



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2017/2018

BUQUE BULKCARRIER DE 44.500 T.P.M.

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Lucía Cachaza Vázquez

TUTORAS/ES

Luis Manuel Carral Couce

FECHA

SEPTIEMBRE 2018



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017/2018**

BUQUE BULKCARRIER DE 44.500 T.P.M.

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 12

EQUIPOS Y SERVICIOS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
PROYECTO FIN DE MASTER

CURSO 2.017-2.018

PROYECTO NÚMERO 18-03

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: ABS SOLAS
MARPOL. DOBLE CASCO

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 44.500 T.P.M. Grano, mineral, carbón

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos en servicio AL 85% MCR +15%. MM
15.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Escotillas de accionamiento
hidráulico.

PROPULSIÓN: Motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 28 personas

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buque

Ferrol, Octubre de 2.017

ALUMNO: D^a Lucía Cachaza

ÍNDICE

1	Introducción	6
2	Servicio contra incendios	7
2.1	Agua nebulizada	7
2.2	Bocas de incendios equipadas (BIE)	11
2.3	Bomba de emergencia	15
2.4	Extintores	15
3	Servicio de agua dulce	17
3.1	Tanque de agua dulce	18
3.2	Generador de agua dulce	18
3.3	Bomba suministro de agua potable	19
3.3.1	Caudal punta	19
3.3.2	Diámetro de tuberías	22
3.3.3	Presión de la bomba	24
3.3.4	Selección de la bomba	25
3.4	Depósito a presión de agua	26
3.5	Calentador de agua	27
4	Servicio de lastre	28
5	Servicio de achique y sentinas	30
6	Servicio de ventilación en cámara de máquinas	33
7	Servicio de aire acondicionado	38
8	Servicio de tratamiento de aguas residuales	43
9	Servicio de tratamiento de basuras	45
10	Equipos de amarre y fondeo	48
10.1	Número de equipo	48
10.1.1	Anclas	49
10.1.2	Cables de remolque y amarras	50
10.2	Caja de cadenas	50
10.3	Escobén	51
10.4	Molinete	51
10.5	Chigres	52
11	Equipos de salvamento	54
11.1	Embarcaciones de supervivencia y botes de rescate	54
11.1.1	Embarcaciones de supervivencia	54
11.1.2	Botes de rescate	54

11.2 Dispositivos individuales de salvamento	55
11.2.1 Aros salvavidas	55
11.2.2 Chalecos salvavidas.....	56
11.2.3 Trajes de inmersión y ayudas térmicas	56
11.3 Dispositivos radioeléctricos de salvamento.....	57
12 Equipos de fonda y hotel	58
12.1 Equipo de cocina.....	58
12.2 Equipo de gambuzas	58
12.3 Equipo de lavandería	58
13 Equipos de carga y descarga	59
14 Referencias.....	60
ANEXO I. Planos servicio contra incendios	61

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este cuaderno es describir y calcular los principales equipos y servicios del buque, concretamente nos centraremos en: equipo contra incendios, generación de agua dulce, sistema de lastre, sistema de achique y sentinas, sistema de ventilación de la cámara de máquinas, sistema de aire acondicionado, tratamiento de aguas residuales, tratamiento de basuras, equipos de amarre y fondeo y equipos de salvamento.

Las características principales de nuestro buque son:

DWT = 44.500 t

Lpp = 180,14 m

B = 29,66 m

D = 16,13 m

T = 12,07 m

2 SERVICIO CONTRA INCENDIOS

2.1 Agua nebulizada

Para el sistema contra incendios se ha optado por la selección de un sistema de extinción por agua nebulizada, tanto para la habilitación como para la cámara de máquinas.

Este sistema proporciona una optimización del agua como recurso extintor, ya que con un mínimo volumen de agua se consigue abarcar una gran superficie a extinguir. Esto se debe a que el agua se distribuye en forma de gotas muy pequeñas produciendo una fina niebla capaz de sofocar el incendio. Con este sistema se consiguen una serie de ventajas que con los sistemas tradicionales (gas, espuma) sería imposible alcanzar:

- Inocuo para las personas
- Mínima inundación de los espacios por agua
- Disminución de la temperatura del recinto
- Economía, coste mínimo del agente extintor
- Mínimo impacto sobre los equipos
- No conduce la electricidad
- Permite extintor y controlar incendios y humos.

Existen dos tipos de circuitos de agua nebulizada, con instalación mojada y con instalación seca. El tipo de instalación escogido para nuestro proyecto ha sido una instalación mojada.

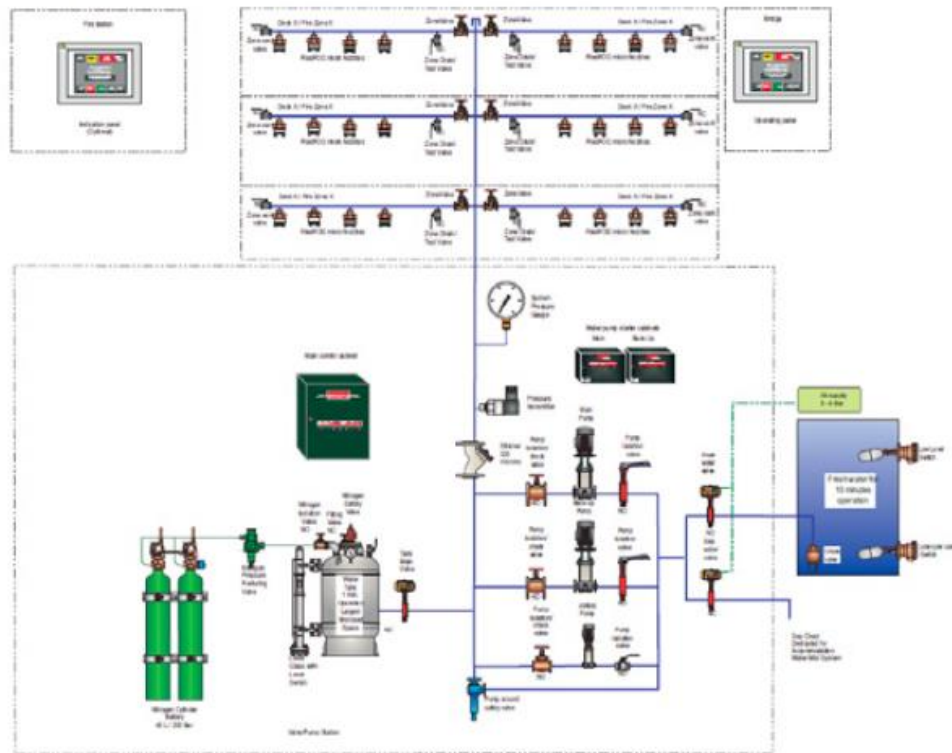
Son instalaciones que se utilizan normalmente en zonas de alojamientos y similares, donde materiales sólidos son los medios combustibles. Cuando la temperatura ambiente excede un límite determinado, el nivel de activación en el nebulizador cerrado explota y el agua nebulizada se descarga por la boquilla correspondiente.

Escogemos un sistema de agua nebulizada que esté disponible en el mercado, para así aproximarnos más a la realidad. En este caso se selecciona el modelo *FlexiFOG, Low-pressure water mist system* de la empresa AUTRONICA.

En el catálogo correspondiente a este equipo indica las siguientes características, así como su diseño:

- Tested in accordance with IMO MSC Res. 265(84)
- Less power consumption, 15 – 30 kW
- Less pressure, 10 bar
- Less weight piping, PN16
- Smaller dimensions
- Less water flow, 2 l/min/m²
- Type approved by all major classification societies including MED certificate module B and D.
- Flush mounting
- Customer specified colours

Typical layout according to IMO MSC Res. 265(84)



Autronica Fire and Security AS, Maritime division
 Products 2018

El caudal en este caso se corresponde con 2l/min/m². Conociendo el caudal calcularemos a continuación las pérdidas de carga en el puente de gobierno, ya que es el punto más alejado de la situación de las bombas contra incendios.

$$P_{bomba} = P_{rociador} + \Delta H + P_{distribuidas} + P_{concentradas}$$

donde:

$P_{rociador}$: presión del rociador, en bar. (10 bar)

ΔH : diferencia de alturas, en m. (31,5 m)

$P_{concentradas}$: pérdidas concentradas

$P_{distribuidas}$: pérdidas disribuidas:

$$P_{distribuida} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

donde:

f : factor de fricción.

L : longitud de la tubería.

v : velocidad del fluido.

g : aceleración de la gravedad.

D : diámetro de la tubería.

Suponiendo el peor de los casos que sería que todos los rociadores estuviesen funcionando obtenemos las siguientes pérdidas de carga:

CUBIERTA	Consumidores	Caudal/consumidor (l/min)	Caudal cubierta (l/min)	Caudal cubierta (m³/s)	Velocidad de flujo (m/s)	Diámetro (m)
-2	13	2,0	26	0,0004	3	0,014
-1	16	2,0	32	0,0005	3	0,015
Principal	12	2,0	24	0,0004	3	0,013
Toldilla	20	2,0	40	0,0007	3	0,017
1ª	16	2,0	32	0,0005	3	0,015
2ª	16	2,0	32	0,0005	3	0,015
3ª	12	2,0	24	0,0004	3	0,013
Puente	9	2,0	18	0,0003	3	0,011

CUBIERTA	Diámetro (mm)	Rugosidad acero (mm)	Velocidad (m/s)	Reynolds	Factor fricción	Longitud del tubo (m)	Pérdida de carga (m)
-2	15	0,0451	3	45000	0,029	10,7	9,6
-1	15	0,0451	3	45000	0,029	8,5	7,6
Principal	15	0,0451	3	45000	0,029	4,1	3,7
Todilla	25	0,0451	3	75000	0,025	3,1	1,4
1ª	15	0,0451	3	45000	0,029	2,6	2,3
2ª	15	0,0451	3	45000	0,029	2,6	2,3
3ª	15	0,0451	3	45000	0,029	2,6	2,3
Puente	15	0,0451	3	45000	0,029	27,6	24,6
						TOTAL	53,8

La longitud será la que tendrá que recorrer el fluido por cada tubería, dependiendo de la zona en la que se encuentre, desde la bomba hasta los rociadores del puente.

Calculamos ahora las pérdidas concentradas a través de la fórmula:

$$P_{concentradas} = K_i \times \frac{v^2}{2g}$$

donde:

K_i : pérdida de la carga en cada accesorio como se muestra en la siguiente tabla

Accesorios	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2
Válvula de compuerta (abierta $\frac{3}{4}$)	1.15
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{2}$)	5.6
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{4}$)	24.0
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-
"T" por la salida lateral	1.80
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0.90
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0.75
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0.60
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0.45
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0.40
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0.35

Obteniendo en nuestro caso los siguientes valores:

ELEMENTO	K	Número de elementos	Pérdida total
Codo a 90°	0,75	24	18
Válvula de retención	2	6	12
"T" por salida lateral	1,8	10	18
TOTAL			48

$$P_{concentradas} = 48 \times \frac{2^2}{2 \times 9,81} = 9,8 \text{ m}$$

Finalmente, se obtiene que la presión total de la bomba será:

$$P_{BOMBA} = 10 + 3,15 + 5,38 + 0,98 = 19,51 \text{ bar}$$

Los modelos de bombas utilizados para el sistema *FlexiFOG, Low-pressure water mist system* de la empresa AUTRONICA serán modelo TEFC-B3T aconsejado por el fabricante:



Product features

Standard	IEC 60034-1	Output rating	18.5 kW
Frequency	50 Hz	Mounting	Foot-mounted
Voltage	380-415/660 //440-460 V	Flange	Without
Number of poles	2	Mounting	B3T
Degree of Protection	IP55	Terminal box*	Top
Synchronous speed	3000 rpm	Enclosure	IC411 - TEFC

2.2 Bocas de incendios equipadas (BIE)

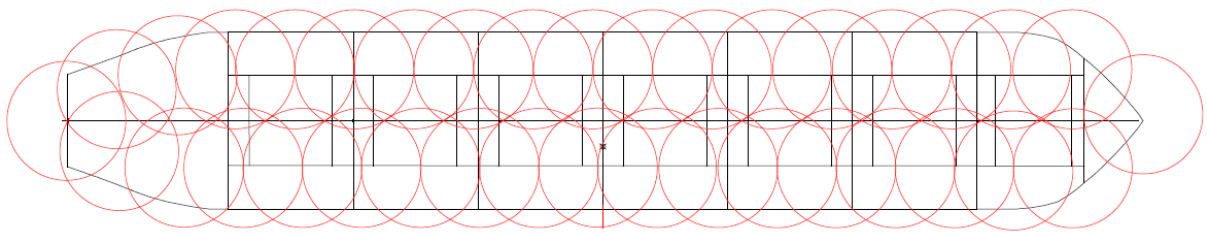
Son elementos instalados para combatir los incendios de forma manual. A ellos se les acoplarán las lanzas contra incendios con las que los operarios del buque combatirán el incendio de forma manual.

Tal y como nos indica el SOLAS, *Mangueras contra incendios y lanzas*, la longitud de las mangueras contra incendios no será inferior a 10 m ni superior a:

- 15 m en espacios de maquinaria.
- 20 m en otros espacios y cubiertas expuestas. (nuestro caso)
- 25 m en cubiertas expuestas de los buques cuya manga será superior a 30 m.

Para las mangueras instaladas a bordo se escoge una longitud de 20 m, que es la longitud máxima permitida por el SOLAS.

En nuestro buque la disposición de las bocas de incendio en la cubierta de carga quedará de la forma:



En la anterior imagen se representa mediante círculos rojos las bocas de incendio en cubierta. El diámetro de los círculos son 20 m, es decir la longitud de la manguera. Se muestran un total de 36 bocas de incendio. El SOLAS nos indica que no debemos llevar para todas las bocas una manguera, sino que es suficiente 1 cada 30 metros, por lo tanto llevaremos un total de -> 20 mangueras.

Esto es en el caso de la cubierta principal. En el caso de la habilitación se muestra en el ANEXO I.

Una vez distribuidas las diferentes bocas contra incendios se comenzará el dimensionamiento de las mismas. En lo que se refiere a tamaño de tuberías y caudales, el SOLAS nos da una serie de recomendaciones en su Capítulo II-2 que en la práctica resultan escasas, por lo que se seguirá la norma UNE-EN 671-2 Instalaciones fijas de lucha contra incendios, a partir de la cual obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 1 – Caudales mínimos y coeficiente K mínimo según la presión

Lanza-boquilla o diámetro equivalente mm	Caudal mínimo Q l/min			Coeficiente K^a
	$P = 0,2$ MPa	$P = 0,4$ MPa	$P = 0,6$ MPa	
9	65	92	113	46
10	78	110	135	55
11	96	136	167	68
12	102	144	176	72
13	120	170	208	85

^a El caudal Q a la presión P se obtiene por la ecuación $Q = K\sqrt{10P}$, donde Q se expresa en l/min y P en MPa.

Para el caudal de los rociadores se tiene la siguiente fórmula:

$$Q = K\sqrt{10P}$$

El diámetro de las mangueras más utilizadas en el ámbito naval es de 45 mm y el diámetro equivalente seleccionado será de 13 mm (corresponde un valor de K= 85).

En cuanto a la presión, también será superior a la indicada por el SOLAS en el punto 2.1.6 *Presión de las bocas contra incendios* de 2,7 bares en buques de carga.

Se tomará una presión en el punto de conexión de la manguera de 6 bares, en el caso de la habilitación y máquinas la presión será de 4 bar.

$$Q_{\text{cubierta}} = 85 \times \sqrt{10 \times 0,6} = 208 \text{ l/min}$$

$$Q_{\text{Habilitación y máquinas}} = 85 \times \sqrt{10 \times 0,4} = 170 \text{ l/min}$$

Para calcular las pérdidas a lo largo de todo el tubo utilizaremos la fórmula de Hazen-Williams:

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

donde:

P: pérdidas de carga, en bar.

C: coeficiente de rugosidad de la tubería. En el caso de tubería de acero al carbono que es la seleccionada para nuestro buque el valor de C= 120.

Tabla 22
Valores de C para diferentes tipos de tubo

Tipo de tubo	Valor de C
fundición gris	100
hierro dúctil	110
acero al carbono	120
acero galvanizado	120
cemento centrifugado	130
fundición gris revestida de cemento	130
acero inoxidable	140
cobre	140
fibra de vidrio reforzado	140

NOTA – Esta lista no es exhaustiva.

d: diámetro de la tubería (100 mm, por ser una medida común)

Q: caudal en l/min

L: longitud de la tubería, m

Para realizar los cálculos suponemos los dos peores casos, que son la boca de incendios del castillo de proa y la que se encuentra en la cubierta del puente.

1. En el caso de la boca de incendio en el castillo de proa:

P : pérdidas de carga, en bar.

C : coeficiente de rugosidad de la tubería -> 120

Q : caudal en l/min -> 3 veces el caudal de las bocas de incendios -> $3 \times 208 = 624$ l/min

L : longitud de la tubería, m -> distancia desde la cámara de máquinas donde se encuentran las bombas, hasta la boca de incendio del castillo de proa -> 171 m.

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 171 \times 624^{1,85} = 0,40 \text{ bar}$$

En cuanto a las pérdidas de carga concentradas a lo largo de la tubería, buscaremos la longitud equivalente de los distintos accesorios y válvulas utilizando la siguiente tabla:

Tipo	(L/D) _{eq}
Válvula de globo-abierta por completo	340
Válvula de ángulo abierta por completo	150
Válvula de compuerta-abierta por completo	8
¼ abierta	35
½ abierta	160
¾ abierta	900
Válvula de verificación tipo giratoria	100
Válvula de verificación tipo bola	150
Válvula de mariposa abierta ,por completo (2 a 8 pulg)	45
10 a 14 pulg	35
16 a 24 pulg	25
Válvula de pie tipo disco de vástago	420
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75
Codo estándar de 90	30
Codo de 90 de radio largo	20
Codo roscado a 90	50
Codo estándar a 45	16
Codo roscado a 45	26
Vuelta cerrada en retorno	50
Te estándar con flujo directo	20
Con flujo en el ramal	60

A continuación se muestra en la tabla los accesorios en esta línea de suministro, desde la bomba hasta la boca de incendio:

ACCESORIO	Diámetro (m)	L/D	L (m)	Número	Ltotal (m)
Válvulas	0,1	45	4,5	5	22,5
Codo de 90°	0,1	30	3	4	12
Te	0,1	60	6	6	36
					70,5

Una vez obtenida la longitud total se aplica la ecuación de Hazen-Williams:

$$P_{concentradas} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 70,5 \times 624^{1,85} = 0,16 \text{ bar}$$

Por lo tanto, la presión total de la bomba en este caso sería:

$$P_{bomba} = P_{BIE} + \Delta H + P_{distribuidas} + P_{concentradas} = 6 + 1,25 + 0,4 + 0,16 = 7,81 \text{ bar}$$

ΔH : la diferencia entre la localización de la boca de incendio en el castillo de proa y la altura a la que se encuentran las bombas en la cámara de máquinas -> 12,5 m.

2. En el caso de la boca de incendio en la cubierta de puente:

La longitud de tuberías desde la cámara de máquinas, donde se encuentran las bombas, hasta la boca de incendios de la cubierta de puente será aproximadamente de 57 m y la diferencia de altura es de 28,5 metros.

Se calculan las pérdidas distribuidas mediante la fórmula de Hazen-Williams como se ha visto anteriormente:

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 57 \times 510^{1,85} = 0,10 \text{ bar}$$

P : pérdidas de carga, en bar.

C : coeficiente de rugosidad de la tubería -> 120.

d : diámetro de la tubería -> 100 mm

Q : caudal en l/min -> 3 veces el caudal de las bocas de incendios -> 3 x 170 = 510 l/min

L : longitud de la tubería, m -> desde la cámara de máquinas donde se encuentran las bombas, hasta la boca de incendio del castillo de proa -> 57 m (estimación)

A continuación se muestra en la tabla los accesorios en esta línea de suministro, desde la bomba hasta la boca de incendio:

ACCESORIO	Diámetro (m)	L/D	L (m)	Número	Ltotal (m)
Válvulas	0,1	45	4,5	4	18
Codo de 90°	0,1	30	3	4	12
Te	0,1	60	6	8	48
					78

Una vez obtenida la longitud total se aplica la ecuación de Hazen-Williams:

$$P_{concentradas} = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 78 \times 510^{1,85} = 0,12 \text{ bar}$$

Por lo tanto, la presión total de la bomba en este caso sería:

$$P_{bomba} = P_{BIE} + \Delta H + P_{distribuidas} + P_{concentradas} = 4 + 2,85 + 0,10 + 0,12 = 7,10 \text{ bar}$$

Por lo tanto la condición más desfavorable resulta ser la del castillo de proa, por lo que las bombas a instalar deberán tener una presión de aproximadamente 7,81 bar \approx 8 bar.

Buscando en la red, se selecciona el modelo de bomba SA del fabricante DESMI. Indica que trabaja en un rango de presión de entre 0 y 10,8 bar, por lo que cumple con nuestras necesidades.

Capacity range: 0-650 m ³ /h
Pressure range: 0-110 mLC
Temperature range: With standard mech. shaft seal max. 80°C, with special mech. shaft seal max. 120°C.



2.3 Bomba de emergencia

Siguiendo el SOLAS, la bomba de emergencia de contra incendios tendrá una capacidad del 80% del total dividido entre el número de bombas, y nunca menor del 25%.

En este caso, como bomba de emergencia, se seleccionará la misma bomba seleccionada en el apartado 2.2, de DESMI modelo SA.

2.4 Extintores

En espacios de alojamiento no se podrán instalar extintores del tipo anhídrido carbónico, pudiendo instalarse en estas zonas extintores de polvo seco o espuma.

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

En este caso se seleccionan tanto para la zona de habilitación como de máquinas, extintores de polvo seco y de tipo ABC (A: sólidos, B: líquidos inflamables, C: gases) de 9 Kg.

La cantidad de extintores se dispondrá de acuerdo a las reglas expuestas en el SOLAS (ver ANEXO I), esto es, al menos un extintor portátil en todo espacio de alojamiento o servicio estibado de forma accesible y segura frente al movimiento del buque cerca del acceso.



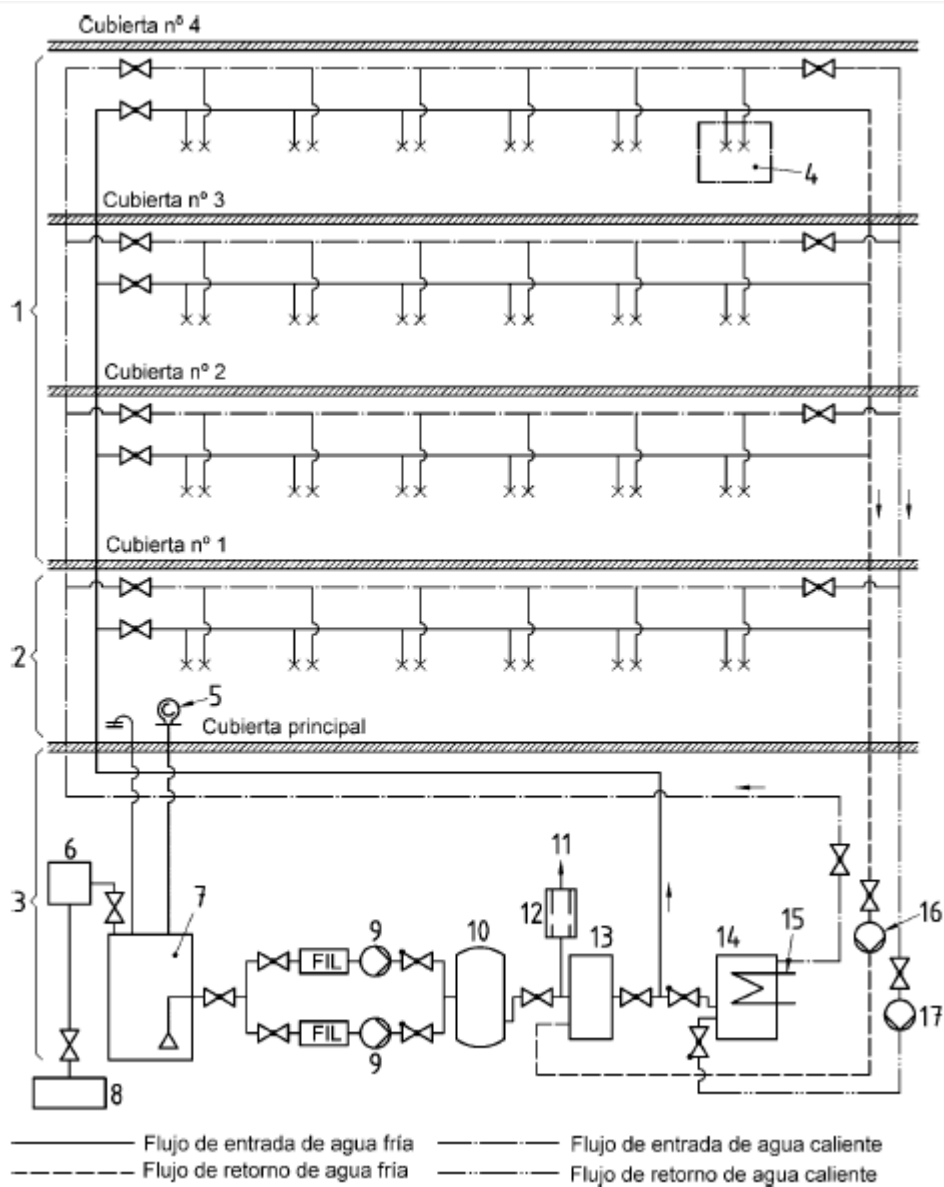
En cámara de máquinas se dispondrán de forma que no haya que recorrer más de diez metros para llegar a uno desde cualquier punto, como se dispone en el párrafo 5.2.2.2 del capítulo dedicado a C.I. del SOLAS. Mínimo serán 4 en el nivel inferior y 4 en el nivel del motor principal.

3 SERVICIO DE AGUA DULCE

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

La norma UNE-EN ISO 15748-2 de *Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas*, nos dice que normalmente se usa un sistema de suministro directo cuando hay un consumo de agua muy alto, como por ejemplo en buques de pasaje, y un suministro a través de depósitos de agua, en el resto de casos. Además, nos indica que se empleará el sistema de suministro directo si el consumo está entre 30 y 40 m³/h. En nuestro caso, se considera un consumo de agua no muy alto y además, siendo concretamente de 4,9 m³/día, por lo que escogeremos claramente un sistema con tanques de agua a presión.

La norma UNE-EN ISO 15748-1 ejemplifica un circuito típico en donde se representan todos los elementos esenciales:



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	Desconectador 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

Fig. 1 – Ejemplo de un sistema de suministro de agua potable en un buque con cuatro cubiertas en la superestructura

Figura 1 Sistema de suministro de agua potable

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

3.1 Tanque de agua dulce

Determinación volumen requerido de agua potable.

A través de la norma UNE-ISO 15748-2 (Tabla A.1) nos permite conocer la cantidad de agua potable por persona y día para diferentes tipos de buques.

Como se indicó en el cuaderno 4 del presente proyecto, para buques de carga la estimación de consumo diario por persona de agua potable es de 175 litros.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los 42 días de autonomía, el consumo diario por persona siendo la tripulación de 28 personas, el tanque de agua potable tendrá una capacidad de 160 m³.

Determinación volumen requerido de agua dulce técnica

A través de la norma UNE-ISO 15748-2, en la Tabla A.2 nos permite conocer el consumo de agua en diferentes puntos de servicio por persona y día para nuestro buque de carga.

Teniendo en cuenta los 42 días de autonomía, el consumo diario por persona 180 m³ y la tripulación de 28 personas, se obtiene un total de agua técnica de 212 m³.

Como se puede comprobar el agua dulce técnica obtenida por la normativa es de 212 m³, mientras que en el cuaderno 4, se tomó como el mismo valor del agua potable (160 m³).

$$\text{Consumo de agua dulce} = 372 \text{ m}^3$$

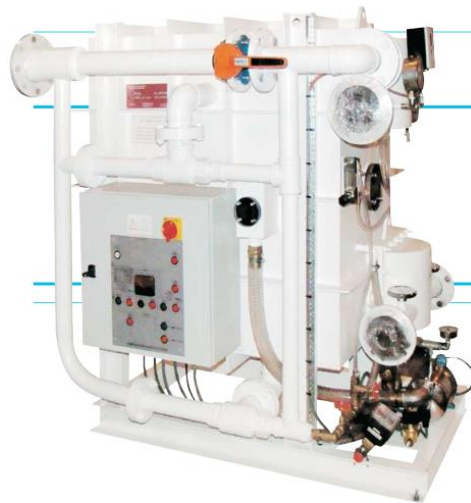
3.2 Generador de agua dulce

Teniendo un consumo de agua dulce de 372 m³ y una autonomía de 42 días, se precisa buscar en el mercado un generador de agua dulce que proporcione como mínimo 8,85 m³

cada día. Para ello consultamos en la red, y seleccionamos el Modelo J-60 de la empresa PECOFacet.

Como podemos comprobar cumple nuestras necesidades, pues tiene una capacidad de entre 10 -16 m³/día.

FEATURES	MODEL			
	J-60	J-70	J-100	J-150
Capacity (m ³ /day)	10-16	12-19	15-22	20-30
Hot water flow rate (m ³ /h - 85°C)	27	32	66	87
Minimum requirements to produce (KCal/h)	270000	325000	475000	540000
Power consumption (Kw)	6.7	6.7	10.4	10.4
Net weight	840	900	970	1050
Operative weight	1090	1170	1270	1380
Power supply	380-220V 3 phase 50 cycles, 440-110V 3 phase 60 cycles			



3.3 Bomba suministro de agua potable

3.3.1 Caudal punta

El caudal punta se calcula con un diagrama mediante la suma de caudales totales. Teniendo en cuenta los consumos especificados en la tabla A.12 de la norma UNE-ISO 15748-2.

Tabla A.12
Valores guía para las presiones de flujo mínimo y caudal de cálculo de agua potable en los puntos de servicio estándar

Presión de flujo mínimo $P_{\text{mín}}$ bar	Tipo de punto de servicio de agua potable	Caudal de cálculo para el consumo de		
		Agua mezclada ^a		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	Válvulas de salida sin globo^b DN 15	–	–	0,30
0,5 DN 20	–	–	0,50
0,5 DN 25	–	–	1,00
1,0	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	Llaves mezcladoras			
1,0	Platos de ducha..... DN 15	0,15	0,15	–
1,0	Bañeras..... DN 15	0,15	0,15	–
1,0	Fregaderos de cocina..... DN 15	0,07	0,07	–
1,0	Lavabos de pedestal..... DN 15	0,07	0,07	–
1,0	Bidets..... DN 15	0,07	0,07	–
1,0	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
NOTA – Para los puntos de suministro y aparatos no incluidos en esta lista y que sean del mismo tipo de los que figuran pero con mayores flujos o presiones de flujo mínimo que los que se dan aquí, se deben tener en cuenta los datos suministrados por el fabricante al determinar el diámetro requerido de tuberías.				
^a Los caudales de cálculo para la salida de agua mezclada están basados en 15° C para el agua potable fría y en 60 °C para la caliente.				
^b Para las válvulas de salida sin globo y con mangueras y dispositivos conectados, se ha incluido en la presión de flujo mínimo un valor estándar de la pérdida de presión en la línea de mangueras (hasta 10 m) y en los aparatos conectados (por ejemplo un limpiador de alta presión). En este caso, se incrementa la presión de flujo mínimo entre 1 bar y 1,5 bar.				

Situación	Consumidores	Cantidad	Caudal (l/s)		Caudal total (l/s)	
			FRÍA	CALIENTE	FRÍA	CALIENTE
Principal	Lavabo	6	0,07	0,07	0,42	0,42
	Retrete	4	0,70		2,80	0,00
	Ducha	4	0,15	0,15	0,60	0,60
Toldilla	Fregadero	2	0,07	0,07	0,14	0,14
	Lavadora	1	0,25	0,25	0,25	0,25
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	0,15	0,15
	Lavabo	5	0,07	0,07	0,35	0,35
	Ducha	4	0,15	0,15	0,60	0,60
	Retrete	4	0,70		2,80	0,00
1ª	Lavabo	8	0,07	0,07	0,56	0,56
	Retrete	8	0,70		5,60	0,00
	Ducha	8	0,15	0,15	1,20	1,20
2ª	Lavadora	1	0,25	0,25	0,25	0,25
	Fregadero	1	0,07	0,07	0,07	0,07
	Lavabo	6	0,07	0,07	0,42	0,42
	Ducha	6	0,15	0,15	0,90	0,90
	Retrete	7	0,70		4,90	0,00
3ª	Lavadora	1	0,25	0,25	0,25	0,25
	Fregadero	1	0,07	0,07	0,07	0,07
	Retrete	7	0,70		4,90	0,00
	Lavabo	6	0,07	0,07	0,42	0,42
	Ducha	6	0,15	0,15	0,90	0,90
Puente	Lavabo	1	0,07	0,07	0,07	0,07
	Retrete	1	0,70		0,70	0,00
					29,32	7,62

Una vez obtenidos los caudales totales en l/s, tanto para agua fría como para agua caliente, podemos calcular los caudales punta, que se obtienen a partir de la gráfica A.3 de la norma UNE-ISO 15748-2.

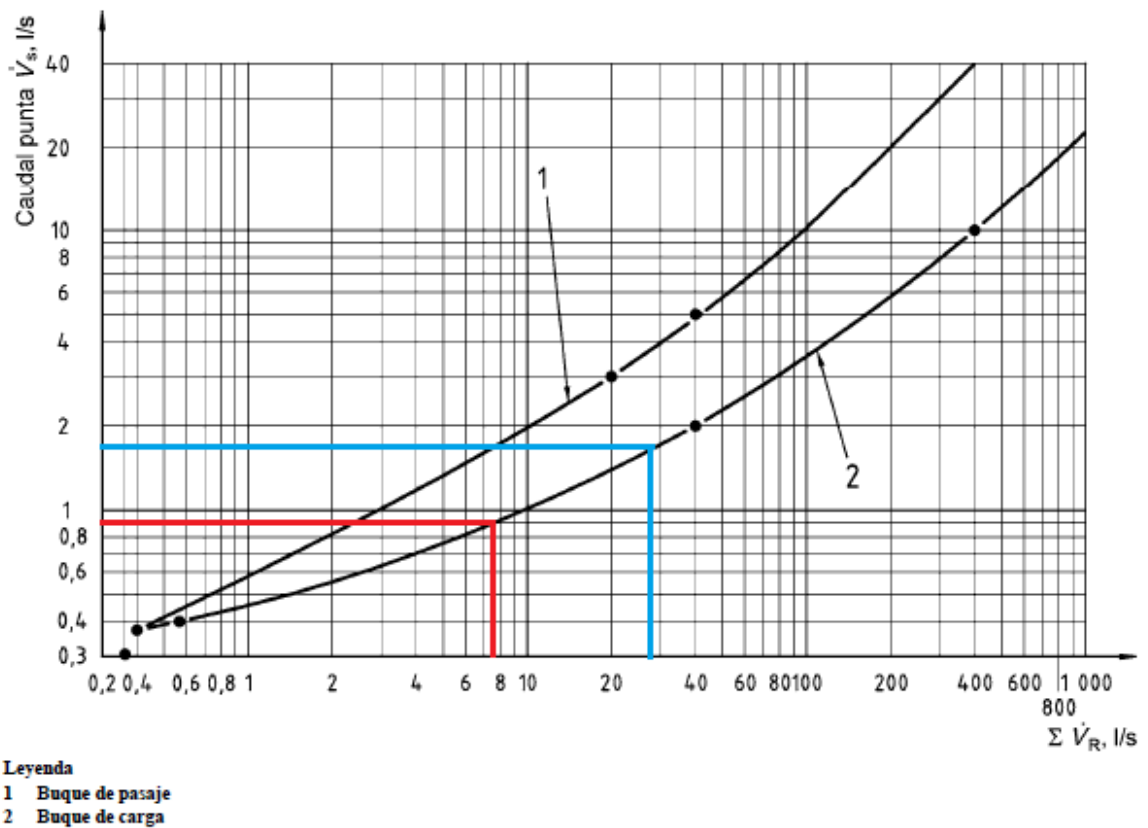


Fig. A.3 – Caudal punta V_s en función de la suma de caudales ΣV_R

Figura 2 Caudal punta

Como podemos ver en la gráfica se ha obtenido un caudal puntal V_s para agua fría de 1,80 l/s y un caudal punta para agua caliente de 0,9 l/s. Caudal total a tener en cuenta para dimensionar la bomba es de \rightarrow 2,7 l/s

Este caudal no llegará totalmente a la cubierta superior, pues se va reduciendo a medida que asciende en las cubiertas:

		Principal	Toldilla	1ª	2º	3º	Puente
Qttotal por cubierta (l/s)	Fría	3,82	4,29	7,36	6,54	6,54	0,77
	Caliente	1,02	1,49	1,76	1,64	1,64	0,07
Qpunta por cubierta (l/s)	Fría	1,80	1,70	1,40	1,15	0,90	0,55
	Caliente	0,90	0,85	0,80	0,65	0,50	0,43
Qttotal (l/s)	Fría	29,32	25,50	21,21	13,85	7,31	0,77
	Caliente	7,62	6,60	5,11	3,35	1,71	0,07

3.3.2 Diámetro de tuberías

Una vez determinado el caudal punta, se acude a la tabla A.11 de la norma, que nos muestra unos valores redondeados de los diámetros nominales de las tuberías en función del caudal punta, así como la velocidad del flujo.

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

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

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

Dependiendo de la zona, existe una velocidad de flujo distinta, por lo tanto, se emplearán diámetros nominales distintos:

		Principal	Toldilla	1ª	2º	3º	Puente
Qtot por cubierta (l/s)	Fría	3,8200	4,2900	7,3600	6,5400	6,5400	0,7700
	Caliente	1,0200	1,4900	1,7600	1,6400	1,6400	0,0700
Qpunta por cubierta (l/s)	Fría	1,8000	1,7000	1,4000	1,1500	0,9000	0,5500
	Caliente	0,9000	0,8500	0,8000	0,6500	0,5000	0,4300
Qtot (l/s)	Fría	29,3200	25,5000	21,2100	13,8500	7,3100	0,7700
	Caliente	7,6200	6,6000	5,1100	3,3500	1,7100	0,0700
Velocidad (m/s)		1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000	1,4000
Área tubería (m²)	Fría	0,0013	0,0012	0,0010	0,0008	0,0006	0,0004
	Caliente	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0004	0,0003
DN	Fría	50	50	40	40	32	25
	Caliente	32	32	32	25	25	20

3.3.3 Presión de la bomba

Para el cálculo se tendrá en cuenta la posición más desfavorable, siendo en este caso en el puente de gobierno.

A continuación, se muestran las presiones calculadas para agua fría y para agua caliente.

AGUA FRÍA	Longitud de la tubería (m)	Qtotál por cubierta (l/s)	Qpunta por cubierta (l/s)	DN	Velocidad (m/s)	Presión diferencial (mbar/m)	Pérdida presión (mbar)
Principal	8,7	3,82	1,8000	50	1,4	8,6	74,82
Toldilla	12,24	4,29	1,7000	50	1,4	8,6	105,26
1ª	3,1	7,36	1,4000	40	1,4	11,5	35,65
2ª	3,1	6,54	1,1500	40	1,4	11,5	35,65
3º	3,1	6,54	0,9000	32	1,4	15	46,50
Puente	18,8	0,77	0,5500	25	1,4	20	376,00

AGUA FRÍA	Pérdida presión (bar)	Presión mínima	$\Delta H \times 0,1$	Presión total (bar)
Principal	0,07	1,50	0,96	2,53
Toldilla	0,11	1,50	2,47	4,07
1ª	0,04	1,50	2,78	4,31
2ª	0,04	1,50	3,09	4,62
3º	0,05	1,50	3,40	4,94
Puente	0,38	1,50	3,73	5,60

AGUA CALIENTE	Longitud de la tubería (m)	Qtotál por cubierta (l/s)	Qpunta por cubierta (l/s)	DN	Velocidad (m/s)	Presión diferencial (mbar/m)	Pérdida presión (mbar)
Principal	8,7	1,02	0,9000	32	1,4	15	130,50
Toldilla	12,24	1,49	0,8500	32	1,4	15	183,60
1ª	3,1	1,76	0,8000	32	1,4	15	46,50
2ª	3,1	1,64	0,6500	25	1,4	20	62,00
3º	3,1	1,64	0,5000	25	1,4	20	62,00
Puente	18,8	0,07	0,4300	20	1,4	27	507,60

AGUA CALIENTE	Pérdida presión (bar)	Presión mínima	$\Delta H \times 0,1$	Presión total (bar)
Principal	0,13	1,50	0,96	2,59
Toldilla	0,18	1,50	2,47	4,15
1ª	0,05	1,50	2,78	4,32
2ª	0,06	1,50	3,09	4,65
3º	0,06	1,50	3,40	4,96
Puente	0,51	1,50	3,73	5,73

Presión máxima

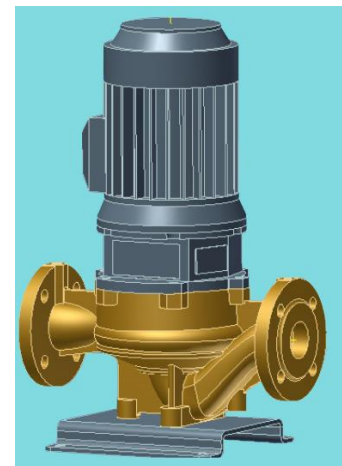
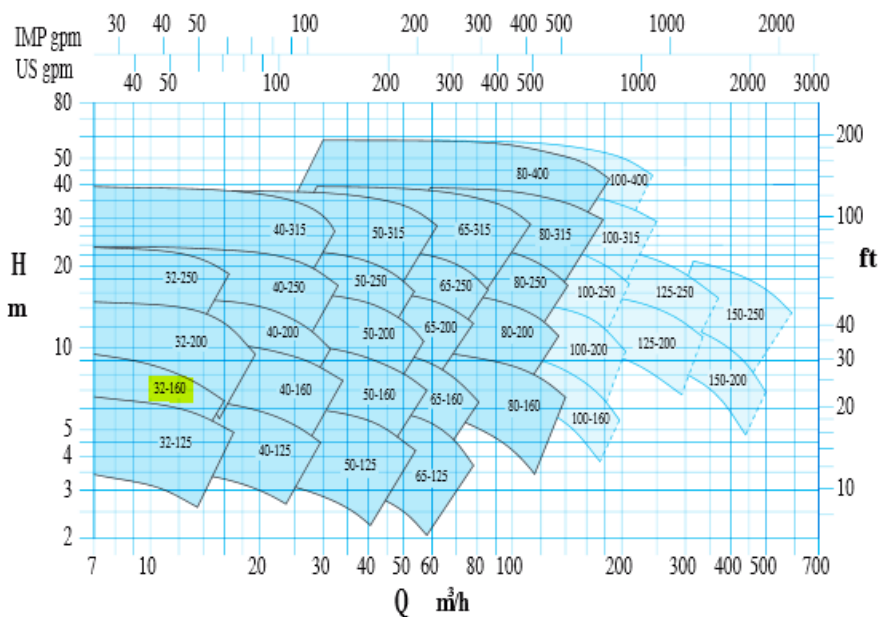
Finalmente, comprobamos que la máxima presión obtenida es de 5,73 bar, damos un margen según indica la norma de 10%, por lo tanto, la presión de la bomba debería ser de 6,30 bar.

En cuanto al caudal también aplicamos un 10% de margen, dando un lugar a un caudal de la bomba de 2,97 l/s.

3.3.4 Selección de la bomba

Como hemos calculado en el anterior apartado, la bomba de agua dulce deberá tener un caudal de 2,97 l/s (10,692 m³/h) así como una presión de 6,30 bar.

Seleccionamos por lo tanto la bomba modelo LN de la empresa AZCUE.



Tipo Type	Motor	DNa	DNd	A	D	F	E	I	M	N	C	G	U	B	H	Kg
	KW															
32/160	0,37	50	50	147	250	215	215	14	170	170	340	6	100	300	510	40
	0,55														535	43
	0,75													

3.4 Depósito a presión de agua

Para el cálculo del volumen del depósito a presión de agua se realizarán una serie de supuestos.

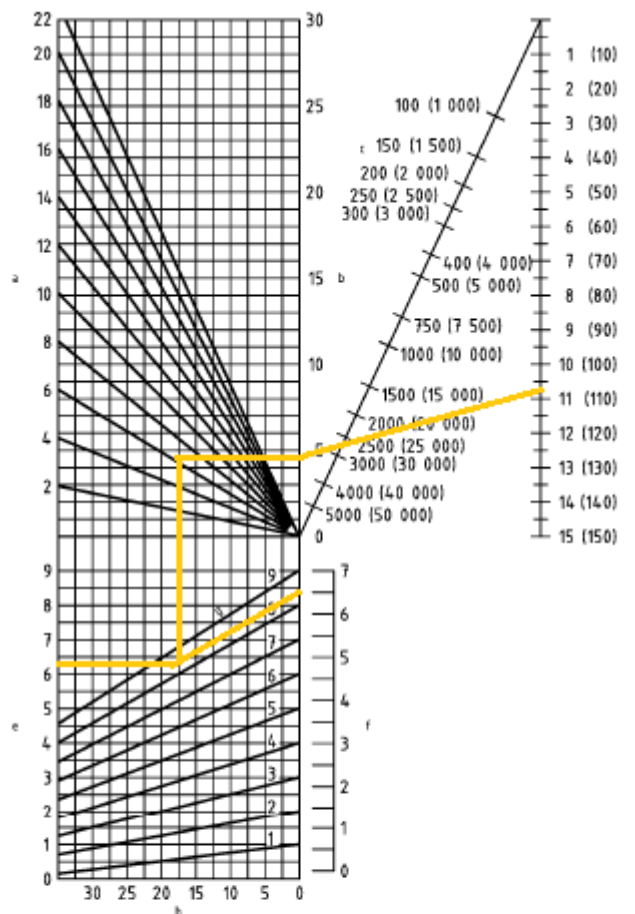
Este tanque se utilizará para evitar la necesidad de poner en marcha continuamente la bomba.

Siguiendo la norma, la presión de corte (p_A) será de 2 bar más alta que la presión de apertura (p_E), por lo tanto:

$$p_A = p_E + 2 = 6,30 + 2 = 8,30 \text{ bar}$$

Además, las puertas en marchas serán entre 6 y 8 funcionamientos por hora, no superando el máximo de 12. Nosotros escogeremos en este caso 6.

Mediante el gráfico que se muestra a continuación se obtendrá la capacidad del tanque:



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

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

Figura 3 Tamaño depósito a presión

Obtenemos de la gráfica el volumen de tanque de presión de -> **2750 l**.

En cuanto al volumen útil -> **17,5 % -> 481,25 l**

3.5 Calentador de agua

La potencia de los calentadores de agua se obtendrá a partir de la norma UNE-EN 15478-2. El tamaño del calentador será de forma que la demanda punta de agua caliente se pueda calentar en dos horas. En la tabla A.6 tenemos los diferentes calentadores posibles:

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

NOTA 1 - Por regla general, no se utilizan calentadores individuales de agua de más de 3 000 l de capacidad. Para demandas superiores de agua se deben instalar dos o más calentadores de agua de un tamaño apropiado, o calentadores de flujo continuo.
NOTA 2 - Para cada número de personas se indican dos posibilidades de volumen de agua.
NOTA 3 - La columna "Potencia de calentamiento adicional" tiene en cuenta el suministro de agua potable que hay que asegurar en puerto (véase el apartado 11.1).

Tabla 1 Volumen del calentador de agua

Teniendo en cuenta que nuestro buque, según las RPAs, contará con una tripulación de 28 personas, se escogerá un calentador de una capacidad de 650 litros con una potencia de 40 kW y que tardará en calentar el agua 62 minutos.

Número de personas	Volumen del calentador de agua l	Potencia de calentamiento kW	Tiempo de calentamiento desde 10 °C hasta 65 °C min	Cantidad en l de agua mezclada de 40 °C a producir en		Potencia de calentamiento adicional kW
				1 h	2 h	
1 a 10	200	15	51	660	1 030	8
	300	10	115	680	930	5
11 a 20	400	30	51	1 320	2 060	15
	650	20	125	1 440	1 940	10
21 a 30	650	40	62	1 940	2 920	20
	1 000	20	192	1 960	2 450	10

4 SERVICIO DE LASTRE

El servicio de lastre permite compensar el asiento del buque en las diferentes situaciones de carga, llenando y vaciando los tanques de lastre oportunos.

Con este servicio se podrán satisfacer las necesidades de lastrado/deslastrado del buque, por lo cual, se necesitan dimensionar los elementos esenciales para este fin.

El volumen total de lastre calculado en el *cuaderno 4* es de $\rightarrow 10.325 \text{ m}^3$.

Considerando un tiempo de lastrado y deslastrado de 15 horas, calculamos a continuación las bombas y las pérdidas de carga.

El buque dispondrá de dos bombas centrífugas con las que se realizará el 95% del deslastrado y una bomba alternativa (bomba de achique) con la que se realizará el 5% restante. Esto es debido a que las bombas centrífugas tienen tendencia a descebarse cuando queda poco nivel de agua en los tanques de lastre.

De las dos bombas que estarán activas, una de ellas deberá ser accionada por el motor principal tal y como indica el ABS.

Tal y como se indicó anteriormente, tenemos que lastrar y deslastrar el buque en 15 horas por lo tanto:

$$Q_{LASTRE} = \frac{10325}{15} = 689 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Se dispondrá de 2 bombas centrífugas. Es por ello que la capacidad y características de cada bomba serán las siguientes:

$$Q_{LASTRE} = \frac{689}{2} = 344,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- Unidades instaladas: 3
- Unidades servicio: 2
- Tipo: centrífugas.
- Caudal: $344,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

El diámetro del colector lo podemos calcular de la forma:

$$A_{COLECTOR} = \frac{Q}{V} = \frac{689 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{3600 \times 3,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,06 \text{ m}^2$$

$V = 3,2 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}$ (en lastrado, cuando tenemos el calado mínimo y queremos lastrar el pique de proa)

$$d_{COLECTOR} = \sqrt{\frac{4 \times A_{colector}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,06}{\pi}} = 0,27 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas distribuidas, utilizaremos la fórmula de Hazen-Williams:

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85}$$
$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 270^{4,87}} \times 143 \times 11483^{1,85} = 0,58 \text{ bar}$$

En este caso: $C=120$, ya que se trata de tubo de acero al carbono, el diámetro del colector 270 mm, la longitud del tubo será desde la bomba hasta el tanque de proa de 143 m aproximadamente y el caudal de 11483 l/min. Sustituyendo obtenemos unas pérdidas por fricción de $\rightarrow 0,58 \text{ bar}$

La potencia que deberá de dar cada una de las bombas será de:

$$Pot = \frac{\gamma \times Q \times H}{75 \times 3600 \times \eta} = 47 \text{ HP} = 36 \text{ kW}$$

donde

γ : peso específico del fluido: 1025 kg/m^3

Q : Caudal (m^3/h)

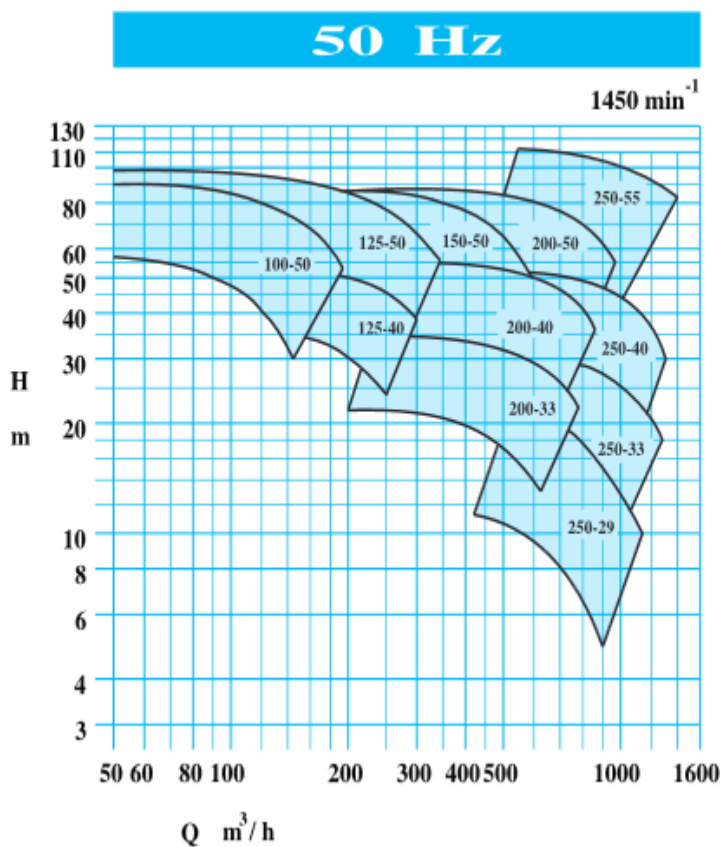
H : incremento de presión (m.c.a) \rightarrow se tomará como 25 m.c.a (buque de referencia)

η : rendimiento de la bomba de un 0,7

Selección de las bombas

Con los cálculos realizados anteriormente se acude al catálogo del fabricante AZCUE para seleccionar una bomba que se ajuste a nuestras necesidades.

Se selecciona por lo tanto el modelo de bomba centrífuga de la serie *BOB 200 -33*, el cual cuenta con un caudal de $350 \text{ m}^3/\text{h}$, y una potencia de 37 kW, en línea con los datos obtenidos mediante formulación.



Tipo Type	Motor		
	KW	HP	Tipo
100-50	30	40	200-L
	37	50	225-S
	45	60	225-M
	55	75	250-M
125-40	75	100	280-S
	30	40	200-L
	37	50	225-S
	45	60	225-M
	55	75	250-M
125-50	75	100	280-S
	37	50	225-S
	45	60	225-M
	55	75	250-M
	90	125	280-SM
	110	150	315-S
150-50	132	180	315-SM
	75	100	280-S
	90	125	280-SM
	110	150	315-S
	132	180	315-SM
200-33	160	220	315-MB
	200	275	315-LA
	37	50	225-S
	45	60	225-M
	55	75	250-M
200-33	75	100	280-S
	90	125	280-SM
	110	150	315-S

5 SERVICIO DE ACHIQUE Y SENTINAS

En este caso vamos a seguir lo indicado en el reglamento ABS que nos da una serie de recomendaciones necesarias para dimensionar este sistema.

Nos indica que debemos de llevar 2 bombas, una de ellas accionada por el motor principal.

El diámetro del colector de sentina viene dado a partir de la fórmula:

$$d = 25 + 1,68 \times \sqrt{L \times (B + D)} \text{ mm}$$
$$d = 25 + 1,68 \times \sqrt{180,14 \times (29,66 + 16,13)} \text{ mm} = 178 \text{ mm}$$

El diámetro del colector será por lo tanto de 178 mm

Para dimensionar el caudal de la bomba, el ABS nos indica que la velocidad nunca será inferior de 2 m/s, por lo que escogeremos una velocidad de 2,5 m/s. La fórmula para dimensionar el caudal es:

$$Q = \frac{5,66 \times d^2}{10^3} = 180 \text{ m}^3/h$$

Este caudal se repartirá entre dos bombas, de esta forma cada una tendrá la siguiente capacidad:

$$Q = \frac{180}{2} = 90 \text{ m}^3/h$$

Para el cálculo de las pérdidas distribuidas utilizaremos la fórmula de Hazen-Williams:

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

En este caso: C= 120, ya que se trata de tubo de acero al carbono, el diámetro del colector 178 mm, la longitud del tubo será desde la bomba hasta el tanque de proa de 143 m aproximadamente y el caudal de 3000 l/min. Sustituyendo obtenemos unas pérdidas de carga distribuidas de -> 0,37 bar

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 178^{4,87}} \times 143 \times 3000^{1,85} = 0,37 \text{ bar}$$

En cuanto a las pérdidas concentradas utilizamos la siguiente tabla:

Tipo	(L/D) _{eq}
Válvula de globo-abierta por completo	340
Válvula de ángulo abierta por completo	150
Válvula de compuerta-abierta por completo	8
¼ abierta	35
½ abierta	160
¾ abierta	900
Válvula de verificación tipo giratoria	100
Válvula de verificación tipo bola	150
Válvula de mariposa abierta ,por completo (2 a 8 pulg)	45
10 a 14 pulg	35
16 a 24 pulg	25
Válvula de pie tipo disco de vástago	420
Válvula de pie tipo disco de bisagra	75
Codo estándar de 90	30
Codo de 90 de radio largo	20
Codo roscado a 90	50
Codo estándar a 45	16
Codo roscado a 45	26
Vuelta cerrada en retorno	50
Te estándar con flujo directo	20
Con flujo en el ramal	60

ACCESORIOS	Diámetro (m)	(L/D) eq	L (m)	Cantidad	Ltot (m)
Válvulas	0,178	45	8,01	7	56,07
Codo estándar 90	0,178	30	5,34	7	37,38
T estándar	0,178	60	10,68	7	74,76
					168,21

Obtengo una longitud equivalente de pérdidas de 168,21 m

Para el cálculo de las pérdidas de carga concentrada utilizaremos la fórmula de Hazen-Williams:

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 178^{4,87}} \times 168,21 \times 3000^{1,85} = 0,43 \text{ bar}$$

Las características de las bombas de achique de sentinas serán las siguientes:

- Unidades instaladas:2
- Unidades servicio: 1
- Tipo: centrífugas.
- Caudal: $90 \frac{m^3}{h}$

La potencia que deberá de dar cada una de las bombas será de:

$$Pot = \frac{\gamma \times Q \times H}{75 \times 3600 \times \eta} = 14,7 \text{ HP} = 11 \text{ kW}$$

donde

γ : Peso específico del fluido: 1025 kg/m³

Q : Caudal (m^3/h)

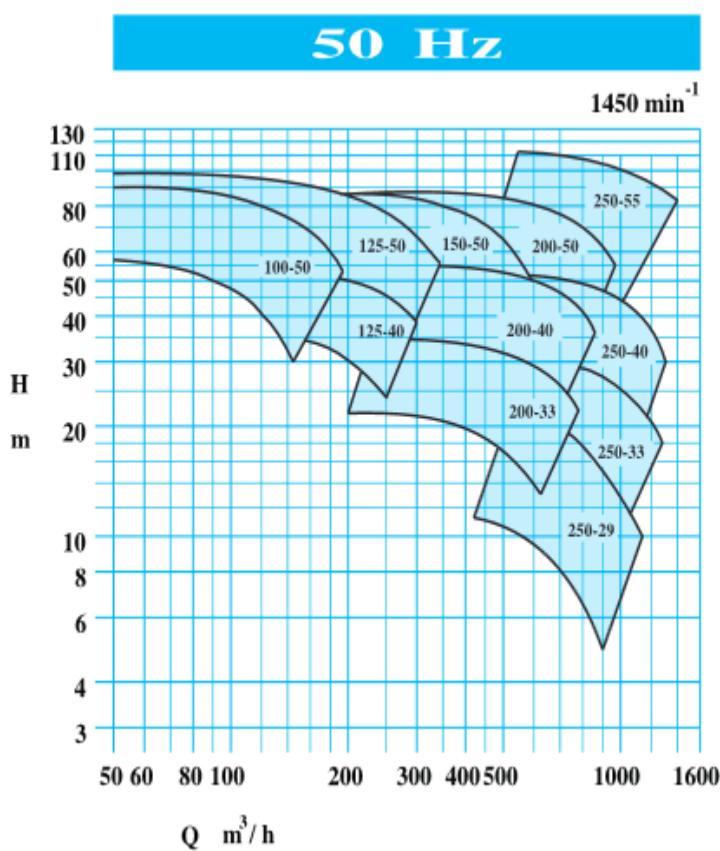
H : Incremento de presión (m.c.a) -> se tomará como 30 m.c.a (buque de referencia)

η : rendimiento de la bomba de un 0,7

Selección de las bombas

Con los cálculos realizados anteriormente se acude al catálogo del fabricante AZCUE para seleccionar una bomba que se ajuste a nuestras necesidades.

Se selecciona por lo tanto el modelo de bomba centrífuga de la serie *BOB 100-50*, el cual cuenta con una capacidad de $100 m^3/h$, y una potencia de 30 kW. En este caso, la potencia nominal es superior en el modelo seleccionado que la obtenida mediante formulación.



Tipo Type	Motor		
	KW	HP	Tipo
100-50	30	40	200-L
	37	50	225-S
	45	60	225-M
	55	75	250-M
125-40	75	100	280-S
	30	40	200-L
	37	50	225-S
	45	60	225-M
125-50	55	75	250-M
	75	100	280-S
	37	50	225-S
	45	60	225-M
150-50	55	75	250-M
	75	100	280-S
	90	125	280-SM
	110	150	315-S
	132	180	315-SM
	75	100	280-S
200-33	90	125	280-SM
	110	150	315-S
	132	180	315-SM
	160	220	315-MB
	200	275	315-LA
250-33	37	50	225-S
	45	60	225-M
	55	75	250-M
	75	100	280-S
	90	125	280-SM
250-29	110	150	315-S

6 SERVICIO DE VENTILACIÓN EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Emplearemos en este caso la norma UNE-EN ISO 8861.

El flujo del aire se obtiene a partir de la siguiente fórmula, y nos quedaremos con el mayor de los valores obtenidos:

$$Q_t = q_c + q_h$$

$$Q_t = 1,5 \times q_c$$

La cantidad de flujo de aire para la combustión se obtiene a partir de la fórmula:

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

- El flujo de aire para la combustión del motor principal se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \times m_{ad}}{\rho} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$$

donde:

P_{dp} : potencia normalizada de servicio del motor de propulsión principal a máxima potencia, kW

m_{ad} : aire necesario para la combustión del motor (0,0023 para motores de 2T en caso de que no haya datos)

ρ : densidad del aire a +35°C, 70 RH y 101,3 kPa (1,13 kg/m³)

- El flujo de aire para la combustión de los motores diésel de los generadores se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \times m_{ad}}{\rho} = 1,16 \text{ m}^3/\text{s}$$

donde:

P_{dg} : la potencia normalizada de servicio de los motores diésel de los generadores a máxima potencia, kW. (570 kW)

m_{ad} : aire necesario para la combustión del motor (0,0023 para motores de 2T en caso de que no haya datos)

ρ : densidad del aire a +35°C, 70 RH y 101,3 kPa (1,13 kg/m³)

- El flujo de aire para la combustión de calderas y calentadores de fluido térmico se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$q_b = \frac{m_s \times m_{fs} \times m_{af}}{\rho} = 0,22 \text{ m}^3/\text{s}$$

donde:

m_s : capacidad de vapor total de la caldera, en kg/s.

m_{fs} : consumo de combustible. Tomaremos -> 0,077 kg/kg

m_{fs} : aire necesario para la combustión. Tomaremos -> 15,7 kg/kg

ρ : densidad del aire a +35°C, 70 RH y 101,3 kPa (1,13 kg/m³)

Por lo tanto el flujo de aire para la combustión es de:

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b = 26,38 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor, q_h , lo obtenemos a partir de la expresión:

$$q_h = \frac{\emptyset_{dp} + \emptyset_{dg} + \emptyset_b + \emptyset_p + \emptyset_g + \emptyset_{el} + \emptyset_{ep} + \emptyset_t + \emptyset_o}{\rho \times c \times \Delta T} - 0,4(q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

donde:

\emptyset_{dp} : emisión de calor del motor diésel de propulsión principal, kW

\emptyset_{dg} : emisión de calor del motor diésel del generador, kW

\emptyset_b : emisión de calor de las calderas y calentadores, kW

\emptyset_p : emisión de calor de las tuberías de vapor y condensación, kW (no se tendrá en cuenta)

\emptyset_g : emisión de calor del generador eléctrico refrigerado por aire, kW

\emptyset_{el} : emisión de calor de las instalaciones eléctricas, kW

\emptyset_{ep} : emisión de calor de las tuberías de escape, kW (no se tendrá en cuenta por falta de datos)

\emptyset_t : emisión de calor de los tanques de calefacción, kW (no tenemos tanques de calefacción por lo que no se tendrá en cuenta)

\emptyset_o : emisión de calor de otros componentes, kW

\emptyset_{ep} : emisión de calor de las tuberías de escape, kW

q_{dp} : flujo de aire para la combustión del motor principal, m³/s

q_{dg} : flujo de aire para la combustión de los motores diésel de los generadores, m³/s

q_{dp} : flujo de aire para la combustión de la caldera, m³/s

ρ : densidad del aire a +35°C, 70 RH y 101,3 kPa (1,13 kg/m³)

C: capacidad del calor específico del aire (1,01 kJ/kg-k)

ΔT : aumento de la temperatura del aire en la sala de máquinas (2,5 K)

Para calcular el flujo de aire para la evacuación de emisión de calor, debemos calcular previamente todos los términos definidos:

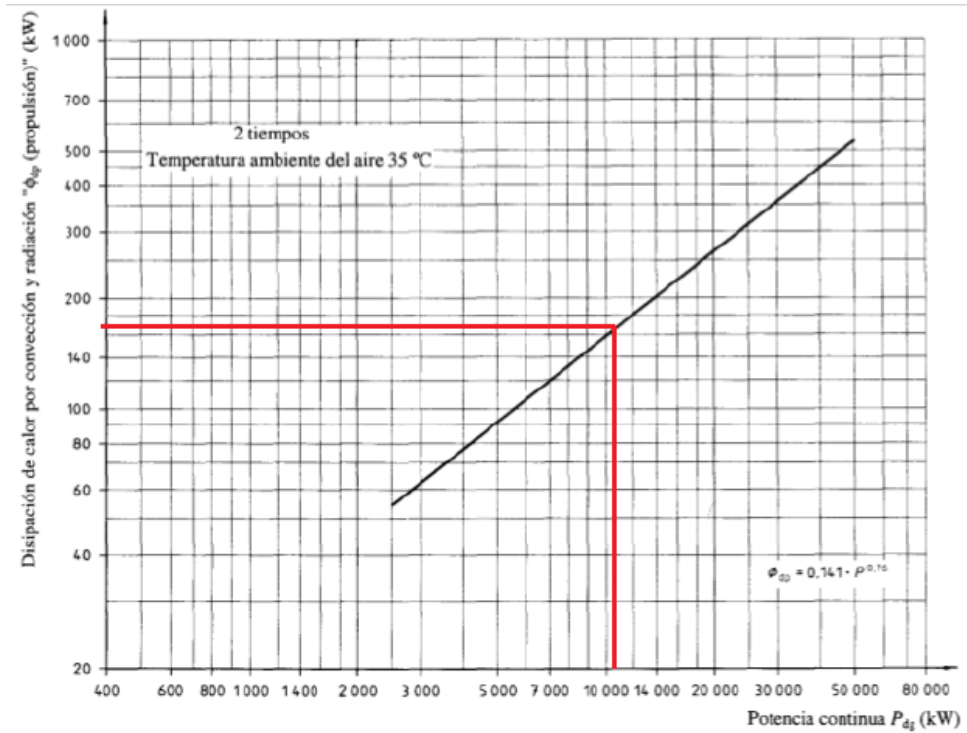
1. Cálculo de la emisión de calor del motor principal diésel de propulsión:

$$\emptyset_{dp} = P_{dp} \times \frac{\Delta h_d}{100}$$

donde:

P_{dp} : potencia normalizada de servicio del motor de propulsión principal a máxima potencia, kW

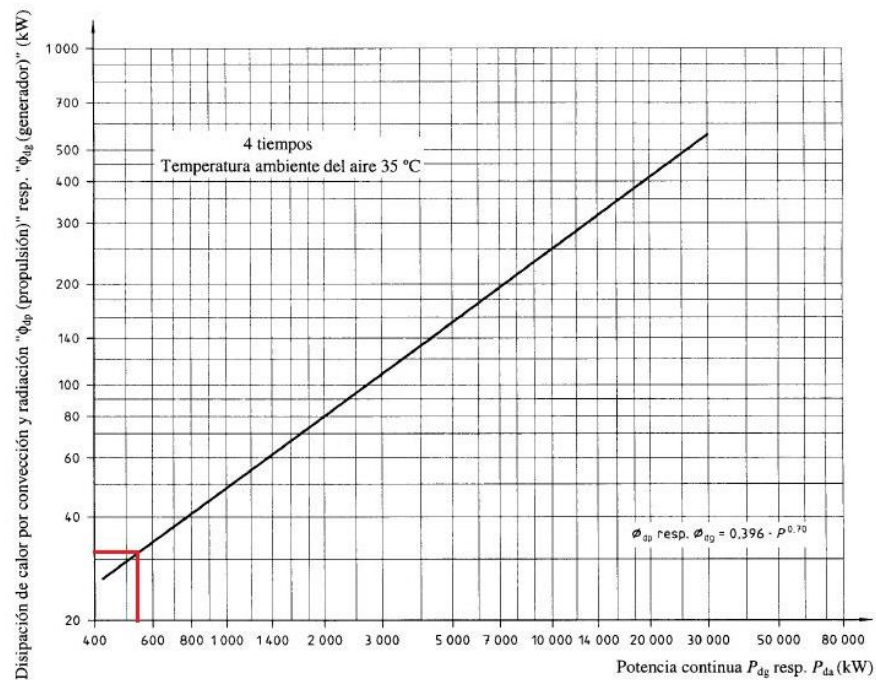
Δh_d : pérdida del calor del motor



Se obtiene observando la gráfica un valor de $\rightarrow \phi_{dp} = 170 \text{ kW}$

2. Cálculo de la emisión de calor de los motores diésel generadores:

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



Se obtiene observando la gráfica un valor de $\rightarrow \phi_{dp} = 33 \text{ kW}$

3. Cálculo emisión de calor de las calderas y los calentadores de fluido térmico:

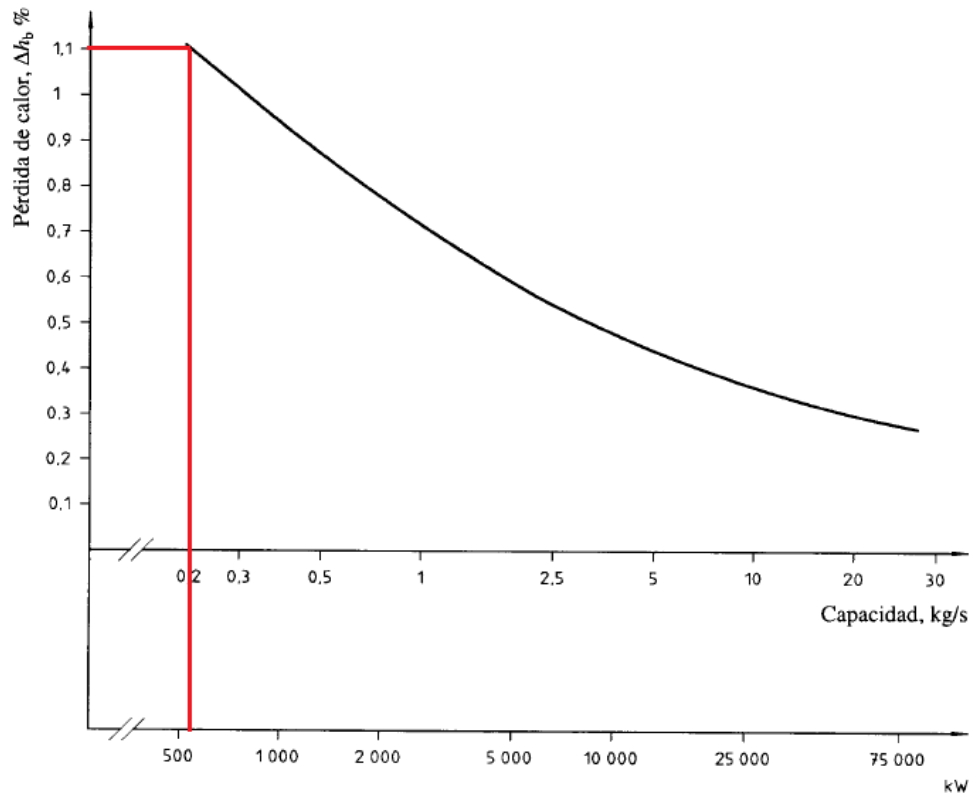
$$\phi_b = Q \times B_1 \times \frac{\Delta h_b}{100} = 0,572 \text{ kW}$$

donde:

Q : máximo rendimiento continuo del calentador de fluido térmico o de la caldera, en kW

B_1 : constante que se aplica a la ubicación del calentador de fluido térmico o de la caldera, en kW (0,1 kW)

Δh_b : pérdida de calor, en porcentaje, al máximo rendimiento continuo de la caldera. (gráfica 7.2 -> 1,1 %)



4. Cálculo de la emisión de calor de los generadores eléctricos.

$$\phi_g = P_g \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) = 97,56 \text{ kW}$$

P_g : potencia del generador instalado, en kW

η : rendimiento del generador en porcentaje. Tomaremos -> 94% para el cálculo.

5. Cálculo de la emisión de calor de las instalaciones eléctricas.

Tal y como nos indica la normativa: *en los barcos convencionales donde no se saben todos los detalles de las instalaciones eléctricas la emisión de calor se toma como el 20% de la potencia de régimen del equipo eléctrico y de la iluminación que se utiliza en el mar.*

$$\phi_{el} = 0,20 \times \phi_g = 19,52 \text{ kW}$$

6. Cálculo de emisión de calor de otros componentes.

Se obtiene como el 5% de la suma del resto de emisiones.

$$\phi_o = 0,05 \times \phi = 16,03 \text{ kW}$$

Por lo tanto, el flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor, q_h , será:

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

$$q_h = \frac{170 + 33 + 0,572 + 97,56 + 19,52 + 16,03}{1,13 \times 1,01 \times 12,5} - 0,4(25 + 1,16) - 0,22$$

$$q_h = 12,92 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, para obtener el flujo que deberán dar nuestros ventiladores, escogeremos el mayor de los siguientes valores:

$$Q_t = q_c + q_h = 29,38 + 12,92 = 42,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_t = 1,5 \times q_c = 1,5 \times 29,38 = 44,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto, los ventiladores deberán tener un flujo de **44,07 m³/s**

Se instalarán por lo tanto 9 ventiladores de 6 m³/s cada uno (uno de ellos será de reserva). Se ha seleccionado el modelo ZerAx AZN de la empresa NOVENCO.

Consultando ejemplos en la red, se tomará una potencia aproximada de 5 kW.

Types

AZN for duct installation

The AZN fans for duct installation can be fitted with cones and thereby easily be turned into fans with free inlet or outlet. The casing is, depending on motor size, of AluZink or galvanised steel. With a thickness of 2 or 4 mm it is quite durable.

The standard range comprise 9 installation sizes with Ø350 mm hubs and rotor diameters from Ø500 to Ø1250 and 7 installation sizes with Ø560 mm hubs and rotor diameters from Ø1000 to Ø2000.

Air flow rates for AZN in the standard range run from 0.1 to 110 m³/s and pressure increases up to 3400 Pa.

The fan casing is cylindrical with connection flanges at both ends.

The motor mount is aerodynamically designed to optimise air flow.

The motor mount and fan casing are of AluZink or hot-dip galvanised steel.

The rotor unit is mounted directly on the motor shaft. Large motors that do not fit in the motor mount are displaced outside of this and connected to the rotor through an extended hub.

The flange pitch diameter, number of holes and hole sizes are as standard in accordance with EUROVENT 1/2.

The AZN is designed in accordance with Eurovent standards. See arrangement D, motor position B in section "Calculation examples" on page 17.

The motor is a flange motor, mounted on the outlet side, and fitted with an electrical cable that passes out through the fan casing to a terminal box for electrical connection.

The direction of air flow for AZN fans is rotor - motor.



Model of ZerAx AZN

7 SERVICIO DE AIRE ACONDICIONADO

El aire acondicionado es un tipo de tratamiento del aire mediante el cual, la temperatura, la ventilación y la limpieza están todas controladas dentro de los límites prescritos para el espacio a acondicionar.

Para el cálculo de este sistema, se seguirán las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 7547. La norma específica que el aporte de aire será el mínimo necesario para garantizar que:

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

- Como mínimo, 0,008 m³/s por persona para la que esta dimensionado el espacio.

En cuanto a la ocupación de los distintos locales se establecerá lo siguiente:

1. Cabinas: El máximo número de personas para el que se ha diseñado la cabina.
2. Espacios públicos tales como salones, comedores de tripulación o pasaje y salas de recreo:
 - Una persona por cada 2 m² de superficie del suelo para los salones.
 - Una persona por cada 1,5 m² de superficie del suelo para los comedores de tripulación y pasaje.
 - Una persona por cada 5 m² de superficie del suelo para las salas de recreo.
3. Despachos del capitán y del jefe de máquinas: Cuatro personas.
4. Enfermería: El número de camas más dos.
5. Gimnasio, sala de juegos: doce personas.
6. Oficinas: Dos personas.

Dicho esto, pasaremos a calcular la transmisión de calor utilizando la siguiente fórmula:

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

donde,

ΔT : diferencia de temperatura del aire, K.

k_v : coeficiente de transmisión térmica de una determinada división, W/m²K.

A_v : área de la división, excluyendo los portillos laterales y las ventanas rectangulares.

k_g : coeficiente de transmisión térmica de una determinada división, W/m²K.

A_g : área de la división en m², de portillos laterales y las ventanas rectangulares.

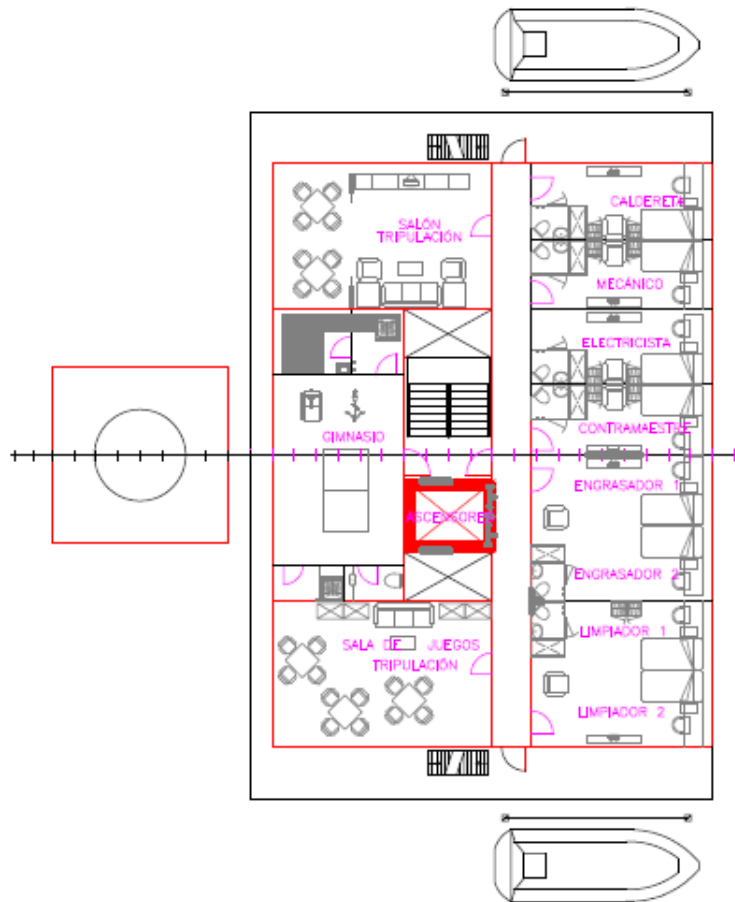
Las diferencias de temperatura entre espacios interiores contiguos, ΔT , serán tomados de la siguiente tabla:

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.		

Para los coeficientes de transmisión térmica que figuran en la siguiente tabla se consideró que existe una protección térmica adecuada en todas las superficies expuestas a las condiciones exteriores o al calor y el frío en los espacios contiguo, así como a equipos y tubería caliente.

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

Realizaré el cálculo a continuación para la primera cubierta:



Cubierta 1ª a 22.93m s/LB

Los cálculos obtenidos son:

Espacio	Mamparo	ΔT , VERANO	ΔT , INVIERNO	k_v	A_v	k_g	A_g	Φ VERANO	Φ INVIERNO
Salón tripulación	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	2	5	2,5	14,4	0	0	72	180
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	2	5	2,5	21,75	0,4	3,5	111,55	278,875
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL								183,55
Gimnasio	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	11	17	0	0	0	0	0	0
	Proa	2	5	2,5	18,675	0	0	93,375	233,4375
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0

	TOTAL							93,375	233,4375
Sala de juegos tripulación	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	2	5	2,5	14,4	0	0	72	180
	Popa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	2	5	2,5	21,75	0,4	3,5	111,55	278,875
	TOTAL							183,55	458,875
Camarote individual 1 - Caldereta	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,9	7,425	0,4	3,5	105,0725	339,465
	Popa	2	5	2,5	7,425	0	0	37,125	92,8125
	Babor	2	5	2,5	17,94	0	0	89,7	224,25
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL							231,8975	656,5275
Camarote individual 2 - Mecánico	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,9	7,425	0,4	3,5	105,0725	339,465
	Popa	2	5	2,5	7,425	0	0	37,125	92,8125
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL							142,1975	432,2775
Camarote individual 3 - Electricista	Cubierta	11	17	0,8	14,4	0	0	126,72	195,84
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,9	7,425	0,4	3,5	105,0725	339,465
	Popa	2	5	2,5	7,425	0	0	37,125	92,8125
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL							268,9175	628,1175
Camarote individual 4 - Contramaestre	Cubierta	11	17	0,8	14,4	0	0	126,72	195,84
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,9	7,425	0,4	3,5	105,0725	339,465
	Popa	2	5	2,5	7,425	0	0	37,125	92,8125
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL							268,9175	628,1175
Camarote doble 1 - Engrasador	Cubierta	6	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,9	14,4	0,4	3,5	186,68	603,12
	Popa	2	5	2,5	14,4	0	0	72	180
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL							258,68	783,12

Camarote doble 2 - Limpiador	Cubierta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Techo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Proa	13	42	0,9	14,4	0,4	3,5	186,68	603,12
	Popa	2	5	2,5	14,4	0	0	72	180
	Babor	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estribor	2	5	2,5	17,94	0	0	89,7	224,25
	TOTAL							348,38	1007,37
							1979,465	5286,7175	

Suponemos que todas las cubiertas tienen el mismo flujo de calor por lo que:

$$\phi_{Verano} = 1979,465 \times 6 \rightarrow \phi_{VERANO\ TOTAL} = 11876,79\ W = 11,88\ kW$$

$$\phi_{Invierno} = 5286,7175 \times 6 \rightarrow \phi_{INVIERNO\ TOTAL} = 31720,31\ W = 31,72\ kW$$

Daremos un margen de 20%:

$$\phi_{Verano} = 14,26\ kW$$

$$\phi_{Invierno} = 38,06\ kW$$

8 SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

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

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

1. Una instalación de tratamiento de aguas sucias aprobada por la Administración, teniendo en cuenta las normas y los métodos de prueba elaborados por la Organización, o
2. Un sistema para desmenuzar y desinfectar las aguas sucias aprobado por la Administración. Este sistema estará dotado de medios que, a juicio de la Administración, permitan almacenar temporalmente las aguas sucias cuando el buque esté a menos de 3 millas marinas de la tierra más próxima, o
3. Un tanque de retención que tenga capacidad suficiente, a juicio de la Administración, para retener todas las aguas sucias, habida cuenta del servicio que presta el buque, el número de personas a bordo y otros factores pertinentes. El tanque de retención estará construido del modo que la Administración juzgue satisfactorio y estará dotado de medios para indicar visualmente la cantidad del contenido.”

Para nuestro buque se dispondrá una instalación de tratamiento de aguas residuales y de un tanque de almacenamiento de aguas residuales. Para definir la capacidad del tanque se tiene en cuenta lo definido en la norma UNE-EN ISO 15749-1 y en UNE-EN ISO 15749-2.

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.

Teniendo en cuenta lo indicado por la norma UNE, para los buques de alta mar con una planta de vacío:

Aguas negras: 25 l/persona x día

Aguas negras y grises: 135 l/persona x día

$$V_{\text{tanque colector}} = V \times N^{\circ} \text{ Tripulación} \times D = 151 \text{ m}^3$$

Planta de tratamiento de aguas residuales seleccionada

Seleccionamos a continuación una planta de tratamiento de aguas residuales que se adapte a nuestras necesidades. En este caso contamos con 28 personas en la tripulación y teniendo en cuenta la cantidad mínima de agua de desecho por persona, la capacidad de la planta deberá ser de -> 160 l/ persona día x 28 personas = 4480 l /día

Finalmente, se ha seleccionado una planta de tratamiento modelo FBBR 30, de la empresa Victor Marine.

Specifications

Biological Load	2.10 kg BOD/day
Hydraulic Load	6.00 m ³ /day
Recommended Number of Persons	30
Dimensions	
Length (A)	2272mm
Width (B)	1832mm
Height (C)	1514mm
Weight	
Dry	1000kg
Wet	4000kg



9 SERVICIO DE TRATAMIENTO DE BASURAS

Según el Convenio Internacional se entiende por basura toda clase de restos de víveres salvo el pescado fresco y cualesquiera porciones del mismo, así como los residuos resultantes de las faenas domésticas y trabajo rutinario del buque en condiciones normales de servicio, los cuales suelen echarse continua o periódicamente.

Para su descarga estas basuras deben pasar por un tratamiento previo: una trituradora, una compactadora y una incineradora.

Las reglas establecidas en el MARPOL en el Anexo V, Regla 4, Descarga de basuras fuera de las zonas especiales, nos dice:

"Las basuras indicadas a continuación se tirarán cuando el buque se encuentre en ruta y tan lejos como sea posible de tierra más próxima, prohibiéndose en todo caso si la tierra más próxima se encuentra a menos de:

- I. 3 millas marinas de tierra más próxima en caso de residuos que hayan pasado por un desmenuzador o triturador. Deben pasar cribas de 25mm.*
- II. 12 millas marinas de tierra más próxima en el caso de residuos de alimentos que no se tratan de conformidad con el apartado I.*
- III. 12 millas marinas de tierra más próxima en el caso de los residuos de carga que no puedan recuperarse mediante los métodos disponibles normalmente para su descarga.*
- IV. En el caso de cadáveres de animales, la descarga se efectuará lo más lejos posible de tierra más próxima.*

Los agentes aditivos o de limpieza contenidos en bodegas de carga y aguas de lavado de la cubierta podrán descargarse en el mar si no son perjudiciales para el medio marino.

Cuando las basuras estén mezcladas con otras substancias se aplicarán las prescripciones más rigurosas."

Trituradora seleccionada

La trituradora seleccionada es de la empresa EVAC, el modelo UMS 2530.

Dimensions	
Height	1735 mm
Width	729 mm
Depth	670 mm
Service height	1 745 mm
Feed opening	411 x 663 mm
Net weight	365 kg
Voltage, Rating, Rated current	
3 x 220-690 V, 50/60 Hz, 3.0/3.6 kW	
Fuse	16 A (delayed)
Cable	4 x 2.5 mm ²
IP Class	54
Collecting bin	
Volume	90 litre
Material	Plastic
Electrical syst.	IEC 60092 compliant
DNV Maritime Verification report	



Compactadora seleccionada

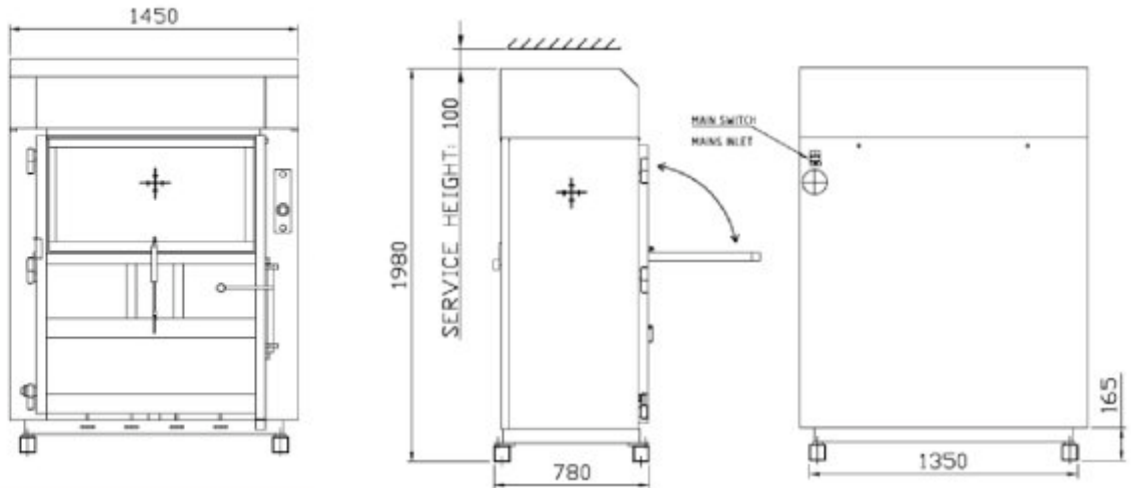
La compactadora seleccionada es de la empresa EVAC, el modelo UPB 80.

Technical data

Dimensions	Evac UPB 40	Evac UPB 80
Height	1854 mm	1980 mm
Width	957 mm	1450 mm
Depth	700 mm	780 mm
Service height	1954 mm	2080 mm
Net weight	420 kg	670 kg
Voltage, Rating, Rated current		
UPB 40:	3 x 380-460 V, 50/60 Hz, 1.5/1.8 kW	
UPB 80:	3 x 220-690 V, 50/60 Hz, 4.0/3.6 kW	
Fuse	220 V	10 A (delayed) 25 A (del)
	440 V	10 A (delayed) 16 A (del)
	690 V	- 10 A (del)
Cable	4 x 1.5 mm ²	4 x 2.5 mm ²
IP Class	54	54
Noise level	59 dBA*	64.1 dBA*
*)Dependent on type of fraction		
Press power	4 ton	17 ton
Feed opening	700 x 560 mm	1029 x 565 mm
Bale	UPB 40: 700 x 500 x 600 mm, ~70 kg	
	UPB 80: 1100 x 650 x 800 mm, ~150 kg	
Electrical syst.	IEC 60092 compliant DNV Maritime Verification report (UPB-80)	

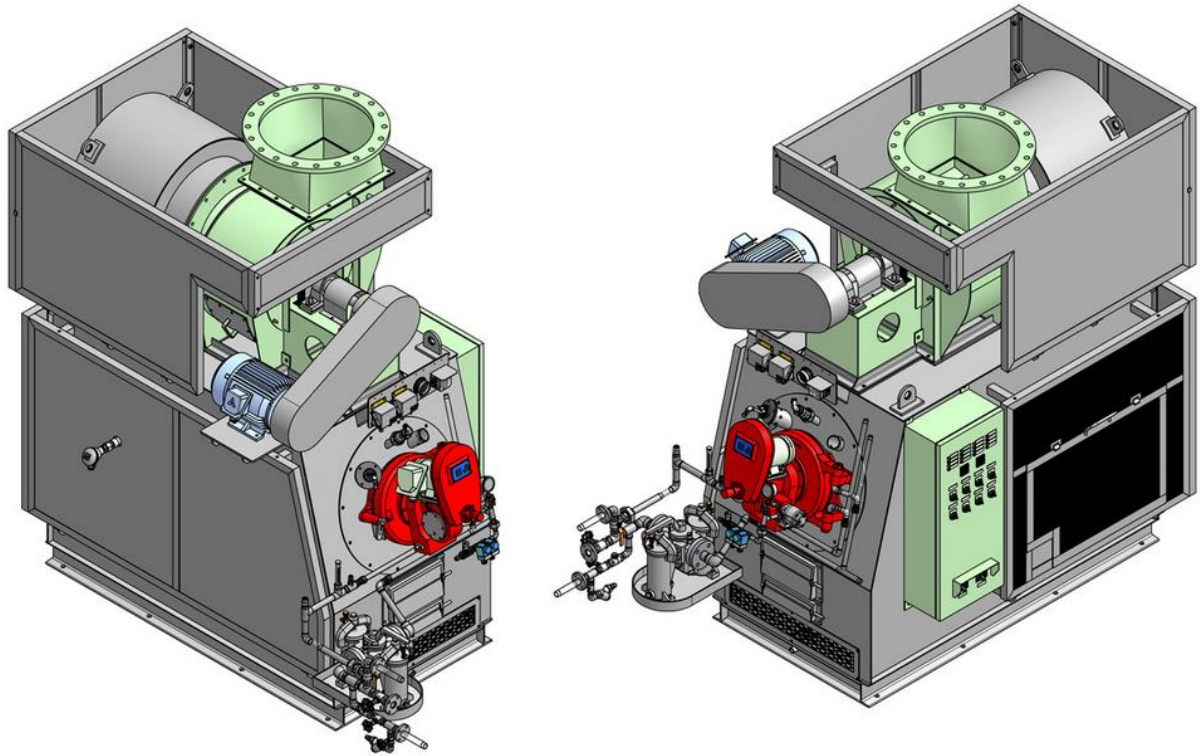


Evac UPB 80



Incinerador seleccionado

El incinerador seleccionado es de la casa SUNFLAME, el modelo OSV-600SAI.



Incinerator Lineup

OSV Type	Burner type	Solid waste drum charging door	Combustion capacity (kW)	Sludge Oil (kg/hr)	Solid Waste (kg/hr)	Exh. Gas Duct Dia. (JIS 5K)	Weight (kg)
OSV2-190S	Direct Drive Rotary Cup	—	190	19	5	250A	1400
OSV-240SAI	Rotary Cup	—	240	26	20	300A	2350
OSV-360SAI	Rotary Cup	—	360	38	30	400A	2400
OSV-360SDAI	Rotary Cup	o	360	38	30	400A	2700
OSV-600SAI	Rotary Cup	—	600	64	50	500A	3100
OSV-600SDAI	Rotary Cup	o	600	64	50	500A	3400
OSV-900SAI	Rotary Cup	—	900	97	75	600A	4700
OSV-900SDAI	Rotary Cup	o	900	97	75	600A	5000
OSV-1200SAI	Rotary Cup (6000rpm)	—	1200	129	100	700A	6100
OSV-1200SDAI	Rotary Cup (6000rpm)	o	1200	129	100	700A	6400
OSV-1500SAI	Rotary Cup (6000rpm)	—	1500	161	125	800A	6600
OSV-1500SDAI	Rotary Cup (6000rpm)	o	1500	161	125	800A	6900

10 EQUIPOS DE AMARRE Y FONDEO

El sistema de fondeo de un buque es el encargado de inmovilizarlo y substraerlo a la acción de las corrientes y el viento mediante el uso de aparatos que unidos al buque, son capaces de fijarse en el fondo del agua.

El amarre y fondeo se controla con el numeral de equipo, que en nuestro caso vendrá definido por el ABS.

10.1 Número de equipo

El peso y dimensiones del equipo vienen regulados por el numeral de equipo, el cual se define según lo especificado en la *Parte 3, Capítulo 5, Sección 1 Anchoring, Mooring and Towing Equipment*.

El numeral de equipo se obtiene entrando en una tabla presente en el reglamento con el NE calculado mediante la fórmula:

$$NE = k\Delta^{2/3} + mBh + nA$$

donde:

k= 1,0

Δ : desplazamiento de trazado, en toneladas, en la flotación de verano.

m: 2,0

B: es la manga máxima de trazado (m).

h: a+h₁+h₂+h₃...

a: francobordo en la maestra, en metros, desde la flotación de verano hasta la cubierta superior.

h₁,h₂,h₃...: suma de la altura de todas aquellas casetas cuya manga sea superior a B/4.

n:0,1

A: área del perfil del casco, las superestructuras y las casetas, por encima de la línea de flotación de carga de verano, que estén dentro de la eslora reglamentaria del buque y con una manga superior a B/4.

$$\Delta = 52.083 \text{ t}$$

$$B= 29,66 \text{ m}$$

$$h= 4,02 + (3,70 + 3,10 + 3,10 + 3,10 + 3,10 + 3,30)= 23,42 \text{ m}$$

$$A= 896,92 \text{ m}^2$$

$$NE = 1,0 \times 52083^{2/3} + 2,0 \times 29,66 \times 23,42 + 0,1 \times 896,92 = 2873,61$$

Entrando con el valor obtenido en la tabla obtenemos que:

SI, MKS Units

Equipment Numeral	Equipment Number*	Stockless Bower Anchors		Chain Cable Stud Link Bower Chain			
		Number	Mass per Anchor, kg	Length, m	Diameter		
					Normal- Strength Steel (Grade 1), mm	High- Strength Steel (Grade 2), mm	Extra High- Strength Steel (Grade 3), mm
U36	2380	3	7350	605	87	76	66
U37	2530	3	7800	632.5	90	78	68
U38	2700	3	8300	632.5	92	81	70
U39	2870	3	8700	632.5	95	84	73
U40	3040	3	9300	660	97	84	76

NE= 2870 -> Equipment Numeral: U39

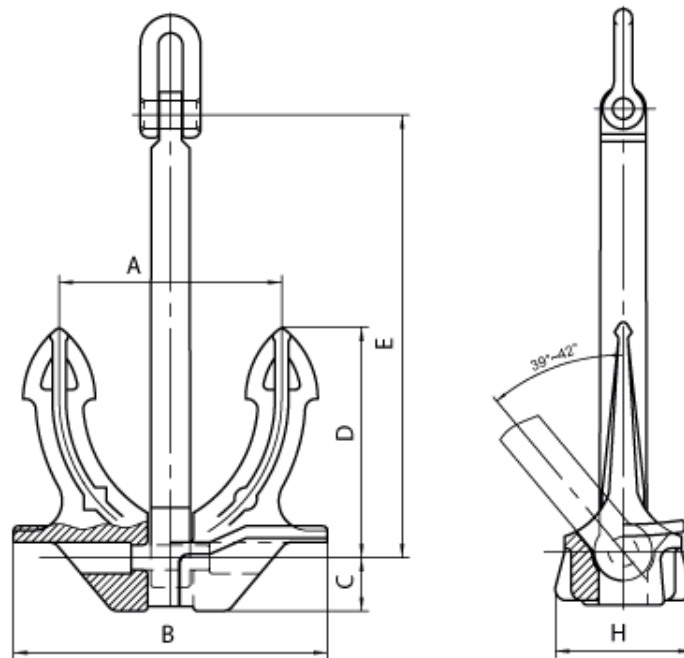
10.1.1 Anclas

- Nº de anclas: 3
- Peso por ancla: 8700 kg
- Longitud de la cadena : 632,5 m
- Diámetro de la cadena: 73 mm (acero grado 3)

El motivo de seleccionar acero de grado 3, se debe a que así la cadena pesa menos, su eslabón es de menor diámetro y podremos escoger un molinete menor.

Por lo tanto se dispondrá de 2 anclas de servicio (+1 de respeto) tipo Hall de la empresa Trillo Anclas y Cadenas S.L.U, de acero fundido con un peso unitario de 8700 kg aproximadamente cada una. Se unirá a las cadenas mediante grilletes giratorios y eslabones de conexión.

Las cadenas tendrán una longitud de 632,5 m y estarán fabricadas de acero de alta calidad grado 3, con un diámetro nominal del eslabón de 73 mm.



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

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

10.1.2 Cables de remolque y amarras

Las dimensiones de las amarras y cables de remolque se indican en la tabla del ABS.

SI & MKS Units

Equipment Numeral	Equipment Number*	Towline Wire or Rope			Hawsers			
		Length, m	Breaking Strength,		Number	Length of Each, m	Breaking Strength,	
			kN	kgf			kN	kgf
U36	2380	240	1453.0	148200	5	200	480.0	49000
U37	2530	260	1471.0	150000	6	200	480.0	49000
U38	2700	260	1471.0	150000	6	200	490.0	50000
U39	2870	260	1471.0	150000	6	200	500.0	51000
U40	3040	280	1471.0	150000	6	200	520.0	53000

NE= 2870 -> Equipment Numeral: U39

- Longitud de cable de remolque: 260 m
- Fuerza de rotura del cable de remolque : 1471 kN
- Número de amarras : 6
- Longitud de cada amarra: 200 m
- Fuerza de rotura de las amarras: 500 kN

10.2 Caja de cadenas

En el pique de proa, el buque dispondrá de dos cajas para alojamiento de la cadena del ancla. La caja de cadenas se colocará debajo del molinete en las proximidades de su vertical para que la cadena resbale hacia ella cuando se izan las anclas o salgan con facilidad a engranar en el barbotén del molinete cuando se fondean. Además, se situará a proa del mamparo de colisión con el fin de que no reste espacio de carga al buque.

El volumen de las cajas de cadenas viene dado por la siguiente expresión:

$$V = 0,082 \times d^2 \times l \times 10^{-4}$$

$$V = 0,082 \times 73^2 \times 632,5 \times 10^{-4} = 27,64 \text{ m}^3$$

Este volumen lo dividiremos entre dos cajas, es decir, el volumen de cada caja será de $13,82 \text{ m}^3$

En nuestro caso, la caja de cadenas será un paralelepípedo, con base rectangular, debido a la mayor facilidad de construcción.

Al tratarse de una caja de sección rectangular cada uno de los lados ha de ser del orden de $30 \times d$, por lo que $\rightarrow D = 30 \times d = 2190 \text{ mm}$

Para que la cadena estibe bien y permitir el paso de una persona a la caja de cadenas cuando toda la cadena esté dentro de la caja, debe dejarse una altura libre sobre la cadena estibada de 1,2 m como mínimo. Además, se dejará en la parte inferior de la misma un espacio para drenado con una altura de 0,4 m.

Según lo indicado anteriormente, obtenemos:

$$h_{\text{caja cadenas}} = h_1 \times h_2 \times \frac{V_c}{D^2} \approx 1,2 + 0,4 + \frac{13,82}{2,19^2} \approx 4,48 \text{ m}$$

10.3 Escobén

Para determinar el diámetro mínimo interior del escobén se emplea la siguiente fórmula:

$$D = [(100 - d) \times 0,03867 + 7,5] \times d =$$
$$D = [(100 - 73) \times 0,03867 + 7,5] \times 73 = 623,72 \text{ mm}$$

10.4 Molinete

El motor del molinete debe ser capaz de ejercer durante 30 minutos, al menos, la potencia correspondiente al valor:

$$P \text{ (HP)} = \frac{[0,87 \times (P_A + 0,02 \times d_c^2 \times L) \times V_s]}{4500 \times \eta_m \times \eta_c}$$

donde:

P_A : peso del ancla.

d_c : diámetro de la cadena.

L : longitud de la cadena.

V_s : velocidad de izada, entre los 9 – 11 m/min.

η_m : rendimiento del molinete, tomaremos 0,8.

η_c : rendimiento del escobén, entre 0,5 - 0,7.

$$P \text{ (HP)} = \frac{[0,87 \times (8700 + 0,02 \times 73^2 \times 316,25) \times 10]}{4500 \times 0,8 \times 0,6} = 171 \text{ HP} = 127,52 \text{ kW}$$

Para zarpar el ancla del fondo, el motor debe vencer el poder de agarre de esta. Por esta razón se calculará la potencia suponiendo que el motor deberá ejercer durante 2 minutos la potencia instantánea soportando un peso dos veces superior al del ancla:

$$P_{\text{instantánea}} = \frac{[(2,1 \times P_A + 0,02 \times d_c^2 \times L) \times V]}{4500 \times \eta_m \times \eta_c}$$

$$P_{instantánea} = \frac{[(2,1 \times 8700 + 0,02 \times 73^2 \times 316,25) \times 10]}{4500 \times 0,8 \times 0,6} = 241 \text{ HP} = 179,7 \text{ kW}$$

La potencia instantánea que debe superar cada molinete será de 180 kW.

10.5 Chigres

Para dimensionar los chigres, utilizaremos el artículo técnico “Normas prácticas para el diseño de chigres de carga y maniobra” de Luís Carral Couce y Juan Carlos Carral Couce.

El diámetro interior se calcula como:

$$d_i = 10 \times d_{estacha}$$

Necesitamos saber el diámetro de la estacha, para lo que buscaremos en el catálogo de algún fabricante una estacha que cumpla con los requisitos de carga mínima obtenidos del número de equipo -> 51.000kgf.



ITSASPLUS

Cabo trenzado de 8 cordones (4x2). Su cubierta de Itsasplus le confiere una gran resistencia a la abrasión. Asimismo, su gran flexibilidad, manejabilidad y flotabilidad, lo convierten en un cabo ideal para fondeos.

Diámetro (mm)	Diámetro (pulgadas)	Peso (100m)	Peso (220m)	Carga Rotura
40	5	79,0	174	28.400
44	5-1/2	97,7	215	33.900
48	6	114,5	252	39.800
52	6-1/2	134,0	295	46.000
56	7	156,0	343	52.800
60	7-1/2	179,0	394	60.500
64	8	203,6	448	68.200
68	8-1/2	230,0	506	77.600
72	9	258,0	567	85.800
80	10	319,0	702	105.600

En la red localizo de la empresa Itsaskorda, el modelo Itsasplus, en el que encontramos un diámetro de estacha de 56 mm que se ajusta a la carga de rotura obtenida por el ABS.

$$d_i = 10 \times 56 = 560 \text{ mm}$$

Para calcular la altura se emplea la fórmula: $H = d_i \times 0,7 + 100 = 492 \text{ mm}$

El motor que lo tiene que accionar deberá contar con la potencia:

$$P \text{ (HP)} = \frac{0,23 \times T \times V_S}{\eta_t}$$

donde

T: tracción en toneladas -> $T = 0,33 \times MBL = 0,33 \times 52.800 = 17.424 \text{ kgf} = 17,42 \text{ t}$

Vs: velocidad de izada -> tomaré un valor de 20 m/min

η_t : rendimiento de transmisión -> tomaré un valor de 0,55

$$P_C(\text{C. V.}) = \frac{0,23 \times 17,42 \times 20}{0,55} = 145,69 \text{ HP} = 109 \text{ kW}$$

Carretel

Para dimensionar el tamaño del carretel calcularemos primero su diámetro interior:

$$d_i = 17 \times d_{estacha}$$

$$d_e = 1,7 \times d_i$$

$$d_i = 17 \times 56 = 952 \text{ mm} = 0,952 \text{ m}$$

$$d_e = 1,7 \times d_i = 1,7 \times 952 = 1618 \text{ mm} = 1,62 \text{ m}$$

Lo siguiente será la anchura del carretel, utilizando la expresión:

$$l(m/m) = 1500 \times L \times \frac{d_c^2}{(D_e^2 - d_i^2)}$$

$$l(m/m) = 1500 \times 200 \times \frac{56^2}{(1618^2 - 952^2)} = 549,65 \text{ mm}$$

11 EQUIPOS DE SALVAMENTO

Para la selección de los dispositivos y medios de salvamento, emplearemos la reglamentación del SOLAS, *Capítulo III: Dispositivos y Medios de Salvamento*.

11.1 Embarcaciones de supervivencia y botes de rescate

11.1.1 Embarcaciones de supervivencia

El buque dispondrá de dos botes salvavidas totalmente cerrados que cumplan con lo prescrito en la sección 4.6 del Código, con una capacidad de 33 personas a cada banda.

Se ha seleccionado el de la empresa JingjiangTrust Marine Equipmente, modelo JY-FN-7.50.



También dispondrá de dos balsas salvavidas inflables, con capacidad para 33 personas y que cumplan con lo prescrito en las secciones 4.2 y 4.3 del Código. Estas irán adecuadamente estibadas, una a cada banda del buque.

Se seleccionan las de la empresa Lalizas:



11.1.2 Botes de rescate

En cuanto a los botes de rescate, tal y como especifica el SOLAS, es obligatorio que los buques de carga lleven al menos un bote de rescate cumpliendo con lo indicado en el punto 5.1, sin embargo se considerará como tal uno de los botes salvavidas, que cumplirá todas las condiciones exigidas por los botes de rescate.

11.2 Dispositivos individuales de salvamento

11.2.1 Aros salvavidas

Según lo indicado en el SOLAS, los buques de carga llevarán al menos un mínimo de aros salvavidas, en función de la eslora:

Eslora del buque en metros	Número mínimo de aros salvavidas
Menos de 100	8
De 100 a menos de 150	10
De 150 a menos de 200	12
200 o más	14

En este caso nuestro buque deberá estar provisto de al menos 12 aros salvavidas, los cuales estarán distribuidos de forma que estén disponibles a ambas bandas del buque, y habrá uno en las proximidades de la popa.

Estará estibados de modo que sea sencillo soltarlos rápidamente y no estarán sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente.

A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante, de una longitud igual por lo menos al doble de la altura a la cual vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo, o a 30 m, si este es superior.

Seis aros salvavidas estarán provistos de luces de encendido automático y al menos dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automáticos y se podrán soltar rápidamente desde el puente de navegación. Los aros salvavidas provistos de luces y los provistos de luces y de señales fumígenas irán distribuidos por igual a ambas bandas del buque.

En cada aro salvavidas se marcará con letras mayúsculas del alfabeto romano el nombre del buque y su puerto de matrícula.

Se instalarán aros salvavidas de la empresa Plastimo. Esta misma empresa nos suministrará además la rabiza flotante de 30 metros y las luces.



11.2.2 Chalecos salvavidas

El buque deberá disponer de un chaleco salvavidas por cada persona a bordo. Al igual que para el resto de puntos, llevaremos un margen de chalecos, por lo que dispondremos de un total de 33 chalecos. Estos se colocarán en un lugar accesible y convenientemente señalado.

Se seleccionarán los chalecos de la marca Plastimo al igual que los aros salvavidas.



11.2.3 Trajes de inmersión y ayudas térmicas

Se dispondrá de 33 trajes de inmersión, uno por persona, entendiendo por traje de inmersión, un traje protector que reduce la pérdida de calor corporal de un náufrago que lo lleve puesto en aguas frías.

En este caso se ha escogido el traje de inmersión de la empresa Lalizas, el modelo "Lalizas inmersión Neptune".



11.3 Dispositivos radioeléctricos de salvamento

El reglamento SOLAS nos exige tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas.

También se exigen dos respondedores de radar, uno a cada banda del buque. Estos aparatos deberán ir colocados en lugares desde los que se puedan colocar rápidamente en cualquiera de las embarcaciones de supervivencia.

RADIO MARINA / PORTÁTIL / VHF / SUMERGIBLE
SP-36M



Bengalas sobre señales de socorro

De acuerdo con lo prescrito en la sección 3.1 del Código, se llevarán 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas. Estos irán estibados en el puente de navegación o cerca de éste.

COHETE CON PARACAIDAS / PARA BARCO / SOLAS
S0112A / V0112B02S



Sistema de comunicaciones de a bordo y sistema de alarma

Se proveerá un sistema de emergencia constituido por un equipo fijo y uno portátil para comunicaciones bidireccionales entre puestos de control de emergencia, puestos de reunión y de embarco y puntos estratégicos a bordo.

Se proveerá de un sistema de alarma general de emergencia que cumpla con lo prescrito en el párrafo 7.2.1 del Código que se utilizará para convocar a los tripulantes a los puestos de reunión e iniciar las operaciones indicadas en el cuadro de obligaciones. Este sistema estará complementado por un sistema megafónico.

12 EQUIPOS DE FONDA Y HOTEL

12.1 Equipo de cocina

La cocina está ubicada en la cubierta toldilla y está provista de los siguientes elementos:

- Dos fregaderos de acero inoxidable, con dos senos con servicio de agua dulce y caliente.
- Una cocina eléctrica de tipo marino con capacidad para 30 plazas, provista de 4 placas y 2 hornos.
- Una freidora.
- Dos cafeteras eléctricas.
- Dos frigoríficos.
- Dos microondas.
- Dos lavavajillas industriales.

Todos los aparatos eléctricos situados en este local utilizarán una tensión de 220 V a 50 Hz.

12.2 Equipo de gambuzas

La gambuza está situada en la cubierta principal y se encuentra dividida en: gambuza seca y gambuza refrigerada. Desde la cocina se puede acceder a la gambuza mediante escaleras.

La gambuza seca está dotada de estanterías y armarios para almacenar los víveres.

La gambuza refrigerada es un recinto con cámaras aisladas térmicamente, para carne, pescado y vegetales. La cámara de pescado y la cámara de carne, se encuentran a una temperatura de -25 °C, mientras que la cámara de vegetales se encuentra a una temperatura de 2°C.

12.3 Equipo de lavandería

Se han incluido 3 lavanderías, una en la cubierta toldilla con acceso directo a la sala de planchado y secado, otra en la segunda cubierta para la tripulación y por último, en la tercera cubierta para los oficiales.

Cada una contará con:

- Lavadora de tipo industrial con capacidad de carga de 12 kg.
- Secadora de acero inoxidable de capacidad 12 kg.
- Tabla de planchar plegable.
- Plancha.
- Armario y estanterías para los utensilios de lavado.

13 EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA

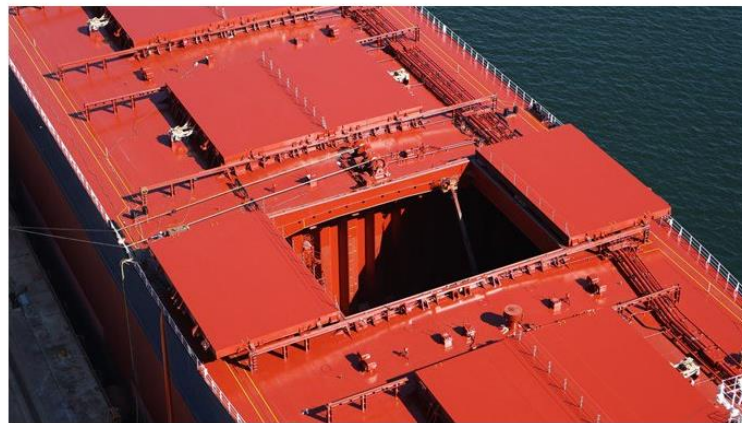
El buque dispone de 7 bodegas, por lo que cada bodega contará con una escotilla para carga y descarga del tipo "Side Rolling", de accionamiento hidráulico, tal y como indican los RPA del proyecto.

Dentro de la oferta comercial existente, se ha optado por un producto de la empresa MacGREGOR.

En general, las escotillas del tipo "Side-rolling" se caracteriza por disponer de dos hojas de escotilla; las dos se desplazan sobre unos raíles en sentido transversal.

Estas escotillas están accionadas por un motor hidráulico en cada costado de las aberturas. El motor mueve un piñón, que conduce un "rack" unido a la parte inferior del panel.

Los cierres de las escotillas se harán estancos al agua por medio de unas juntas de goma que se colocarán a lo largo de todo el contorno de las escotillas y en las juntas entre paneles, cumpliendo así con los indicado en el "Convenio Internacional sobre Líneas de Carga del año 1966" para buque de clase "B".



14 REFERENCIAS

UNE EN 671-2 (2009). *Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2. Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.*

UNE EN ISO 15748-1 y 2. (2003). *Embarcaciones y tecnología marina. Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas.*

UNE EN ISO 8861. (1999). *Construcción naval. Ventilación de la sala de máquinas de barcos de motor diésel. Requisitos de diseño y bases de cálculo.*

UNE EN ISO 7547 (2002). *Embarcaciones y tecnología marina. Aire acondicionado y ventilación de los alojamientos. Condiciones de diseño y bases de cálculo.*

American Bureau of Shipping (2017). <https://ww2.eagle.org/en.html>

AUTRONICA (2018). FlexiFOG. Water mist system. http://www.autronicafire.com/Markets/Documents/Autronica_Maritime_Product_Catalogue_2018.pdf

DESMI (2018). <https://www.desmi.com/desmi-products/emergency-fire-pumps.aspx>

Extintores de polvo seco. <https://www.extintores-online.es/por-eficacia/6-extintor-de-polvo-abc-9kg-alta-eficacia.html>

PECOFacet (2018). Fresh wáter generators. <http://www.pecofacet.com/Portals/10/Documents/markets/marine/filter-housings/model-j60-j150-fresh-water-generators-marine.pdf>

AZCUE PUMPS (2018). <http://www.azcuepumps.com/>

HydeMarine. Ballast Water Management Technology. <http://www.hydemarine.com/>

NauticExpo. El salón online del sector náutico y marítimo. <http://www.nauticexpo.es>

VICTOR MARINE (2018). Sewage treatment plant. <https://www.victormarine.com/products/sewage-treatment-plants/>

SUNFLAME (2018). *Incinerator.* <http://www.sunflame.net/english/products/incinerator/>

Internet, D. (2018). TRILLO. *Anclas & Cadenas para barcos | Boyas tipo Carlucha. Estachas – Accesorios - Equipos de fondeo* <http://www.rtrillo.com/es/anclas/hall.html>

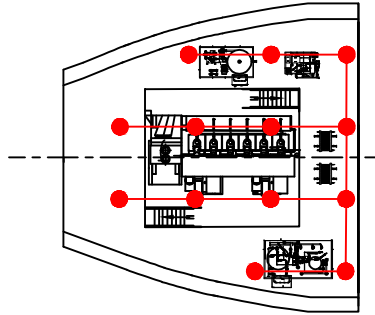
Carral Couce, J. & Carral Couce, L. (1999). *Normas prácticas para el diseño de chigres de carga y maniobra.* https://www.researchgate.net/publication/282673122_Normas_practicas_para_el_diseno_de_cabrestantes

Itsaskorda. Productos (2018). <https://www.itsaskorda.es/wp-content/uploads/pdf/acuicultura-fondeos-estachas.pdf>

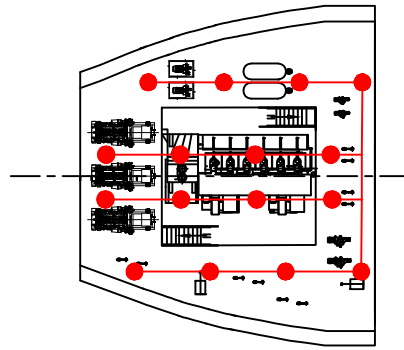
MACGREGOR. Rolling Types for combination and Dry Bulk Carrier. Weatherdeck Hatch Covers. <https://www.macgregor.com/globalassets/picturepark/imported-assets/31032.pdf>

ANEXO I. PLANOS SERVICIO CONTRA INCENDIOS

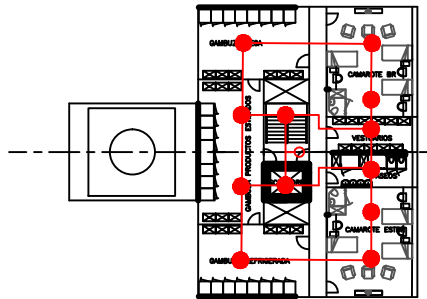
CUBIERTA -2



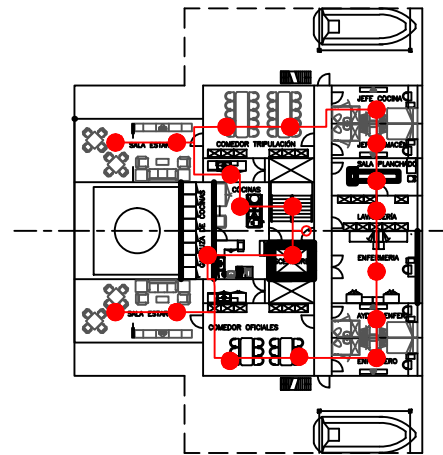
CUBIERTA -1



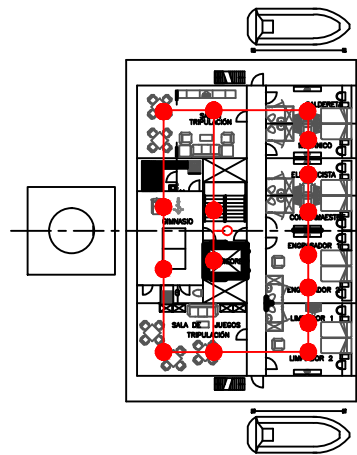
CUBIERTA PRINCIPAL



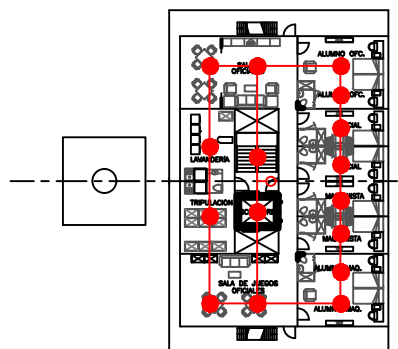
CUBIERTA TOLDILLA



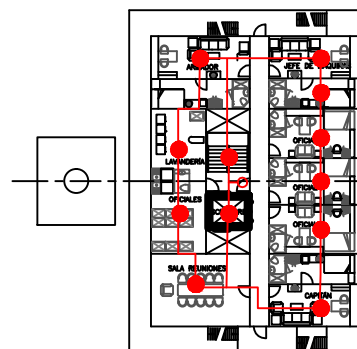
CUBIERTA 1ª



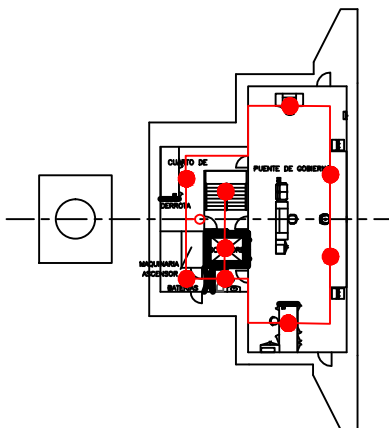
CUBIERTA 2ª



CUBIERTA 3ª



PUENTE



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ESLORA ENTRE PERPENDICULARES 180,14m
 MANGA DE TRAZADO 29,66m
 PUNTAL DE TRAZADO 16,13m
 CALADO DE DISEÑO 12,07m
 PESO MUERTO 44500 Toneladas



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO NÚMERO: 18-03

TÍTULO DEL PROYECTO:
 BULKARRIER DE 44500TPM

TÍTULO DEL PLANO:
 AGUA NEBULIZADA

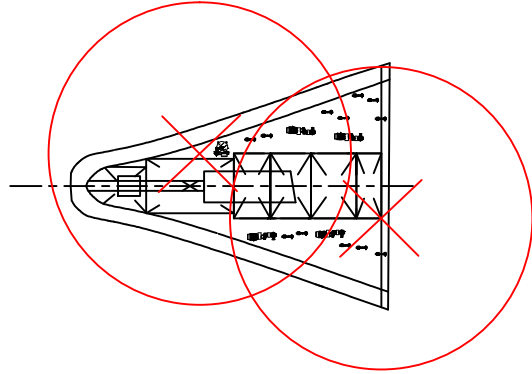
AUTOR:
 LUCÍA CACHAZA VÁZQUEZ

FECHA: SEPTIEMBRE-2018

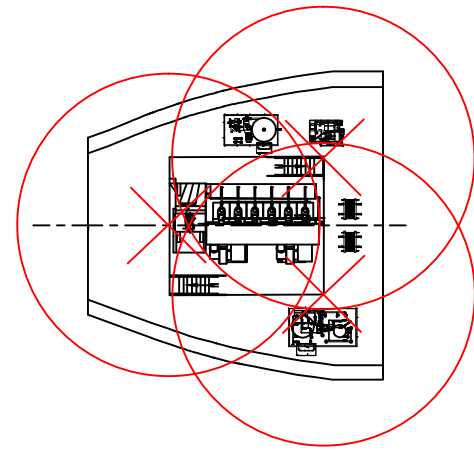
ESCALA: 1:500

PLANO N°01

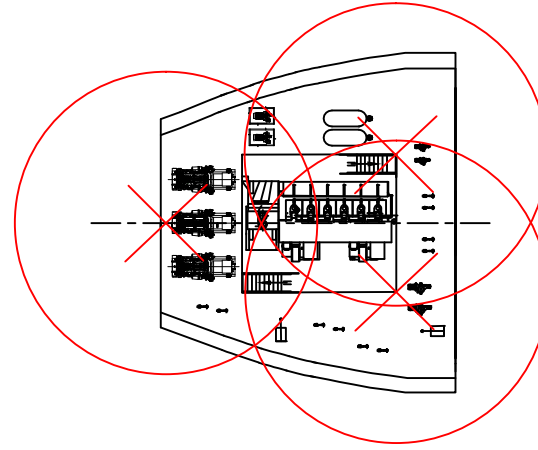
CUBIERTA DF



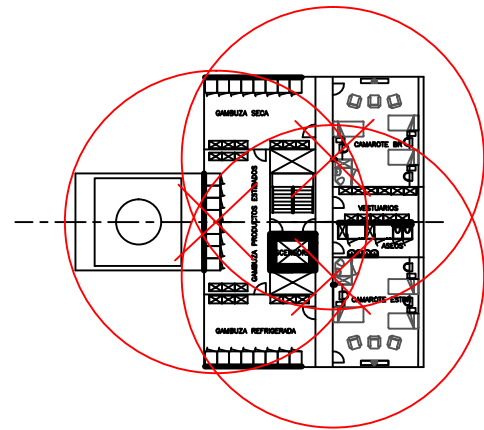
CUBIERTA -2



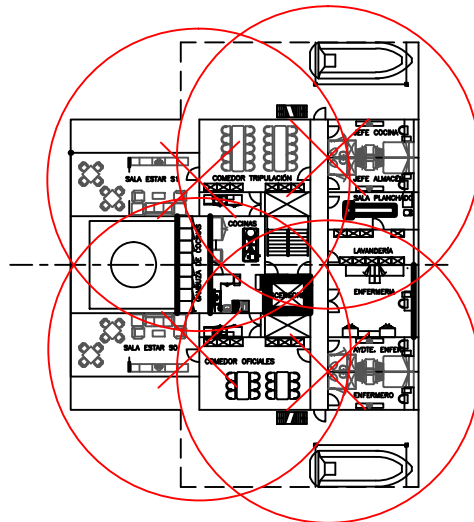
CUBIERTA -1



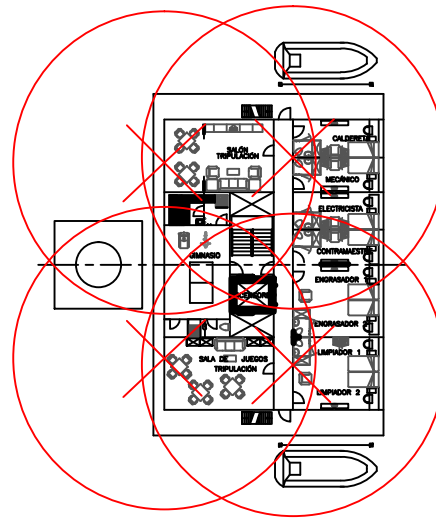
CUBIERTA PRINCIPAL



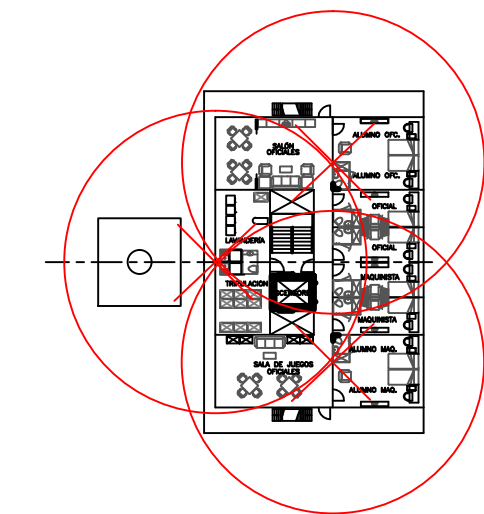
CUBIERTA TOLDILLA



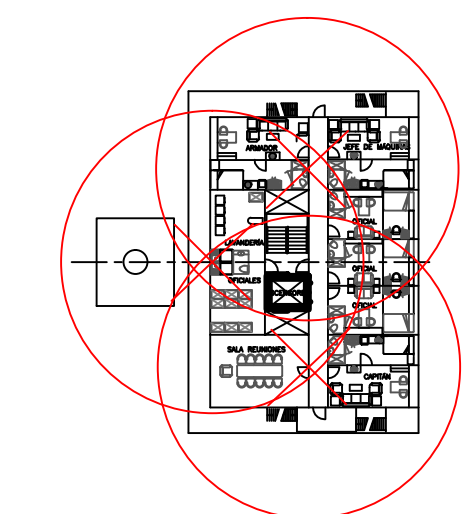
CUBIERTA 1ª



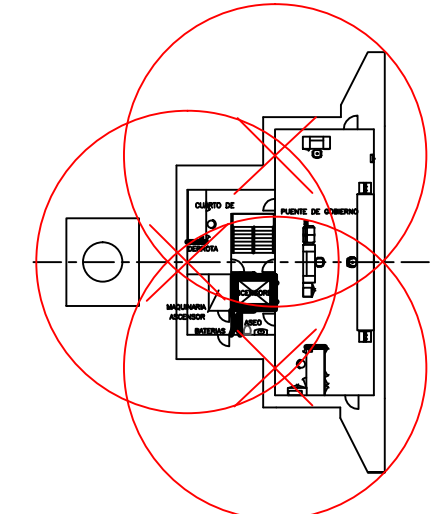
CUBIERTA 2ª



CUBIERTA 3ª



PUENTE



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	180,14m
MANGA DE TRAZADO	29,66m
PUNTAL DE TRAZADO	16,13m
CALADO DE DISEÑO	12,07m
PESO MUERTO	44500 Toneladas



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO NÚMERO: 18-03

TÍTULO DEL PROYECTO:

BULKARRIER DE 44500TPM

TÍTULO DEL PLANO:

DISPOSICIÓN DE BOCAS DE INCENDIOS

AUTOR:

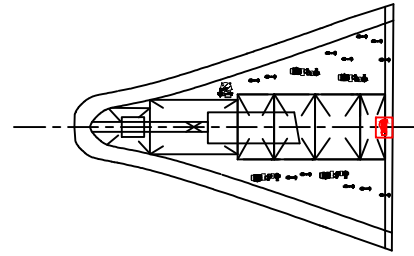
LUCÍA CACHAZA VÁZQUEZ

FECHA: SEPTIEMBRE-2018

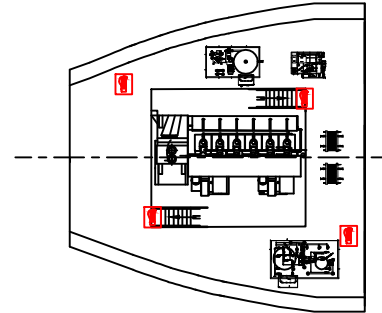
ESCALA: 1:500

PLANO Nº02

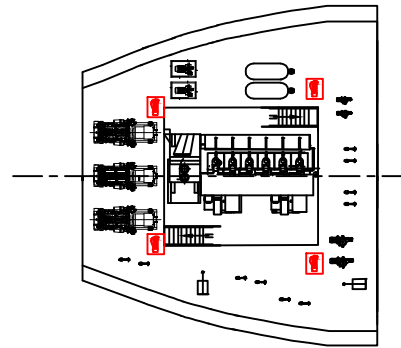
CUBIERTA DF



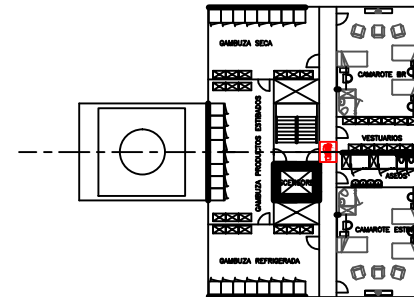
CUBIERTA -2



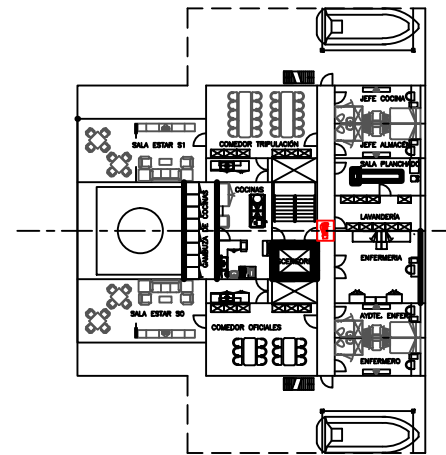
CUBIERTA -1



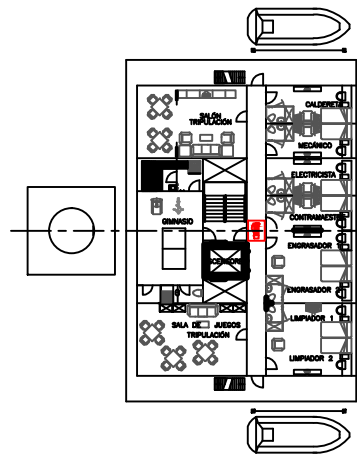
CUBIERTA PRINCIPAL



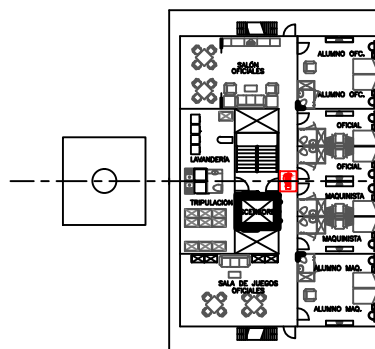
CUBIERTA TOLDILLA



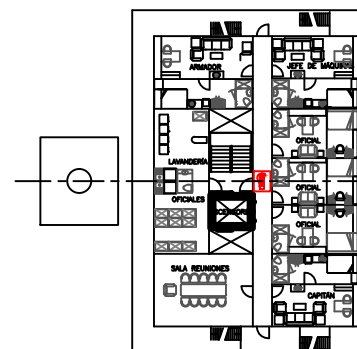
CUBIERTA 1ª



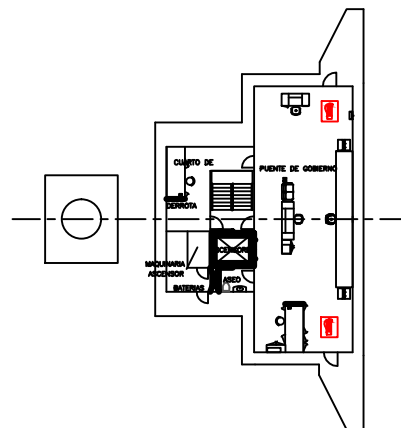
CUBIERTA 2ª



CUBIERTA 3ª



PUENTE



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	180,14m
MANGA DE TRAZADO	29,66m
PUNTAL DE TRAZADO	16,13m
CALADO DE DISEÑO	12,07m
PESO MUERTO	44500 Toneladas



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

PROYECTO NÚMERO: 18-03

TÍTULO DEL PROYECTO:
BULKARRIER DE 44500TPM

TÍTULO DEL PLANO:
DISPOSICIÓN DE EXTINTORES

AUTOR:
LUCÍA CACHAZA VÁZQUEZ

FECHA: SEPTIEMBRE-2018

ESCALA: 1:500

PLANO N°03