900	12	6,9	3	18200	76	120	2.234,90	2.392,20
TN/SP 100 T8 3	700	9,7	5,6	2,2	15000	66	120	2.394,50	2.551,70

NOTA: LA MARCA ** INDICA QUE EL MODELO ES TOTALMENTE REGULABLE POR TENSION.



VENTILADORES HELICOIDALES

HJEP A

VENTILADORES HELICOIDALES



CARACTERÍSTICAS GENERALES:

Serie compuesta por 4 modelos normalizados desde Ø 200 hasta Ø 350, provista de motores de 4 polos monofásicos. Caudales desde 500 m³/h hasta 1.825 m³/h. Temperatura máxima del fluido para modelos monofásicos 50°C.

APLICACIONES:

Diseñados para montaje en pared están indicados básicamente para:
- Ventilación en general.
- Renovación de ambientes viciados en locales domésticos, edificios y semi-industriales.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

- Marco soporte en polipropileno reforzado con fibra de vidrio de alta resistencia y gran durabilidad contra la corrosión.
- Hélice en chapa de aluminio.
- Rejilla soporte motor y de protección contra contactos según norma UNE-EN 294.
- Motores asincrónicos de espira de sombra con homologación de Compatibilidad Electromagnética (CEM), según normas EN 55014, EN 61000-3-2 (95) y EN 61000-3-3 (95), aislamiento clase F y grado de protección IP-42 según DIN40050.

SERIE MONOFÁSICA

Código	Modelo	R.P.M. máx.	I máx. [A]		P. Nom. Kw	Q máx. m ³ /h	Sonido dB (A)	Peso Kg.	P.V.P. €
			230	400					
265200103	HJEP A 20 M4	1.300	0,2	-	0,030	500	37	1,5	88,80
265250103	HJEP A 25 M4	1.300	0,35	-	0,056	900	42	2,5	103,00
265310103	HJEP A 30 M4	1.300	0,55	-	0,077	1.350	47	3,5	125,00
265350103	HJEP A 35 M4	1.300	0,7	-	0,075	1.825	50	4	149,40

ACCESORIOS



REG



INT



PE



RPO



PC



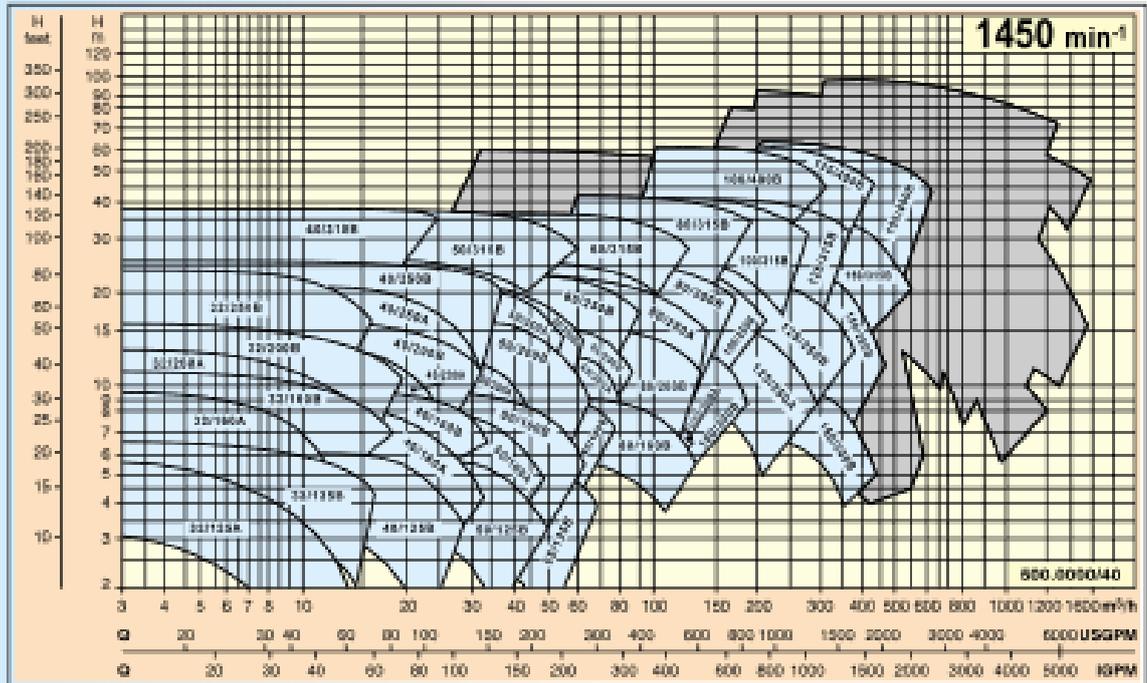
PCP



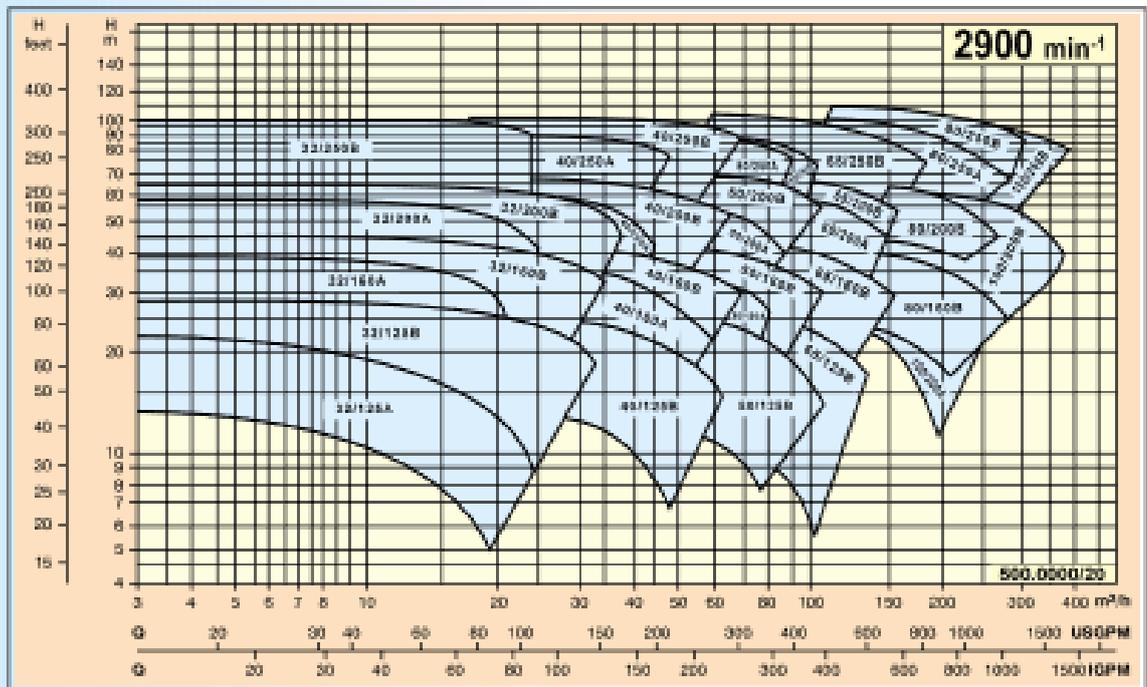
TLR

■ **DIAGRAMAS DE SELECCION**

Estos diagramas permiten una selección rápida del tipo de bomba más adecuado. Habrá ocasiones en que una vez seleccionada una bomba, será posible encontrar también otro modelo que satisfaga las condiciones de trabajo con mejores rendimientos o menor NPSH requerido. En estos casos, la selección final se hará en base a las curvas particulares de cada bomba.



Extensión de la gama.
 Tamaños complementarios.





Sewage Treatment Plants

IMO MEPC 159(55) & MEPC 227(64)
MED Type Approved



Main Features & Advantages

- Compact solutions for black and grey water treatment.
- Will perform satisfactorily with waste collected either by vacuum or gravity
- No risk of odour emissions or methane production due to aerobic process
- Containerized solutions available upon request
- Wide range of models available for crew on board from 10-400 people.

DETEGASA
Tel: +34-981494000
Fax: +34-981494002



DETEGASA
Carretera Castro-Mejiras S/N
Tuimil-Sequeiro

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

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

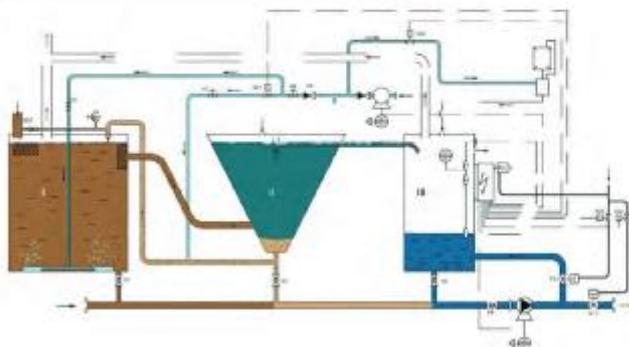
DELTA PRBN SERIES

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
2940	420	29400	21,00

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)



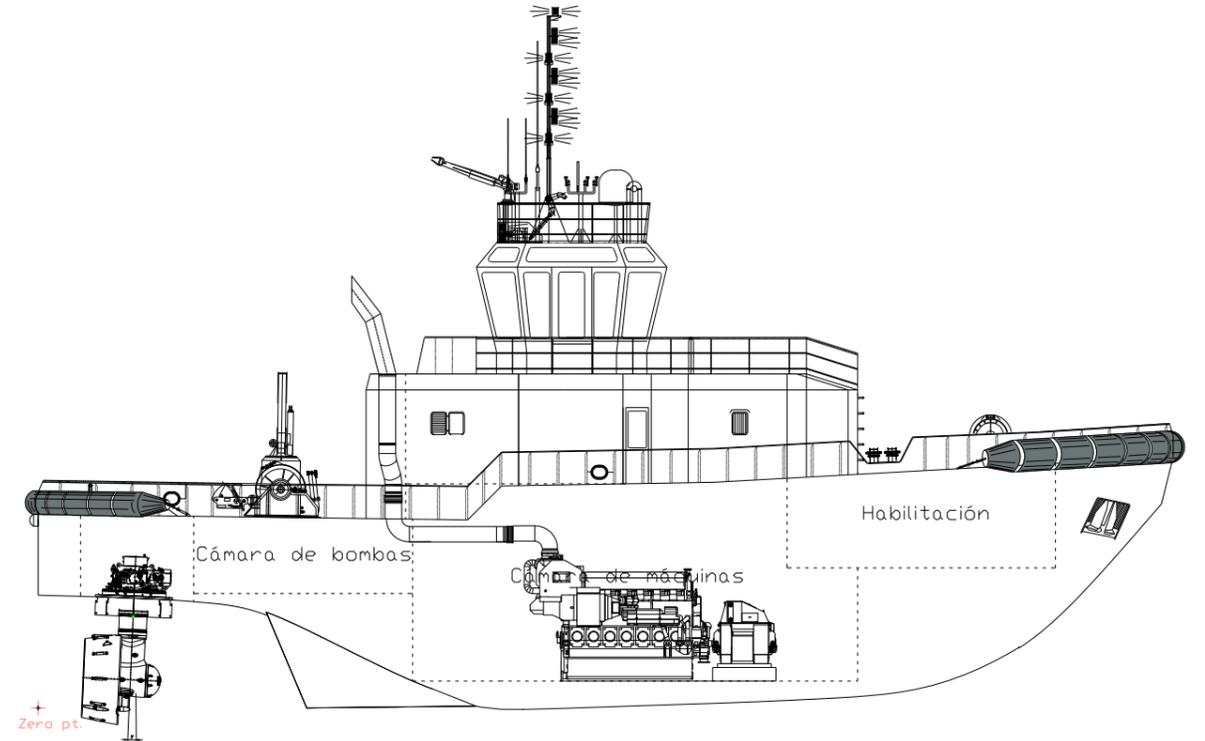
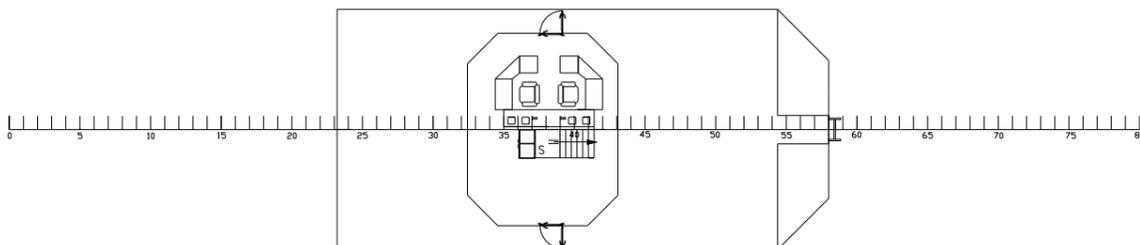
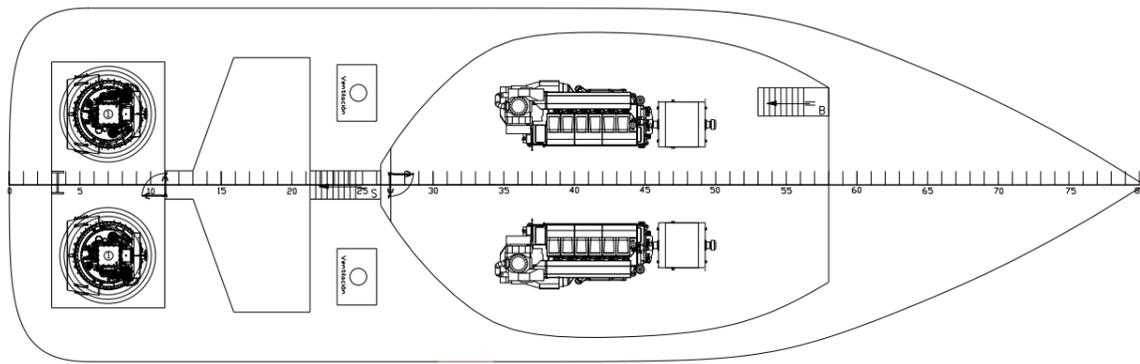
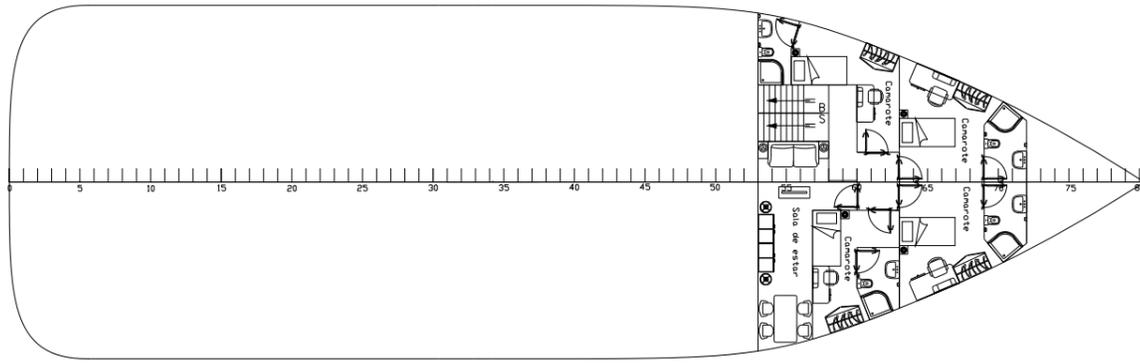
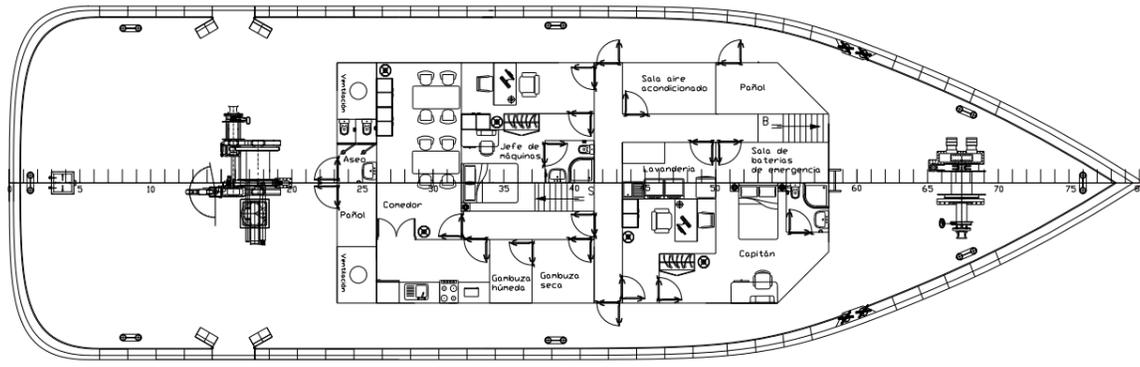
Black Water Only

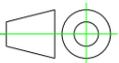
PRBN MODELS

Reduced foot print for black water treatment through biological process



ANEXO II: Plano de disposición general



UNIVERSIDADE DE A CORUÑA.					
FORMATO A3	PROYECTO: BUQUE REMOLCADOR ROMPEIELOS DE 90 TPF				
ESCALA 1:250	TÍTULO: PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL				
	DIBUJADO	APROBADO	FECHA	HOJA DE	PLANO Nº
	M. Burgos		2020	C7	REVISIÓN 0