



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado/Máster**  
**CURSO 2019/20**

---

*REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 90 TPF*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA/O**

Miguel Burgos Torres

**TUTORAS/ES**

Luis Manuel Carral Couce

**FECHA**

DICIEMBRE 2020



**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2019-2020*

**PROYECTO NÚMERO**

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

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

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 90 TPF

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

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

**PROPULSIÓN:** DIÉSEL ELÉCTRICA MDO CON DOS HÉLICES AZIPODS

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 6 TRIPULANTES

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

Ferrol, 10 Setiembre 2019

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



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

---

*REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 90 TPF*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 10**

**DEFINICIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA Y SUS  
AUXILIARES**

## Índice.

1.	INTRODUCCIÓN. ....	6
2.	JUSTIFICACIÓN DEL MOTOR PROPULSOR.....	8
2.1	Número y características de los propulsores.....	8
2.2	Número y descripción de las máquinas accionadoras de la propulsión.....	11
2.3	Disposición esquemática de la planta propulsora. ....	12
3.	JUSTIFICACIÓN DE LA POTENCIA.....	13
3.1	Resumen de la potencia obtenida. ....	13
3.2	Potencia en las bornas del alternador. ....	15
3.3	Justificación de los requerimientos ....	16
4.	ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	17
4.1	Determinación de la condición de autonomía.....	17
4.2	Determinación del consumo horario. ....	17
4.3	Tanques de combustible. ....	18
4.4	Estimación final de combustible.....	19
5.	SISTEMAS AUXILIARES.....	20
5.1	Referencia de la guía de proyecto. ....	20
5.2	Sistema de refrigeración. ....	20
5.2.1	Sistema interno de refrigeración. ....	20
5.2.1.1	Bombas de circulación. ....	22
5.2.2	Sistema externo de refrigeración.....	23
5.2.2.1	Bombas de circulación de reserva. ....	25
5.2.2.2	Válvulas de control de temperatura. ....	25
5.2.2.3	Enfriadores de MDF. ....	26
5.2.2.4	Refrigerador de agua dulce. ....	26
5.2.2.5	Tanque de expansión.....	26
5.2.2.6	Depósito de drenaje. ....	27
5.2.2.7	Ventilación. ....	27
5.2.2.8	Pre calentador.....	28
5.2.2.9	Bombas del pre calentador.....	29
5.3	Sistema de combustible. ....	30
5.3.1	Sistema interno de combustible. ....	32
5.3.2	Sistema externo de combustible. ....	34

5.3.3	Tratamiento de combustible. ....	34
5.3.4	Sistema de alimentación de combustible.....	37
5.4	Sistema de aceite lubricante. ....	40
5.4.1	Sistema interno de lubricación. ....	41
5.4.2	Sistema externo de lubricación. ....	41
5.4.3	Unidad separadora.....	42
5.4.4	Bomba de alimentación del separador. ....	44
5.4.5	Bomba de reserva lubricación de aceite. ....	44
5.4.6	Filtros de succión. ....	45
5.5	Sistema de gases de exhaustación.....	45
5.5.1	Sistema interno de gases de exhaustación.....	46
5.5.2	Sistema externo de gases de exhaustación. ....	47
5.5.3	Tubería de gases de exhaustación. ....	47
5.5.4	Soporte.....	48
5.5.5	Contrapresión.....	49
5.5.6	Fuelles de gases de escape. ....	49
5.5.7	Unidad SCR. ....	49
5.5.8	Silenciadores de gases de escape.....	49
5.6	Sistema de aire de arranque. ....	51
5.6.1	Sistema interno del sistema de aire de arranque. ....	52
5.6.2	Sistema externo del sistema de aire de arranque.....	52
5.6.3	Compresor de aire arranque.....	53
5.6.4	Separadores de agua y aceite. ....	53
5.6.5	Botellas de aire de arranque. ....	54
5.6.6	Filtro de aire a la entrada de aire de arranque. ....	55
5.6.6.1	Cálculo del compresor ....	55
6.	DISPOSICIÓN DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.....	57
6.1	Cálculo de ventilación de cámara de máquinas.....	57
6.2	Lista de equipos en cámara de máquinas. ....	60
6.3	Disposición de la cámara de máquinas. ....	62
	<i>ANEXO I: Guía del motor (12V26)</i> .....	64
	<i>ANEXO II: Catálogos</i> ....	68
	<i>ANEXO III: Plano de la cámara de máquinas</i> ....	80

## 1. INTRODUCCIÓN.

A lo largo de este cuaderno se definirá la planta propulsora del buque a proyectar, describiendo los equipos que la conforman. Además, se definirán los equipos auxiliares necesarios, seleccionando las bombas y equipos accionados eléctricamente necesarios para el buque proyecto.

Posteriormente, se diseñará la distribución de la planta propulsora, colocando los equipos sobre el plano del buque proyecto. Para realizar el dimensionamiento y distribución de los equipos en la cámara de máquinas, se tomarán como referencia los buques de la base de datos con propulsión diésel eléctrica.

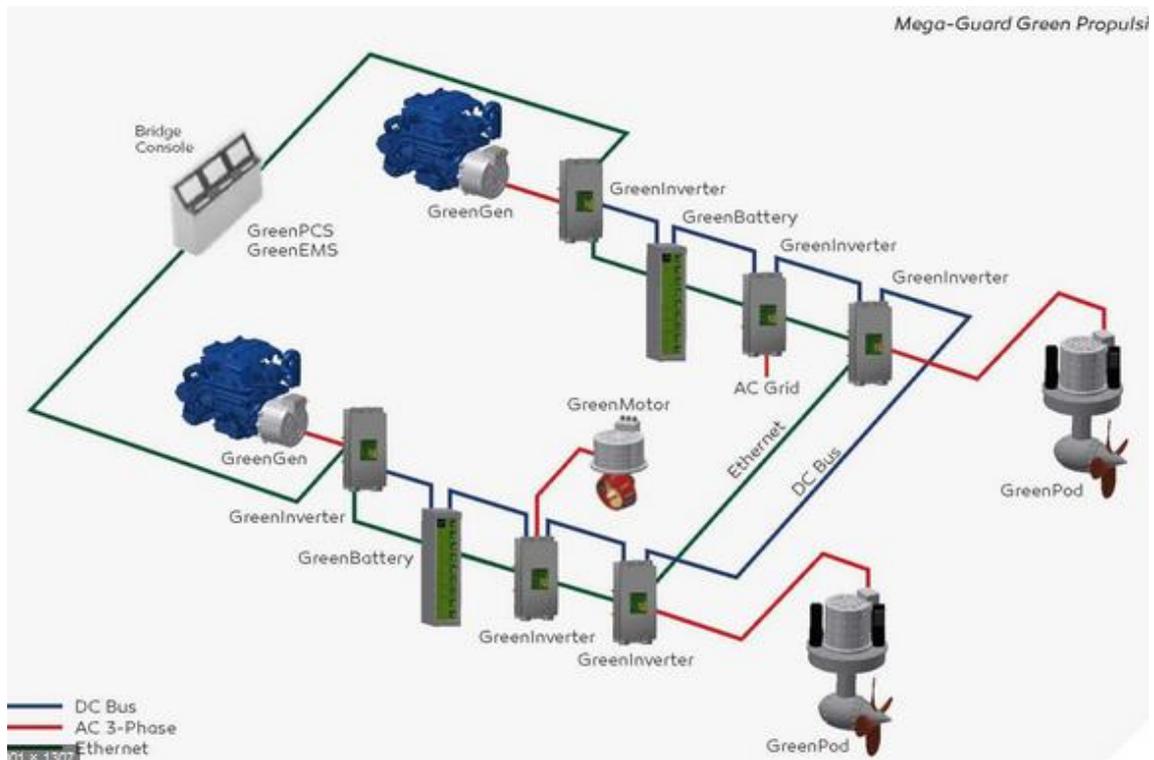
El tipo de propulsión especificado en la RPA es diésel eléctrica. El hecho de que la propulsión del buque sea eléctrica significa que los motores principales son generadores, encargados de suministrar la energía eléctrica suficiente a todos los consumidores y a la planta de propulsión principal. Estos motores quemarán diésel MDO y darán energía suficiente a los motores eléctricos, encargados del movimiento de los AziPods, proporcionando de este modo navegabilidad al buque.

Los motores eléctricos deberán estar preparados para dar al buque la velocidad especificada en la RPA, al % de carga especificado (85%MCR).

El tipo de propulsión del buque es la más óptima en la actualidad en los remolcadores ya que cuenta con numerosas ventajas con respecto a la propulsión convencional. Algunas de estas ventajas son:

- Menor consumo de combustible y emisiones debido a la posibilidad de optimizar la carga de los motores o grupos electrógenos. Debido al control de velocidad de la hélice, se reduce al mínimo las pérdidas sin cargas de las hélices y esto contribuye a la eficiencia del sistema por lo que se consume menor energía y por lo tanto menos combustible.
- Presenta una elevada fiabilidad, debido a la redundancia de múltiples motores. En caso de fallo de uno de los motores, habrá suficiente energía para operar el buque con seguridad.
- Presenta un coste de ciclo de vida reducido, como resultado de menores costes de operación y mantenimiento, debido a que las operaciones de mantenimiento periódicas se realizan con mayor facilidad.
- Mayor flexibilidad en la ubicación del motor generador. Debido a no presentar un eje que te obligue a colocar el generador en línea con la hélice.
- Elevada eficiencia de los motores generadores a elevadas cargas.
- En los buques rompehielos, las variaciones de la carga son importantes y rápidas, y esto implica que el sistema de propulsión ha de tener un alto rendimiento para evitar la sobrecarga de los componentes, por ello la propulsión diésel eléctrica es de gran importancia en buque que posean características rompehielos.

A continuación, se muestra un esquema de la propulsión diésel eléctrica similar a la del buque proyecto:



A continuación, se muestra una tabla con las características principales del buque proyecto:

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

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL MOTOR PROPULSOR.

En este apartado se realizará una descripción de la planta propulsora seleccionada para el buque proyecto, apoyándose en los resultados obtenidos anteriormente en el cuaderno 6. Se justificarán los requisitos establecidos en la RPA.

### 2.1 Número y características de los propulsores.

Como se ha comentado en cuadernos anteriores el buque dispone de 2 AziPods como propulsores. Estos AziPods estarán situados en la popa del buque situados uno a cada banda.

Los AziPods son un impulsor con alimentación eléctrica, que consiste en una hélice de paso fijo montada sobre una góndola direccionable la cual aloja el motor eléctrico que acciona dicha hélice.

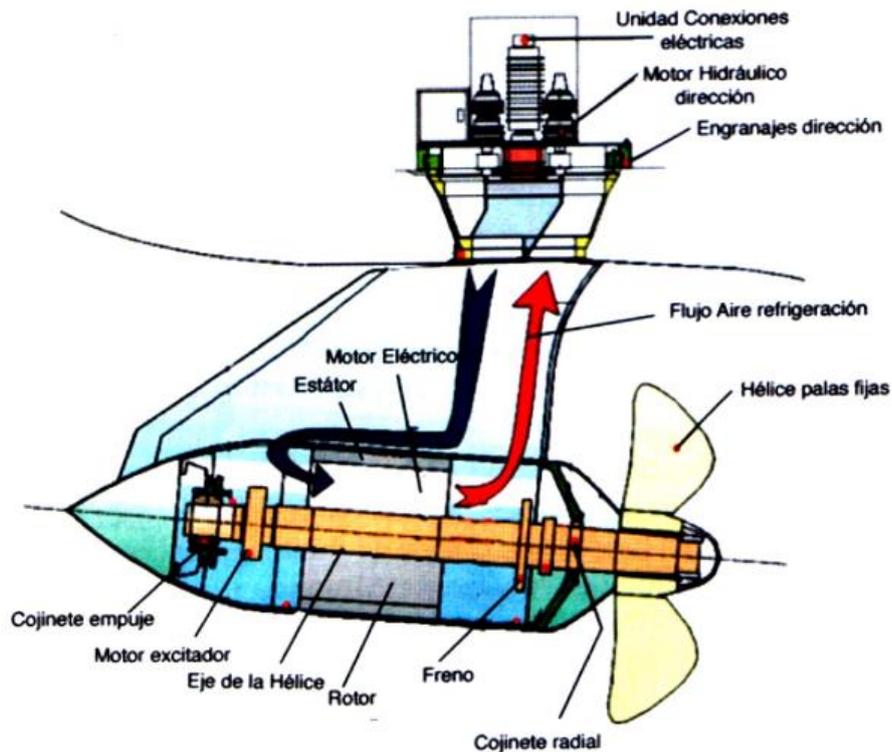
En estos AziPods, el motor eléctrico se encuentra alojado dentro de la unidad de propulsión y la hélice se encuentra directamente conectada al eje del motor. Al evitar el uso de un eje de hélice, ésta se puede colocar debajo de la popa del buque en una zona de flujo de agua franco, por lo tanto, redundando en una mayor eficiencia hidrodinámica y mecánica. Además, esta configuración permite la flexibilidad de la disposición de la planta motriz del buque.

La potencia del motor de propulsión es conducida a través de colectores rotatorios que permiten que el AziPod rote 360 grados alrededor de su eje. Debido a que el AziPod utiliza hélice de paso fijo, la potencia es provista a través de un variador de frecuencia que permite controlar la velocidad y dirección de los motores propulsores.

La hélice del AziPod está orientada hacia proa ya que es más eficiente a causa de funcionar en un flujo no perturbado. Debido a la rotación de la hélice sobre su eje, se dota al buque de una mayor maniobrabilidad para sus actividades y permite desplazarse hacia atrás con total eficiencia.

Los AziPod seleccionados para el buque proyecto no constan de tobera, pero la casa ABB permite que a este modelo se le pueda instalar una tobera, por lo tanto, el propulsor seleccionado tiene tobera, ya que tiene ciertas ventajas. Debido a la categoría del buque proyecto, al ser un rompehielos, la tobera provoca una menor vulnerabilidad de la hélice frente a trozos de hielo, también la incorporación de una tobera implica un aumento de la eficiencia a velocidades bajas.

A continuación, se muestra una imagen de un propulsor AziPod detallado:



Como se ha comentado anteriormente, se instalarán dos propulsores Azipods. El propulsor Azipod elegido deberá suministrar la potencia necesaria para las condiciones de navegación en aguas libres y la de remolque.

En el cuaderno 6, se obtuvo la predicción de potencia tanto para aguas libres, como para remolque. Debido a que la potencia para el remolque es mayor que la requerida en navegación libre, se selecciona el propulsor para dicha potencia. La potencia requerida para esta condición es de 6000 kW.

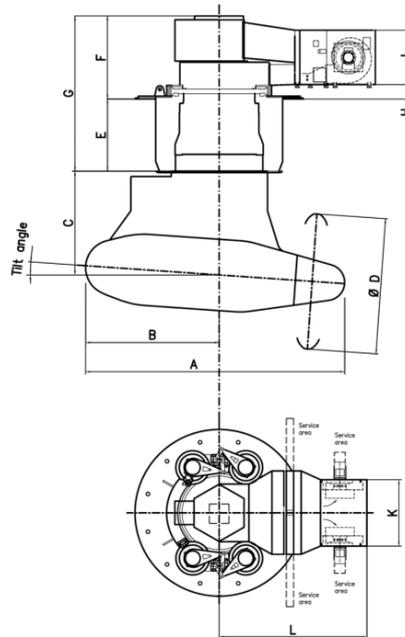
El propulsor Azipod escogido es de la marca ABB, el modelo Azipod ICE, cuya información se presenta a continuación:



Azipod® ICE ( 2-5MW )

	Azipod ICE	Azipod VI1600	Azipod VI2300
	[ton]	[ton]	[ton]
Propulsion Module (excluding propeller)	35-56	118-123	220-245
Steering Module	19-24	97	140
SRU (Simp Ring Unit)	1.8	3	4
CAU (Cooling Air Unit)	N / A	8,5	10
HPU (Hydraulic Power Unit)	4.2	4.5	4.5
OTU (Oil Treatment Unit)	N / A	2x0.3	2x0.3
GTU+AIU+LBU+ACU	0.02 (LBU only)	0.5	0.5
Propeller	5-10	14-18	36-40

	Azipod ICE	Azipod VI1600	Azipod VI2300
A [m]	5.2-6.2	8.5	10.6-11
B [m]	2.4-3.0	4.5	5.5-6
C [m]	2.8-2.9	3-3.2	4.2-5.3
ØD [m]	2.5-3.5	4-4.25	5.6-6
E [m]	0.7-1	1.3-1.9	1.5-3
F [m]	2	2.9	4
G [m]	2.7-3	4.7-5.3	5.5-7
H [m]	N / A	0.3-1.5	1.7
J [m]	N / A	2.25	2.5
K [m]	N / A	2.75	4.4
L [m]	N / A	6	4.5
Tilt [deg]	0	4	4



## 2.2 Número y descripción de las máquinas accionadoras de la propulsión.

La selección de los motores generadores se fijará de acuerdo con la demanda eléctrica necesaria para los propulsores principales, además de los demás consumidores eléctricos del buque.

En el cuaderno 6 se calculó la potencia propulsora del buque a la velocidad de servicio y de remolque con un margen de mar del 15% y al 85% de su régimen. La potencia necesaria para la propulsión en la condición más desfavorable es de:

$$Potencia = 6000 \text{ kW}$$

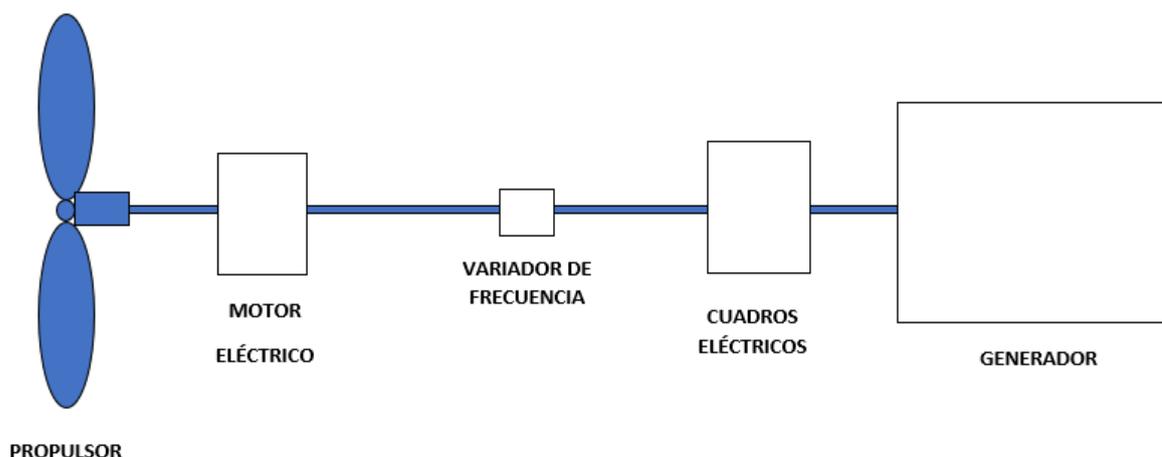
Se propone una disposición de 2 motores diésel generadores en cámara de máquinas, de la casa Wärtsilä, modelo 12V26, que pueden aportar 3915 kW de potencia cada uno.

Genset 26, Rated power				
Engine type	60 Hz		50 Hz	
	325 kW/cyl, 900 rpm		340 kW/cyl, 1000 rpm	
	Eng. kW	Gen. kW	Eng. kW	Gen. kW
6L26	1 950	1 870	2 040	1 960
8L26	2 600	2 495	2 720	2 610
9L26	2 925	2 810	3 060	2 940
12V26	3 900	3 745	4 080	3 915
16V26	5 200	4 990	5 440	5 220

La decisión de instalar a bordo 2 generadores viene debido a la pequeña dimensión de la cámara de máquinas. El SOLAS, Regla 53, Apartado 2.1, especifica que la Administración podrá dispensar, que el buque no tenga la necesidad de cumplir con un generador de reserva en caso de que uno se averíe, en los buques con menos de 1600 GT. En caso de que un motor generador se averíe, el otro es capaz de suministrar la potencia suficiente para la condición de navegación en aguas libres por lo tanto podrá volver a puerto sin ningún problema.

### 2.3 Disposición esquemática de la planta propulsora.

En la imagen se puede observar un esquema de la planta propulsora con los elementos principales para la propulsión.



### 3. JUSTIFICACIÓN DE LA POTENCIA.

En este apartado se justificará la selección particular del modelo de las máquinas seleccionadas para accionar los grupos generadores principales que permite cumplir con la RPA, de acuerdo a lo realizado en cuadernos anteriores.

#### 3.1 Resumen de la potencia obtenida.

A continuación, se muestra la potencia obtenida mediante el software “*HidroComp NavCad*” realizado en el cuaderno 6. En este cuaderno se ha realizado una estimación de la potencia propulsora necesaria. En primer lugar, se ha calculado la resistencia al avance del buque y a continuación, se ha calculado la potencia necesaria para la condición de navegación de aguas libres a velocidad de servicio y para la condición de remolque a velocidad de un nudo, dada la condición de remolcador del buque proyecto.

En el cálculo de la potencia al freno en condición de navegación libre el parámetro más importante a tener en cuenta es la velocidad de servicio del buque, en el caso del buque proyecto son 12 nudos. El propulsor se dimensionará mediante empuje, es decir, a partir de la resistencia al avance obtenida.

El cálculo de potencia se realiza tanto para 4 palas, ya que es la que se adopta principalmente en todos los AziPods.

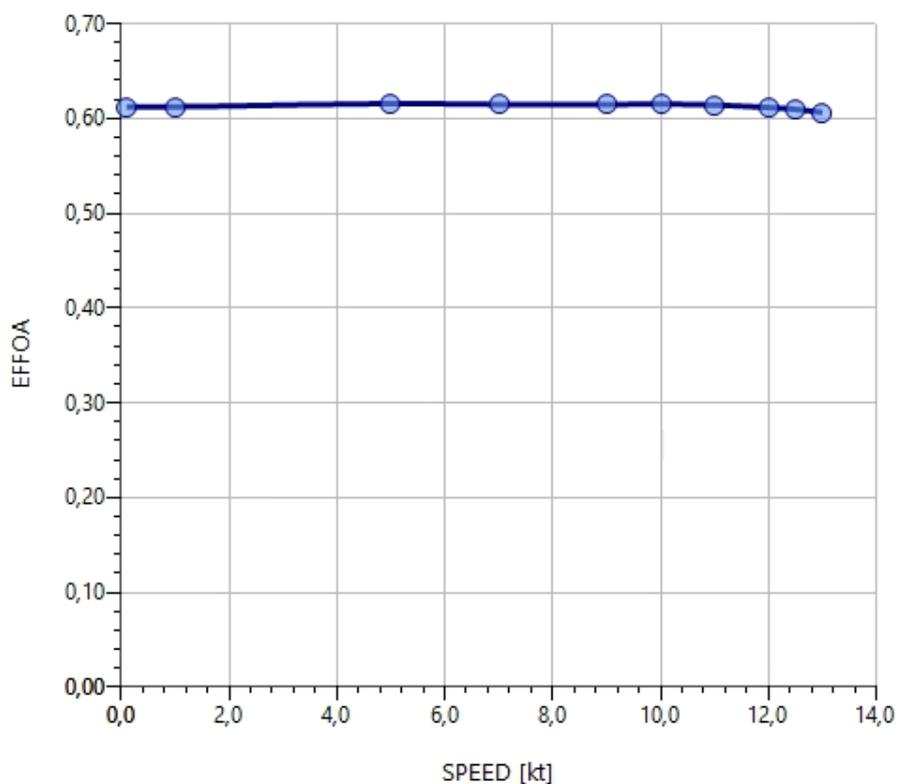
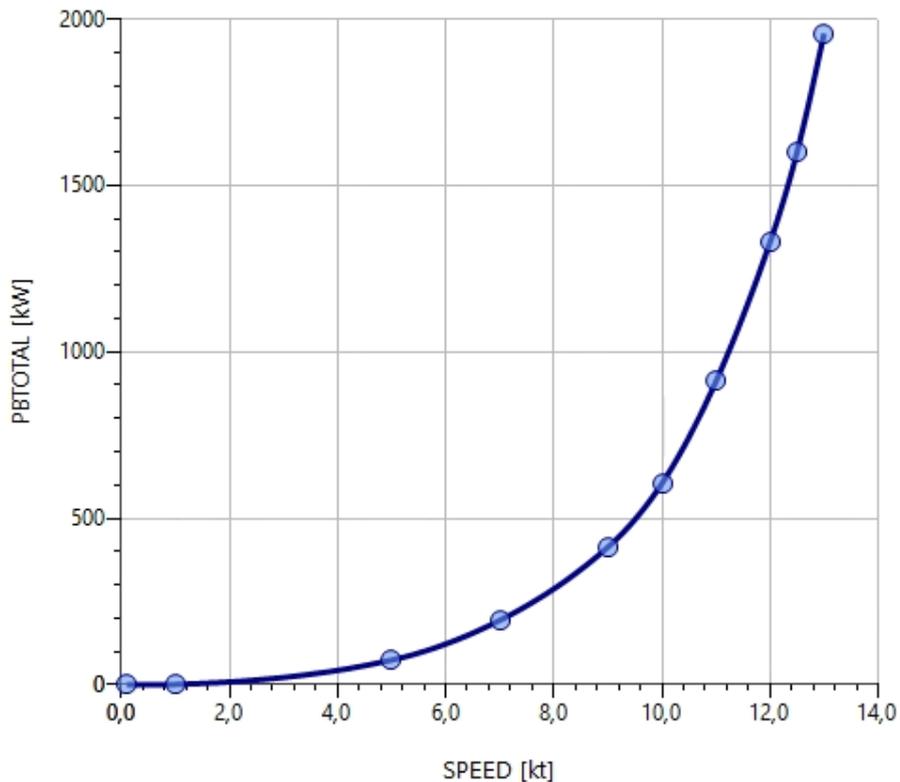
La potencia al freno necesaria para la navegación libre del buque a velocidad de servicio es de:

$$Potencia Nav Libre = 1330 kW$$

Esta potencia es la mínima que deben proporcionar los motores al 85% de su régimen. Por lo tanto, la potencia final será de:

$$Potencia Nav Libre = \frac{1330}{0,85} = 1564,7 kW$$

La graficas mostradas a continuación corresponden al propulsor en la condición de navegación en aguas libre:

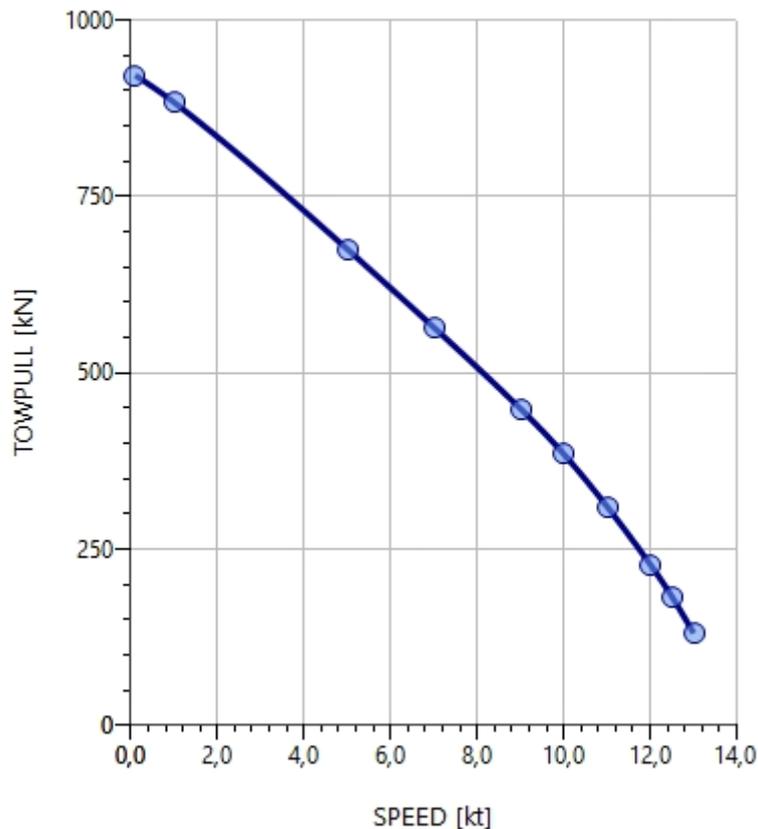


El cálculo de la potencia en la condición de remolque se realiza a una velocidad baja de 1 nudos.

Para el dimensionamiento de la potencia necesaria se introducen en el software “NavCad” la potencia necesaria para proporcionar el movimiento requerido. La potencia

requerida es de 6000 kW capaz de ser proporcionada por el motor escogido, de la marca Wärstila, modelo 12V26 mediante los cuales el buque proyecto necesita 90 TPF.

Con dicha potencia se realiza una comprobación para saber si el buque proyecto es capaz de aportar las 90 toneladas a punto fijo, del cual se obtiene:



Con la serie Kaplan 19A KC, obtenemos 883 kN, con lo que obtenemos un tiro de:

TOWPULL
TOWPULL [kN]
883

$$TPF = \frac{883}{9,81} = 90,01 \text{ Tn}$$

Como se muestra, se obtienen los TPF requeridos en la RPA.

### 3.2 Potencia en las bornas del alternador.

En este apartado, se va a calcular la potencia eléctrica de propulsión referida a las bornas del alternador, una vez aplicados los rendimientos correspondientes. Para el cálculo de esta potencia se toma en cuenta la potencia más demandante que es en la condición de remolque con una potencia necesaria de 6000 kW.

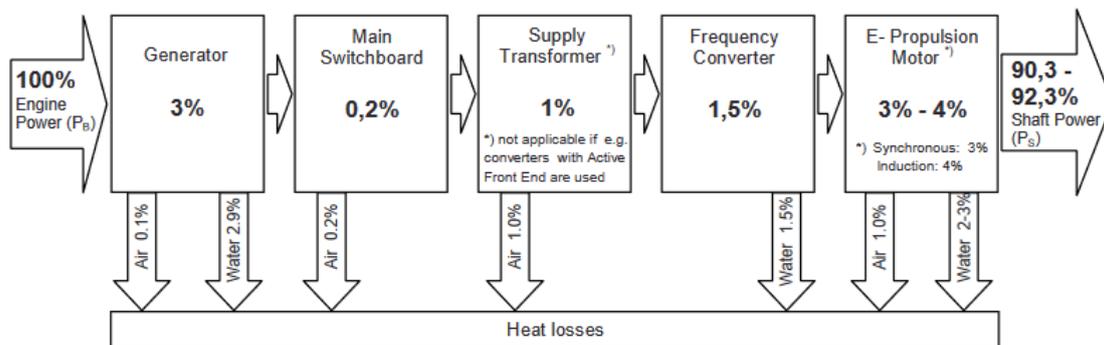
Los diferentes equipos colocados entre el generador y el propulsor constan de unas pérdidas, por lo tanto, a la potencia requerida habrá que aplicar unos rendimientos. Los elementos que se dispone en el buque proyecto son:

- Cuadros principales: Son los encargados de distribuir la tensión generada en los generadores.
- Variador de frecuencia: Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

El variador de frecuencia instalado en el buque proyecto es un variador con 6 pulsos y un accionamiento sinusoidal. La instalación de este variador permite que no se disponga de un transformador.

- Motor eléctrico: Es el motor que proporciona el movimiento a la hélice.

A continuación, se muestra una imagen con los diferentes rendimientos que se aplican a los distintos elementos.



Teniendo en cuenta las pérdidas de los elementos que se han explicado anteriormente, hay que aplicar los siguientes rendimientos:

- Cuadro eléctrico: 0,2%
- Variador de frecuencia: 1,5%
- Motor eléctrico: 3,5%

La potencia total de los dos generadores es de 7830 kW, por lo tanto, la potencia en las bornas del alternador es de:

$$\text{Potencia en bornas del alternador} = 7422,8 \text{ kW}$$

### 3.3 Justificación de los requerimientos

En la RPA del buque proyecto se establecen dos requerimientos principales que influyen en gran medida en la potencia del buque. En primer lugar, la velocidad de servicio que es de 12 nudos, nos influye en la potencia en la condición de navegación libre y en segundo lugar los 90 TPF que el buque debe requerir.

Ambos requerimientos, se cumplen, como se ha podido observar anteriormente.

## 4. ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

En este apartado se estudiará la estimación del consumo del buque y la justificación de la autonomía. Una vez definidos los elementos de propulsión se calculará el consumo horario del buque a la velocidad de servicio y con ello se determina el volumen de combustible requerido para alcanzar la autonomía del buque.

### 4.1 Determinación de la condición de autonomía.

Para la determinación de la autonomía del buque proyecto, se estimó en que el buque constará de una autonomía de 1500 millas náuticas, ya que los buques de sus características en la zona de actividad del buque proyecto son de este estilo.

Para realizar el cálculo de consumo de combustible, se utilizará la potencia más desfavorable a la que va a trabajar el buque. La potencia al freno en remolque está calculada para el buque y no para cada motor, por lo que este valor será el necesario para el consumo del buque proyecto. Por lo tanto, las condiciones que se han de tener en cuenta son las siguientes:

$$\text{Autonomía del buque} = 1500 \text{ millas}$$

$$\text{Potencia en navegacion libre} = 6000 \text{ kW}$$

$$\text{Velocidad de servicio} = 12 \text{ nudos}$$

### 4.2 Determinación del consumo horario.

A continuación, se determina el consumo horario de los motores generadores.

$$\text{Horas de consumo} = \frac{1500}{12} = 125 \text{ horas}$$

El consumo específico del motor seleccionado se obtiene de la product guide del motor.

Fuel consumption at 65% load	g/kWh	188.7	192.5	187.7
------------------------------	-------	-------	-------	-------

$$\text{Consumo específico} = 192,5 \text{ g/kWh}$$

Por lo tanto, el consumo de combustible para las condiciones expuestas anteriormente en toneladas es el siguiente.

$$\text{Consumo} = 192,5 \cdot 6000 \cdot 125 \cdot 10^{-6} = 144 \text{ t}$$

El peso del combustible total necesario aplicando un margen de un 5% será:

$$\text{Peso combustible} = 144 \cdot 1,05 = 152 \text{ t}$$

La densidad del MDO, es de 0,88 t/m<sup>3</sup> por lo tanto la capacidad en m<sup>3</sup> de combustible que necesita el buque proyecto será de:

$$\text{Capacidad} = \frac{152}{0,88} = 172,9 \text{ m}^3$$

### 4.3 Tanques de combustible.

El buque proyecto además de constar de los tanques de almacenamiento de combustible para su navegación, consta de tanques de uso diario, tanque de reboses y tanque de derrames.

A continuación, se detallará la capacidad de todos los tanques de combustible.

#### **TANQUES DE COMBUSTIBLE**

Los tanques de almacenamiento de combustible han sido calculados para la autonomía total del buque. Los cálculos se han realizado en el apartado anterior.

$$\text{Consumo} = 192,5 \cdot 6000 \cdot 125 \cdot 10^{-6} = 144 \text{ t}$$

$$\text{Peso combustible} = 144 \cdot 1,05 = 152 \text{ t}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{152}{0,88} = 172,9 \text{ m}^3$$

#### **TANQUE DE USO DIARIO**

Según el SOLAS, deben de instalarse como mínimo 2 tanques de uso diario y deben tener un mínimo de capacidad para estar 8 horas en funcionamiento cada uno. Por lo tanto, para la planta generadora del buque a proyectar se disponen de dos tanques, uno para cada generador. La capacidad de los tanques propuestos será tal que garantice 24 horas de uso continuo. La cantidad de combustible que albergará cada tanque de combustible será de:

$$\text{Tanque uso diario} = 192,5 \cdot 6000 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 27,8 \text{ t}$$

La capacidad en m<sup>3</sup> de cada tanque de uso diario es de:

$$\text{Capacidad tanque U.D} = \frac{27,8}{0,88} = 31,6 \text{ m}^3$$

#### **TANQUE DE REBOSES**

El tanque de rebose se instalará en el buque por la posibilidad de que se produzca un derrame en la maniobra de llenado de tanques de combustible. La cantidad de combustible para este tanque se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Tanque de reboses} = 192,5 \cdot 6000 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,58 \text{ t}$$

La capacidad en m<sup>3</sup> del tanque de reboses es de:

$$\text{Capacidad tanque reboses} = \frac{0,58}{0,88} = 0,65 \text{ m}^3$$

### **TANQUE DE DERRAMES**

El tanque de derrames se instala en el buque para que los posibles derrames de combustible provenientes del generador sean ubicados en un tanque y no caigan a la cubierta. Estos tanques suelen ir instalados en el doble fondo, debajo de los generadores. El tanque de derrames debe tener un volumen para 5 horas de funcionamiento. La cantidad de combustible para este tanque es de:

$$\text{Tanque de derrames} = 192,5 \cdot 6000 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 5,8 t$$

La capacidad en m<sup>3</sup> del tanque de derrames es de:

$$\text{Capacidad tanque derrames} = \frac{5,8}{0,88} = 6,6 m^3$$

La capacidad del tanque de derrames se estima en 2 m<sup>3</sup>, ya que son suficientes para la capacidad del buque proyecto.

### **4.4 Estimación final de combustible**

Una vez realizados todos los cálculos de peso de combustible y capacidades de los distintos tanques, se muestra a continuación una tabla con todas las características.

<b>Consumos de combustible</b>		
	<b>ton</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Combustible</b>	152,15	172,90
<b>Uso diario</b>	27,82	31,62
<b>Reboses</b>	0,58	0,66
<b>Derrames</b>	5,80	2,00

## 5. SISTEMAS AUXILIARES.

En este apartado se definirán los sistemas auxiliares relacionados con la propulsión. Se determinarán los sistemas auxiliares de los motores de los grupos generadores, de acuerdo con lo prescrito en la guía de proyecto del fabricante.

### 5.1 Referencia de la guía de proyecto.

En cuanto a la guía de proyecto del fabricante se ha utilizado la respectiva al motor generador seleccionado para el buque proyecto. El motor seleccionado es de la marca Wärtsilä, el modelo 12V26.

La guía utilizada corresponde a la edición de enero de 2018, la cual se presenta en el ANEXO.

### 5.2 Sistema de refrigeración.

Según especifica la guía de proyecto del motor generador seleccionado, el agua utilizada para la refrigeración puede ser agua corriente de buena calidad, que no sea agua cercana a la orilla ya que no es adecuada, o bien, el agua dulce tratada que contiene inhibidores de corrosión aprobados. El agua de refrigeración que se usa en el buque proyecto será agua dulce que contiene inhibidores. Es importante que el agua sea de calidad aceptable y los inhibidores de corrosión aprobados se utilicen directamente cuando se llena el sistema después de completar la instalación.

Los inhibidores de corrosión son un aditivo que para el agua de refrigeración es obligatorio. La guía proporciona una lista de los productos aprobados para cada instalación, junto con la dosificación y otras instrucciones.

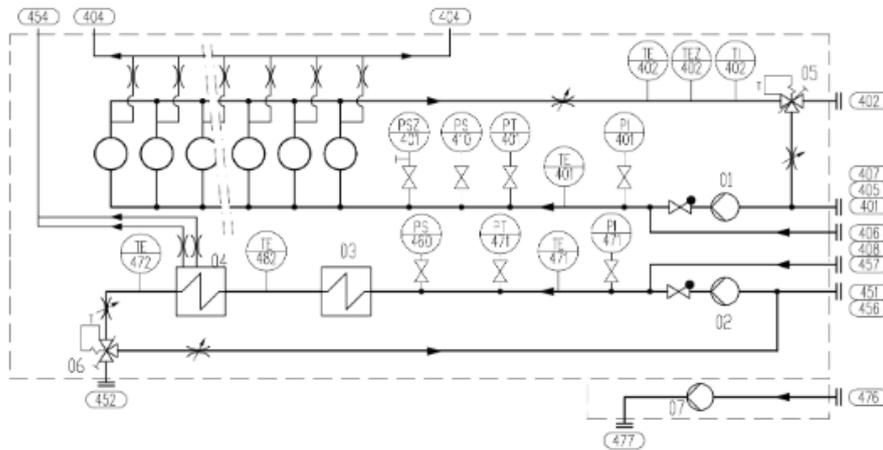
La guía de proyecto especifica que no se recomienda el uso de glicol en el agua de enfriamiento, a menos que sea absolutamente necesario. A partir del 20% de glicol, el motor debe reducirse el 0.23% cada 1% de glicol en el agua. Se permite un máximo del 60% de glicol. Se deben usar inhibidores de corrosión independientemente del glicol que haya en el agua de enfriamiento.

El sistema de refrigeración consta de dos sistemas, uno interno y otro externo.

#### 5.2.1 Sistema interno de refrigeración.

El sistema de refrigeración por agua dulce se divide en un circuito de alta temperatura (HT) y uno de baja temperatura (LT). El agua HT circula a través de las camisas de los cilindros, las culatas y la primera etapa del enfriador de aire de carga, si el motor está equipado con un enfriador de aire de carga de dos etapas. Los motores en línea tienen un enfriador de aire de carga de una etapa. El agua LT circula a través del enfriador de aire de carga y el enfriador de aceite lubricante, que está integrado en el motor. Regula la temperatura del agua que sale del motor haciendo circular un poco de agua de regreso a la entrada de la bomba de agua de refrigeración. La válvula de control de temperatura HT siempre está montada en el motor, mientras que la válvula de control de temperatura LT puede estar en el motor o separada. En instalaciones donde los

motores operan con MDF solo es posible instalar la válvula de control de temperatura LT en el sistema externo y así controlar la temperatura del agua LT antes que el motor.



**Fig 9-1 Internal cooling water system, in-line engines (DAAE038904C)**

System components					
01	HT cooling water pump	04	Charge air cooler	06	LT thermostatic valve
02	LT cooling water pump	05	HT thermostatic valve	07	Sea water pump
03	Lubricating oil cooler				

Sensors and indicators			
PI401	HT water pressure before cylinder jackets (if GL)	TI402	HT water temp. after cylinder jackets
TE401	HT water temp. before cylinder jackets	PI471	LT water pressure before cylinder jackets (if GL)
PT401	HT water pressure before cylinder jackets	TE471	LT water temp. engine inlet (if GL)
PS410	HT water stand-by pump start (if stand-by pump)	PT471	LT water pressure, engine inlet
PSZ401	HT water pressure before cylinder jackets (if GL)	PS480	LT water stand-by pump start (if stand-by pump)
TE402	HT water temp. after cylinder jackets	TE482	LT water temp. after lube oil cooler (if FAKS)
TEZ402	HT water temp. after cylinder jackets	TE472	LT water temp. after OAC

Pipe connections (in-line engines)		Size	Pressure class	Standard
401	HT water inlet	DN80	PN10	DIN2576
402	HT water outlet	DN80	PN10	DIN2576
404	HT water air vent	OD12	PN250	DIN2353
405	HT water to preheater	DN80	PN10	DIN2576
406	Water from preheater	DN80	PN10	DIN2576
407	HT water to stand-by pump	DN80	PN10	DIN2576
408	HT water from stand-by pump	DN80	PN10	DIN2576
451	LT water inlet	DN80	PN10	DIN2576
452	LT water outlet	DN80	PN10	DIN2576
454	LT water air vent	OD10	PN10	DIN2353
456	LT water to stand-by pump	DN80	PN10	DIN2576
457	LT water from stand-by pump	DN80	PN10	DIN2576
476	Sea water to engine driven pump	DN80	PN10	DIN2576
477	Sea water from engine driven pump	DN80	PN10	DIN2576

### 5.2.1.1 Bombas de circulación.

El sistema interno de refrigeración consta de una bomba de circulación y de una bomba de agua de mar, ambas accionadas por el motor.

Las bombas de agua de refrigeración LT y HT son accionadas por motor. Las bombas accionadas por motor están ubicadas en el extremo libre del motor. En los diagramas se muestran las curvas de las bombas accionadas por motor.

Engine	Engine speed [rpm]	HT		LT		LT + gearbox cooling (optional)	
		impeller Ø [mm]	Non return valve orifice* Ø [mm]	impeller Ø [mm]	Non return valve orifice* Ø [mm]	impeller Ø [mm]	Non return valve orifice* Ø [mm]
6L26	900	216	40	204	40	204	47
	1000	196	40	196	40	196	47
8L26	900	216	47	204	54	216	54
	1000	196	54	196	47	204	59
9L26	900	216	54	204	59	216	59
	1000	196	54	196	59	216	54
12V26	900	178	-	178	-	-	-
	1000	178	-	178	-	-	-
16V26	900	199	-	199	-	-	-
	1000	199	-	199	-	-	-

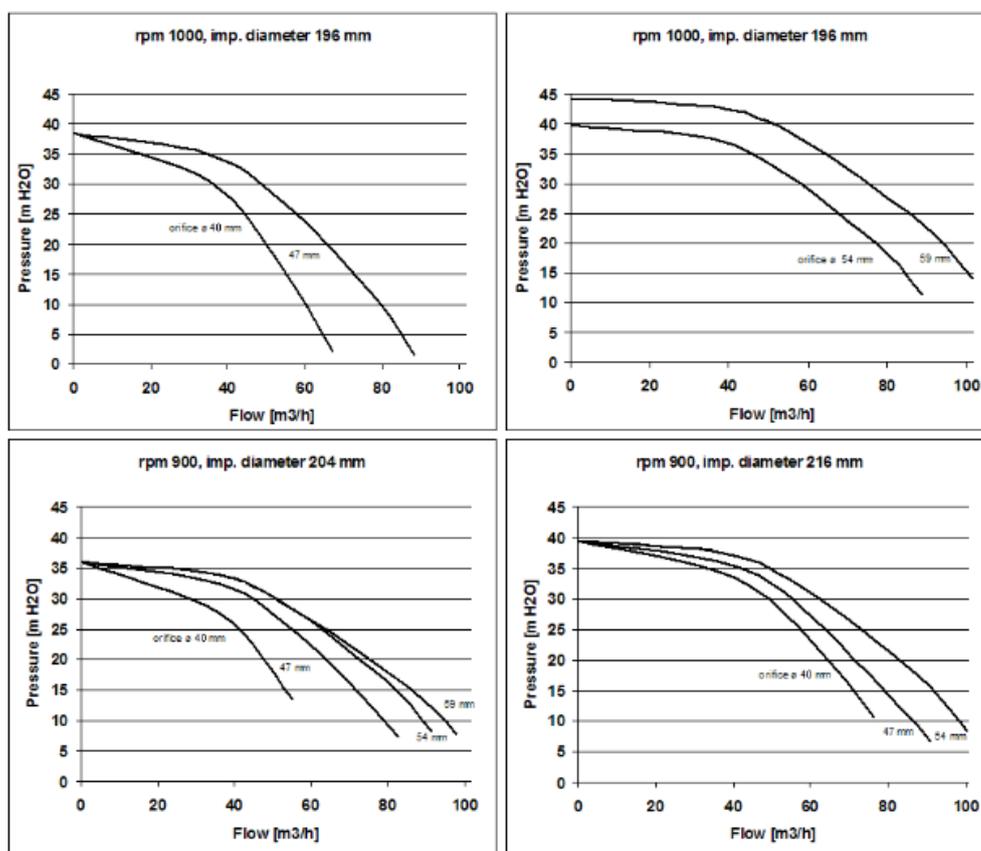


Fig 9-3 Pump curves W26 in-line

La capacidad y la presión necesaria de las bombas HT y LT, vienen proporcionadas en la guía del motor en el apartado de “*Datos técnicos*”, mostrado a continuación:

<b>High temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT401)	kPa	280 + static	350 + static	280 + static	350 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT401)	kPa	500	500	500	500
Temperature before cylinders, approx. (TE401)	°C	73	73	73	73
HT-water out from the engine, nom (TE402)	°C	93	93	93	93
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	60	67	60	67
Pressure drop over engine	kPa	180	180	180	180
Pressure drop in external system, max	kPa	60	60	60	60
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
Water volume in engine	m³	0.66	0.66	0.66	0.66
<b>Low temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT471)	kPa	280 + static	350 + static	280 + static	350 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT471)	kPa	500	500	500	500
Temperature before engine (TE471)	°C	25...38	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	60	67	60	67
Pressure drop in external system, max.	kPa	60	60	60	60
Pressure drop over charge air cooler	kPa	50	50	50	50
Pressure drop over oil cooler	kPa	71	71	71	71
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150

Por lo tanto, las bombas deberán ser de:

<b>Bombas circulación HT</b>		
Nº Bombas	1	
Caudal	67	m <sup>3</sup> /h
Presión	5	bar

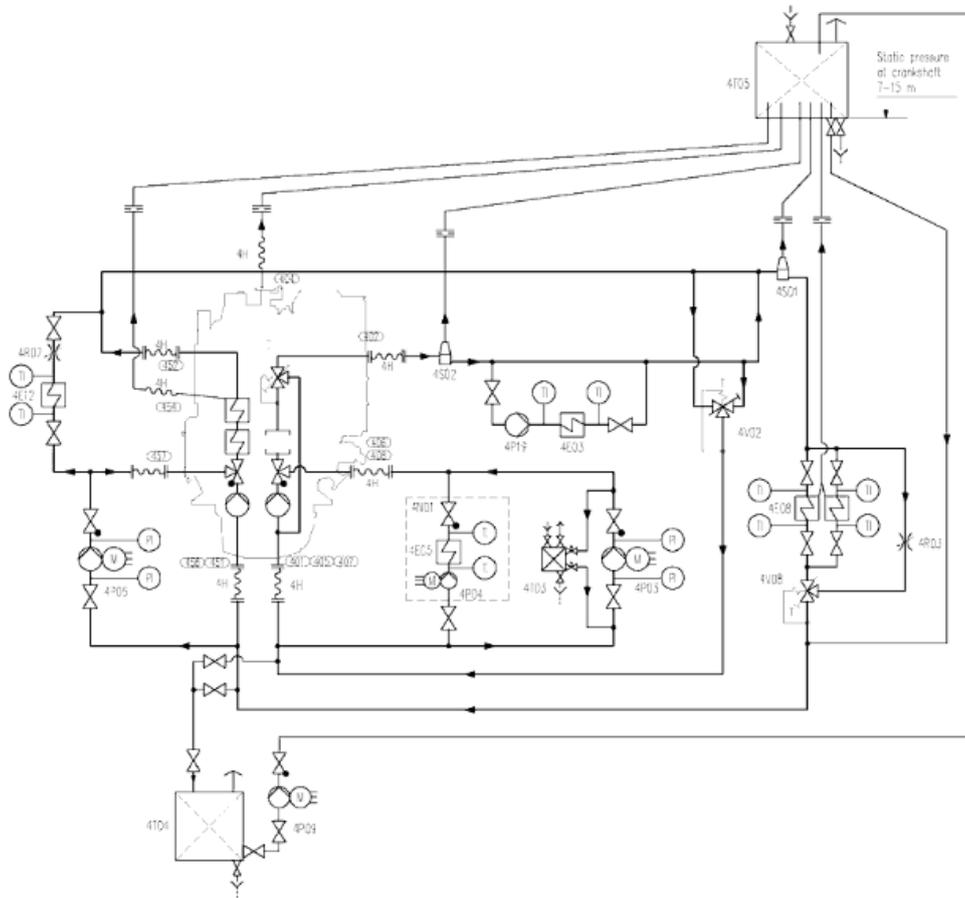
<b>Bombas circulación LT</b>		
Nº Bombas	1	
Caudal	67	m <sup>3</sup> /h
Presión	5	bar

### 5.2.2 Sistema externo de refrigeración.

Es recomendable dividir los motores en varios circuitos en instalaciones separadas. Una de las razones es la redundancia y también que es más fácil ajustar los flujos individuales en un sistema más pequeño. También se puede limitar el mal funcionamiento debido a gases arrastrados o a la pérdida de agua de refrigeración en caso de fugas.

En algunas instalaciones es deseable separar el circuito HT del circuito LT con un intercambiador de calor. El sistema externo debe diseñarse de manera que los caudales, presiones y temperaturas estén cerca de los valores nominales proporcionados por la

guía del motor, y que el agua de refrigeración esté desairada correctamente con refrigeración de agua dulce.



**Fig 9-6 External cooling water system example, only for MDF (DAAE038900c)**

System components:			
4E03	Heat recovery (evaporator)	4P19	Circulating pump (evaporator)
4E05	Heater (preheater)	4R03	Adjustable throttle valve (LT cooler)
4E08	Central cooler	4R07	Adjustable throttle valve (LT water)
4E12	Cooler (installation parts)	4S02	Air deaerator (HT)
4N01	Preheating unit	4T03	Additive dosing tank
4P03	Stand-by pump (HT)	4T04	Drain tank

System components:			
4P04	Circulating pump (preheater)	4T05	Expansion tank
4P05	Stand-by pump (LT)	4V02	Temperature control valve (heat recovery)
4P09	Transfer pump	4V08	Temperature control valve (central cooler)
<i>Pipe connections are listed below the internal cooling water system diagrams</i>			

En el caso del buque proyecto, que dispone de clase de hielo, el buque debe tener disposiciones para la recirculación de regreso al mar desde el enfriador central para

derretir el hielo y la aguanieve, evitando la obstrucción del colador de agua de mar y también para mejorar el control de temperatura del circuito de agua LT.

#### 5.2.2.1 Bombas de circulación de reserva.

Las bombas de circulación de reserva deben ser de tipo centrífugo y accionadas eléctricamente. Las capacidades requeridas y las presiones de suministro se indican en la guía de producto.

Las bombas de circulación de reserva son igual que las bombas de circulación, mencionadas anteriormente:

Bombas circulacion RESERVA HT		
Nº Bombas	1	
Caudal	67	m <sup>3</sup> /h
Presión	5	bar

Bombas circulacion RESERVA LT		
Nº Bombas	1	
Caudal	67	m <sup>3</sup> /h
Presión	5	bar

Una vez obtenidas las características de las bombas de circulación de reserva se dispone a seleccionar las bombas en un catálogo. Las bombas escogidas son las mismas tanto para las bombas de circulación como para las de reserva. Las bombas seleccionadas son de la marca Azcue, el modelo CP. Las características de la bomba seleccionada son las siguientes, las cuales vienen detalladas en el ANEXO II.

$$Q_{max} = 75 \frac{m^3}{h}$$

$$P_{max} = 5 \text{ bar}$$

En la guía de la bomba de circulación no viene detallada la potencia, por lo que se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$P = \frac{Q_b \cdot \rho \cdot h}{3600 \cdot 75 \cdot n} = \frac{75 \cdot 1000 \cdot 50}{3600 \cdot 75 \cdot 0,7} = 19,84 \text{ CV} \cong 14,8 \text{ kW}$$

Donde:

- $Q_b$ : Caudal de la bomba, estimado en m<sup>3</sup>/h
- $\rho$ : Peso específico del fluido (kg/m<sup>3</sup>)
- $H$ : Incremento de m.c.a (Obtenido de los datos técnicos de los motores).
- $n$ : Rendimiento de la bomba, estimado en 0,7.

#### 5.2.2.2 Válvulas de control de temperatura.

El sistema de refrigeración seleccionado consta de dos válvulas de control de temperatura, una para el sistema de altas temperaturas (HT) y otra para el sistema de bajas temperaturas (LT).

La válvula de control de temperatura (HT) se instala directamente después del motor. Controla la temperatura del agua que sale del motor, haciendo circular algo de agua de regreso a la bomba HT. La válvula de control puede ser auto accionada o accionada eléctricamente. Cada motor debe llevar una que desvíe el flujo de agua si este supera los 75°C.

Cuando se desea utilizar la bomba LT accionada por el motor para enfriar equipos externos, debe haber una válvula de control de temperatura (LT) en el sistema externo, en lugar de una válvula individual para cada motor.

Esta válvula de control de temperatura LT se instala después del enfriador central y controla la temperatura del agua antes del motor. La válvula puede ser de acción directa o eléctrica. El punto de control de dicha válvula es de 38°C.

#### 5.2.2.3 Enfriadores de MDF.

La bomba de circulación LT accionado por motor debe suministrar agua de refrigeración a uno o dos enfriadores pequeños instalados en paralelo al motor. El enfriador de MDF se explicará con mayor detenimiento en el sistema de combustible.

#### 5.2.2.4 Refrigerador de agua dulce.

El enfriador de agua dulce puede ser de placa, tubo o caja. Los enfriadores de placas son los más comunes. Ambos motores pueden compartir el mismo enfriador.

El flujo al enfriador de agua dulce debe calcularse caso por caso según el diseño del circuito. Como alternativa para los enfriadores centrales de placa o del tipo tubo se puede instalar un enfriador de caja. El principio de enfriamiento de la caja es muy simple. El agua de refrigeración se fuerza a través de un haz de tubos en U, que se coloca en un cofre marino que tiene rejillas de entrada y salida. El efecto de enfriamiento se logra mediante la circulación natural del agua circundante. El agua exterior se calienta y aumenta por su menor densidad, lo que provoca un flujo de circulación ascendente natural que elimina el calor. El enfriamiento de caja tiene la ventaja de que no se necesita un sistema de agua cruda y los enfriadores de caja son menos sensibles a las incrustaciones y, por lo tanto, son adecuados para aguas poco profundas o fangosas.

#### 5.2.2.5 Tanque de expansión.

El tanque de expansión compensa la expansión térmica del refrigerante, sirve para ventear los circuitos y proporciona una presión estática suficiente para las bombas de circulación.

Según indica la guía del producto el tanque de expansión que la presión del tanque de expansión en la entrada de la bomba es entre 0,7 y 1,50 bar, y que el volumen del tanque viene dado por la siguiente fórmula.

$$V_{TANQUE} = 0,10 \cdot \text{Volumen total del sistema}$$

Water volume in engine	m <sup>3</sup>	0.55	0.55
------------------------	----------------	------	------

$$V_{TANQUE} = 0,10 \cdot 0,55 = 0,055 \text{ m}^3$$

El tanque de expansión debe estar equipado con:

- Una compuerta de inspección.
- Un medidor de nivel.
- Una alarma de nivel bajo.
- Medios para la dosificación de aditivos.

#### 5.2.2.6 Depósito de drenaje.

Se recomienda recoger el agua de refrigeración con aditivos en un tanque de drenaje, cuando el sistema debe ser drenado para trabajos de mantenimiento. Se debe proporcionar una bomba para que el agua de enfriamiento se pueda bombear nuevamente al sistema y reutilizarse. El volumen de agua en el circuito LT del motor es pequeño.

#### 5.2.2.7 Ventilación.

El motor está equipado con tubos de ventilación para evacuar el aire de los circuitos de agua de enfriamiento. Los tubos de ventilación se deben extraer por separado al tanque de expansión desde cada conexión en el motor. El tanque de expansión debe instalarse en todos los puntos altos del sistema de tuberías, donde se puede acumular aire o gas. Las tuberías de ventilación al tanque de expansión deben instalarse en todos los puntos altos del sistema de tuberías donde se puede acumular aire o gases. Las tuberías de ventilación deben ascender continuamente.

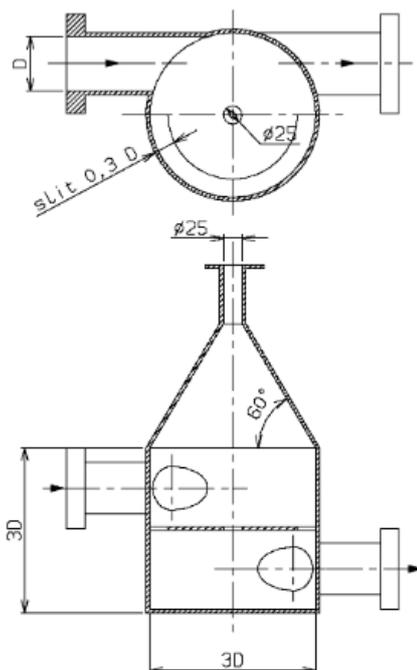


Fig 9-9 Automatic de-aerator (9811MR102).

### 5.2.2.8 Precalentador.

El agua de refrigeración que circula a través de los cilindros debe ser calentada a una temperatura de al menos 60°C, o preferiblemente 70°C.

La presencia de precalentamiento es un requisito obligatorio para las instalaciones que están diseñadas para operar con combustible diésel marino.

La energía requerida para el precalentamiento del agua de refrigeración HT puede ser suministrada por una fuente separada o por un motor en funcionamiento. Es común utilizar el calor de los motores auxiliares en funcionamiento para el precalentamiento de los motores principales.

La potencia del calentador determina el tiempo requerido para calentar el motor en frío. El mínimo requerido es de 3 kW/cil, que hace posible calentar el motor desde 20°C hasta 70°C en un periodo de 10 o 15 horas.

**Desig data:**

Preheating temperature	min. 60°C
Required heating power	3 kW/cyl
Heating power to keep hot engine warm	1.5 kW/cyl

Por lo tanto, la potencia necesaria para los precalentadores se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{(T_1 - T_0)(m_{eng} \times 0.14 + V_{LO} \times 0.48 + V_{PW} \times 1.16)}{t} + k_{eng} \times n_{cyl}$$

**where:**

- P = Preheater output [kW]
- T<sub>1</sub> = Preheating temperature = 60...70 °C
- T<sub>0</sub> = Ambient temperature [°C]
- m<sub>eng</sub> = Engine weight [tonne]
- V<sub>LO</sub> = Lubricating oil volume [m³] (wet sump engines only)
- V<sub>PW</sub> = HT water volume [m³]
- t = Preheating time [h]
- k<sub>eng</sub> = Engine specific coefficient = 1 kW
- n<sub>cyl</sub> = Number of cylinders

Donde:

- T<sub>1</sub>: 70°C
- T<sub>2</sub>: 20°C
- M<sub>eng</sub>: 60 t
- V<sub>LO</sub>: 0

- $V_{FW}$ : 0,55
- t: 15 horas
- $n_{cil}$ : 9

$$P = \frac{(70 - 20) \cdot (60 \cdot 0,14 + 0 \cdot 0,48 + 0,55 \cdot 1,16)}{15} + 1 \cdot 9 = 78,25 \text{ kW}$$

Se dispone de un calentador para los dos motores, con una potencia de:

$$P = 78,25 \text{ kW}$$

Con esta potencia se selecciona un precalentador con una potencia de 72 kW, con una capacidad de bombeo de 12 m<sup>3</sup>/h.

Heater capacity [kW]	Pump capacity [m <sup>3</sup> /h]		Weight [kg]	Pipe conn. In/outlet	Dimensions [mm]				
	50 Hz	60 HZ			A	B	C	D	E
18	11	13	95	DN40	1250	900	880	240	480
22.5	11	13	100	DN40	1050	720	700	290	480
27	12	13	103	DN40	1250	900	700	290	480
30	12	13	105	DN40	1050	720	700	290	480
38	12	13	125	DN40	1250	900	700	290	480
45	12	13	145	DN40	1250	720	755	350	510
54	12	13	150	DN40	1250	900	755	350	510
72	12	13	187	DN40	1280	900	805	400	550
81	12	13	190	DN40	1280	900	805	400	550
108	12	13	215	DN40	1280	900	855	450	575

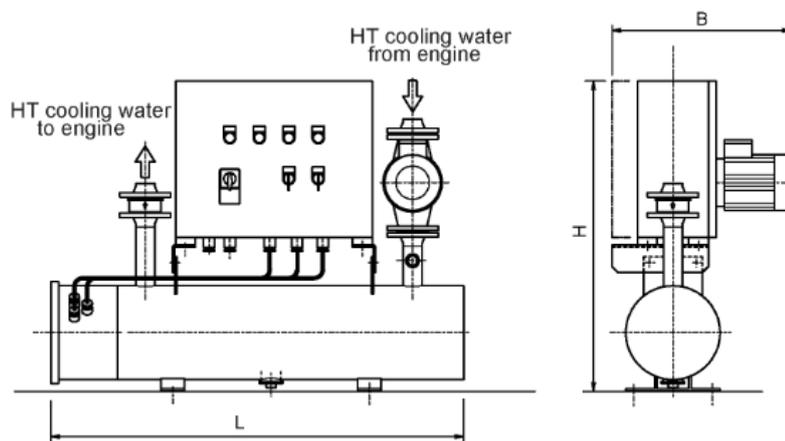


Fig 9-10 Electric pre-heating unit, main dimensions

#### 5.2.2.9 Bombas del precalentador.

La bomba del precalentador contará del caudal necesario para el precalentador, es decir, 12 m<sup>3</sup>/h. El fabricante indica que se necesita una presión de bombeo de entre 0,8 y 1 bar.

Por lo tanto, la bomba del precalentador tiene las siguientes características:

$$N^{\circ}Bombas = 2$$

$$Q_{bomba} = 12 \frac{m^3}{h}$$

$$P_{Bomba} = 1 \text{ bar}$$

La potencia de la bomba del precalentador será de:

$$P = \frac{Q_b \cdot p \cdot h}{3600 \cdot 75 \cdot n} = \frac{12 \cdot 1000 \cdot 100KPa}{3600 \cdot 75 \cdot 0,75} = 5,93 \text{ CV} \cong 4,42 \text{ kW}$$

La bomba elegida mediante un catálogo es de la marca Azcue, el modelo RA. El catálogo de la bomba se añadirá como ANEXO.

### 5.3 Sistema de combustible.

Para la descripción de este servicio, se seguirán las indicaciones de la guía de producto del motor 12V26, de la marca Wärtsilä.

Las especificaciones de combustible se basan en la norma ISO 8217:2007. El combustible no debe contener sustancias añadidas ni residuos químicos, lo que pone en peligro la seguridad de las instalaciones o afecta negativamente el rendimiento de los motores o es perjudicial para el personal o contribuye en general a la contaminación del aire.

El combustible que acepta el motor seleccionado es MDF (marine diésel fuel) o HFO (heavy fuel oil). El buque proyecto según indica la RPA, usa combustible de tipo MDF, por lo tanto, a continuación, se mostrarán las características del sistema de combustible MDF.

Los grados de combustible destilado son ISO-F-DMX, DMA, DFA, DMZ, DFZ, DMB y DFB. Estas calidades de combustible se denominan MDF.

Los grados de destilado mencionados anteriormente se pueden describir de la siguiente forma:

- DMX: un combustible adecuado para su uso a temperaturas ambiente de hasta -15°C sin calentar el combustible. Especialmente en aplicaciones de la marina mercante, su uso está restringido a motores de vida útil y ciertos equipos de emergencia debido al punto de inflamación reducido. El bajo punto de inflamación que no cumple con el requisito de SOLAS también puede evitar el uso en otras aplicaciones marinas, a menos que el sistema de combustible se construya de acuerdo con requisitos especiales. Además, la baja viscosidad puede evitar el uso en motores a menos que el combustible se pueda enfriar lo suficiente como para cumplir con el mínimo.
- DMA: un destilado de alta calidad, generalmente designado como MGO (aceite de gas marino)
- DFA: Es un combustible destilado de calidad similar en comparación con los combustibles DMA, pero con la presencia de que se permite hasta un máximo de 7% de éster metílico de ácidos grasos.

- DMZ: un destilado de alta calidad, generalmente designado como MGO (aceite de gas marino). Un grado de combustible alternativo para motores que requieren una viscosidad de combustible más alta que la especificada para combustible de grado DMA.
- DFZ: Un destilado de calidad similar en comparación con los combustibles DMZ, pero con la presencia de que permite hasta un 7% de éster metílico de ácidos grasos.
- DMB: Un combustible de uso general que puede contener trazas de combustible residual y está destinado a motores no diseñados específicamente para quemar combustibles residuales. Generalmente se designa como MDO (Marine Diesel Oil)
- DFB: Un combustible destilado de calidad similar en comparación con los combustibles DMB, pero con la presencia de que se permite hasta un 7% de éster metílico de ácidos grasos.

El buque proyecto conta de un combustible de tipo DMB. Cuyas características se muestran en las siguientes tablas obtenidas de la guía del producto:

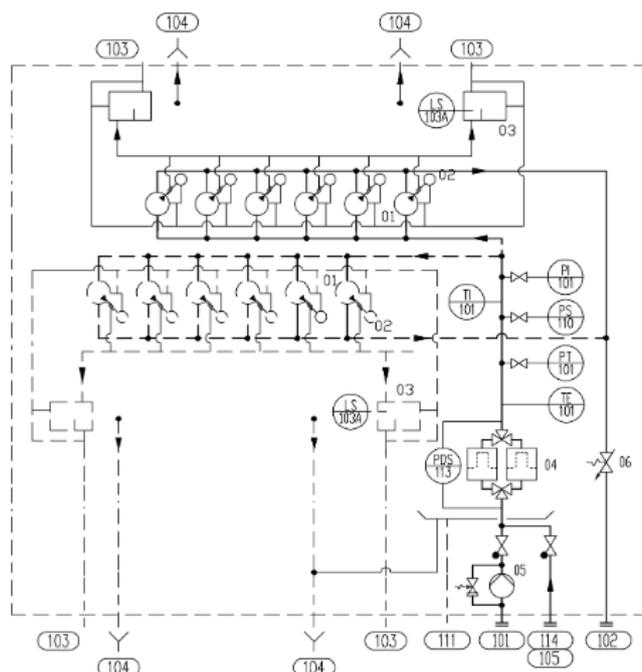
**Table 6-1 Distillate fuel specifications**

Characteristics	Unit	Limit	Category ISO-F						Test method(s) and references
			DMX	DMA	DFA	DMZ	DFZ	DMB	
Kinematic viscosity at 40 °C II	mm <sup>2</sup> /s #	Max	5,500	6,000		6,000		11,00	ISO 3104
		Min	1,400 <sup>§</sup>	2,000		3,000		2,000	

Characteristics	Unit	Lim- it	Category ISO-F						Test meth- od(s) and ref- erences	
			DMX	DMA	DFA	DMZ	DFZ	DMB		DFB
Density at 15 °C	kg/m³	Max	-	890,0		890,0		900,0		ISO 3675 or ISO 12185
Cetane index		Min	45	40		40		35		ISO 4264
Sulphur <sup>b, k)</sup>	% m/m	Max	1,00	1,00		1,00		1,50		ISO 8754 or ISO 14596, ASTM D4294
Flash point	°C	Min	43,0 <sup>l)</sup>	60,0		60,0		60,0		ISO 2719
Hydrogen sulfide	mg/kg	Max	2,00	2,00		2,00		2,00		IP 570
Acid number	mg KOH/g	Max	0,5	0,5		0,5		0,5		ASTM D664
Total sediment by hot filtration	% m/m	Max	-	-		-		0,10 <sup>e)</sup>		ISO 10307-1
Oxidation stability	g/m³	Max	25	25		25		25 <sup>d)</sup>		ISO 12205
Fatty acid methyl ester (FAME) <sup>e)</sup>	% v/v	Max	-	-	7,0	-	7,0	-	7,0	ASTM D7963 or IP 579
Carbon residue – Micro method on 10% distillation residue	% m/m	Max	0,30	0,30		0,30		-		ISO 10370
Carbon residue – Micro method	% m/m	Max	-	-		-		0,30		ISO 10370
Cloud point <sup>f)</sup>	winter	°C	Max	-16	Report	Report		-		ISO 3015
	summer			-16	-	-		-		
Cold filter plugging point <sup>f)</sup>	winter	°C	Max	-	Report	Report		-		IP 309 or IP 612
	summer			-	-	-		-		
Pour point <sup>f)</sup>	winter	°C	Max	-	-6	-6		0		ISO 3015
	summer			-	0	0		6		
Appearance		-	Clear and bright <sup>g)</sup>						<sup>e)</sup>	-
Water	% v/v	Max	-	-		-		0,30 <sup>e)</sup>		ISO 3733
Ash	% m/m	Max	0,010	0,010		0,010		0,010		ISO 6245
Lubricity, corr. wear soar diam. <sup>h)</sup>	µm	Max	520	520		520		520 <sup>d)</sup>		ISO 12156-1

### 5.3.1 Sistema interno de combustible.

A continuación, se muestra el sistema interno de combustible del motor seleccionado para el buque proyecto.



**Fig 6-1 Internal fuel oil system, MDF (DAAE031815b)**

System components					
01	Injection pump	03	Fuel oil leakage collector	05	Engine driven fuel feed pump
02	Injection valve	04	Duplex fine filter	06	Pressure regulating valve

Sensors and indicators			
PT101	Fuel oil pressure, engine inlet	TI101	Fuel oil temperature, engine inlet
TE101	Fuel oil temperature, engine inlet	PI101	Fuel oil pressure, engine inlet (if GL)
LS103A/B	Fuel oil leakage, injection pipe	PS110	Fuel oil stand-by pump start (if stand-by pump)
PDS113	Fuel oil filter, pressure difference		

Pipe connections		Size	Pressure class	Standard
101	Fuel inlet	DN32	PN16	DIN2833/DIN2513 R13
101	Fuel inlet, 18V	DN40	PN16	DIN2833/DIN2513 R13
102	Fuel outlet	L28: DN32 V28: DN25	PN16	DIN2833/DIN2513 V13
103	Leak fuel drain, clean fuel	OD22	PN250	DIN2353
104	Leak fuel drain, dirty fuel	OD22	PN250	DIN2353
105	Fuel stand-by connection, in-line engines	L28: DN32 V28: DN25	PN16	DIN2833
111	Drain from fuel filter drip tray, V-engines only	OD22	PN250	DIN2353
114	Fuel from starting/day tank, in-line engines	L28: DN32 V28: DN25	PN16	DIN2833

El combustible de fuga limpio de las válvulas de inyección y de las bombas de inyección se recoge en el motor y se drena por gravedad a través de una conexión de combustible de fugas limpias. El combustible de fuga se puede reutilizar sin separación. El resto de combustible de fugas limpio y el agua y aceites derramados se drenan por separado de la caja caliente a través de conexiones de fuel oil sucias y se conducen al tanque de lodos.

### 5.3.2 Sistema externo de combustible.

El sistema de combustible externo debe proporcionar combustible limpio de la viscosidad y presión correctas que requiere cada motor. Se requiere un control de temperatura para mantener una viscosidad estable y correcta de combustible antes de las bombas de inyección. Debe garantizarse una circulación suficiente a través de cada motor que debe estar conectado al mismo circuito en todas las condiciones de funcionamiento.

En el caso del sistema de tratamiento de combustible del buque proyecto no es necesario comprender de tanques de sedimentación ya que el tipo de combustible empleado es MDF. Se debe comprender de tanque de derramen y de tanque de uso diario.

Las bombas de inyección generan pulsos de presión en la alimentación de combustible y la tubería de retorno. Las tuberías de combustible entre la unidad de alimentación y el motor deben estar correctamente sujetas a estructuras rígidas. La distancia entre los puntos de fijación debe estar a una corta distancia del motor.

Se debe proporcionar una conexión para el aire comprimido antes del motor, junto con un drenaje desde la línea de retorno de combustible hasta el tanque de derrames. Con mantenimiento, para evitar derrames.

### 5.3.3 Tratamiento de combustible.

El combustible pesado debe limpiarse en un separador centrífugo eficiente antes de transferirlo al tanque de día. Las reglas de clasificación requieren que la disposición del separador sea redundante para que la capacidad requerida se mantenga con cualquier unidad fuera de operación. Se deben seguir de cerca todas las recomendaciones del fabricante del separador. Los separadores de pila de discos centrífugos se recomiendan también para instalaciones que funcionan en MDF, para eliminar agua y posibles contaminantes. La capacidad de los separadores de MDF debe ser suficiente para asegurar el suministro de combustible al máximo consumo de combustible.

#### **Modo de operación del separador:**

La mejor eficiencia de separación se logra cuando el separador de reserva está en funcionamiento todo el tiempo, y el rendimiento se reduce de acuerdo con el consumo real. Los separadores con monitoreo de combustible limpio que operan de manera continua pueden manejar combustibles con densidades superiores a  $991 \text{ kg/m}^3$  a  $15^\circ\text{C}$ , para ello el separador y el de reserva deben funcionar en paralelo. Cuando se utilizan separadores de disco de gravedad, cada separador de reserva debe funcionar en serie con otro separador, de modo que el primer separador actúe como depurador y el segundo como clarificador. Los separadores deben de ser del mismo tamaño.

#### **Eficiencia del separador:**

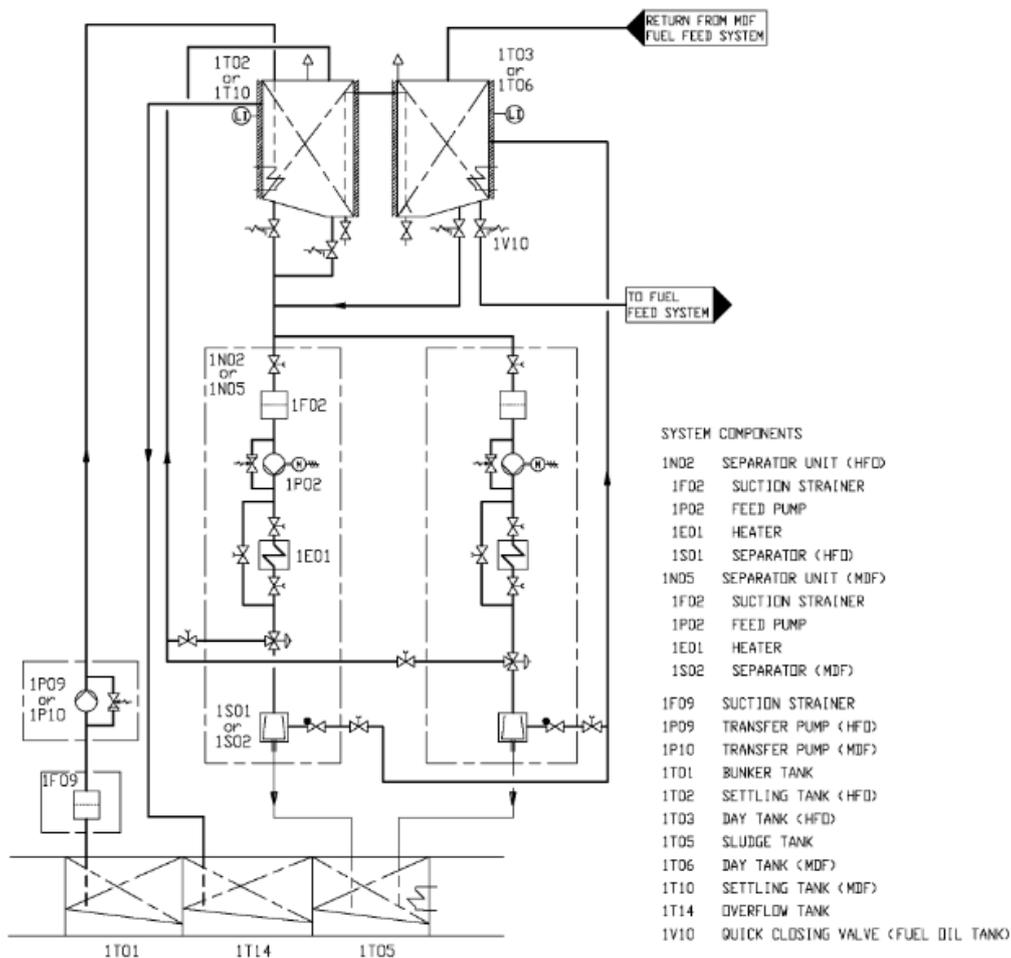
El termino índice de flujo se ha introducido para expresar el rendimiento de los separadores de acuerdo con un estándar común. El CFR se define como el caudal en l/h,

30 minutos después de la descarga del lodo, en el que la eficiencia de separación del separador es del 85%, cuando se utilizan aceites y partículas de prueba definidas.

La eficiencia de separación es una medida de la capacidad del separador para eliminar partículas de prueba específicas. La eficiencia de separación se define con la siguiente fórmula:

$$n = 100 \cdot \left(1 - \frac{C_{out}}{C_{in}}\right)$$

**Unidad separadora:**



**Fig 6-4 Fuel transfer and separating system (V76F6626F)**

**Bombas de alimentación del separador:**

Las bombas de alimentación deben dimensionarse para la calidad real del combustible y el rendimiento recomendado del separador. La bomba debe estar protegida por un filtro de succión.

<b>Design data:</b>	<b>HFO</b>	<b>MDF</b>
Design pressure	0.6 MPa (6 bar)	0.6 MPa (6 bar)
Design temperature	100°C	60°C
Viscosity for dimensioning electric motor	1000 cSt	100 cSt

Para la bomba de alimentación del separador se escoge una bomba de catálogo de la marca Azcue, modelo BT-HH, que tiene las siguientes características:

$$P = 5 \text{ bar}$$

$$Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

La potencia mínima necesaria para el separador se calcula mediante la siguiente fórmula proporcionada por la guía del motor.

$$P = \frac{Q \cdot \Delta T}{1700} = \frac{30 \cdot 48}{1700} = 0,85 \text{ kW}$$

### **Separador:**

El caudal del separador se puede estimar mediante la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{P \cdot b \cdot 24}{\rho \cdot t}$$

Donde:

- P: Máxima potencia continua del motor en kW.
- B: Peso específico de combustible + 15% margen de seguridad.
- $\rho$ : Densidad del combustible.
- t: Tiempo de separación diario del separador autolimpiante. Aproximadamente 23,5 horas.

$$Q = \frac{3915 \cdot 221,02 \cdot 24}{880 \cdot 23,5} = 1004 \frac{l}{h}$$

5.3.4 Sistema de alimentación de combustible.

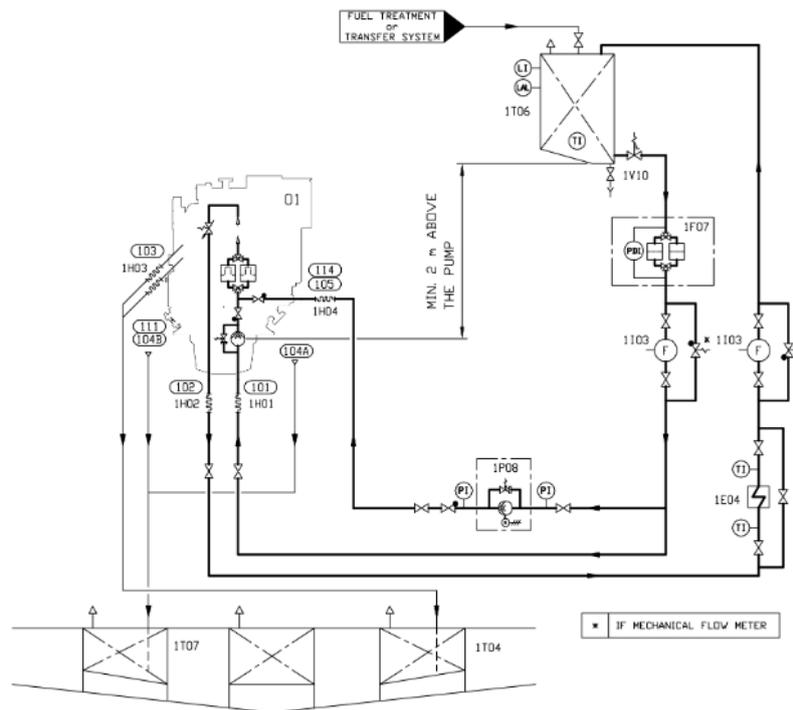


Fig 6-5 Fuel feed system for inline engine (DAAF078369a)

System components			
01	Diesel engine Wärtsilä L26	1F08	Stand-by pump, MDF
1E04	Cooler (MDF)	1T04	Leak fuel tank, clean fuel
1F07	Suction strainer, MDF	1T06	Day tank, MDF
1H0X	Flexible pipe connection	1T07	Leak fuel tank, dirty fuel
1103	Flow meter	1V10	Quick closing valve (fuel oil tank)

Pos	Pipe connections	Size
101	Fuel inlet	DN32
102	Fuel outlet	DN32
103	Leak fuel drain, clean fuel	2" OD22
104A	Leak fuel drain, dirty fuel	OD22
104B	Leak fuel drain, dirty fuel	OD22
105	Fuel stand-by connection	DN32
111	Drain fuel from fuel filter drip tray	OD22
114	Fuel from starting/day tank	DN32

**BOMBA DE CIRCULACIÓN:**

La bomba de circulación mantiene la presión en las bombas de inyección y hace circular el combustible en el sistema. La bomba es una bomba de tornillo. Se debe instalar un filtro de succión con una finura de 0.5 mm antes de cada bomba. Debe haber una presión estática positiva de aproximadamente 30 KPa en el lado de succión de la bomba.

**Design data:**

Capacity	6 x the total consumption of the connected engines
Design pressure	1.6 MPa (16 bar)
Max. total pressure (safety valve)	1.0 MPa (10 bar)
Nominal pressure	see chapter "Technical Data"
Design temperature	60°C
Viscosity for dimensioning of electric motor	90 cSt

La capacidad de las bombas debe ser 6 veces el consumo total de los motores conectados. El consumo de los motores es de 192,5 g/KWh, por lo tanto, el consumo de ambos motores conectados es de 1155 g/KWh,

Por lo tanto, la capacidad de la bomba será:

$$Q = \frac{1155 \cdot 6000}{1000} = 6930 \frac{L}{h} = \frac{6930}{1000 \cdot 0,88} = 6,1 \frac{m^3}{h}$$

La presión de la bomba de circulación es de 16 bar, según indica la guía del producto.

La potencia de la bomba de circulación se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot \eta_m}$$
$$P = \frac{6,1 \cdot 194,7 \cdot 16}{3600 \cdot 75 \cdot 0,75} = 0,94 \text{ kW}$$

La bomba de circulación de MDO seleccionada es de la marca Azcue, el modelo BT-HH. El catálogo de la bomba se adjunta como ANEXO.

Se instalarán dos bombas de circulación de MDO.

**MEDIDOR DE FLUJO:**

Si el combustible de retorno del motor se conduce a un tanque de combustible de retorno en lugar de al tanque de uso diario, un medidor de consumo es suficiente para monitorizar el consumo de combustible, siempre y cuando el medidor esté instalado en la línea de alimentación del tanque de uso diaria.

La resistencia total del medidor de flujo y el filtro de succión debe ser lo suficientemente pequeña como para garantizar una presión estática positiva de aproximadamente 30 kPa en el lado de succión de la bomba de circulación. La línea de paso alrededor del medidor de flujo se debe abrir automáticamente en caso de caída de presión excesiva.

**FILTRO FINO:**

El filtro fino de fuel oil es un filtro de tipo dúplex de flujo completo con red de acero. Este filtro debe instalarse lo más cerca posible del motor.

El diámetro de la tubería entre el filtro fino y el motor debe ser el mismo que el diámetro antes de los filtros.

Las características del filtro fino son las siguientes que están en la guía del producto.

<b>Design data:</b>	
Fuel viscosity	according to fuel specifications
Design temperature	50°C
Design flow	Larger than feed/circulation pump capacity
Design pressure	1.6 MPa (16 bar)
Fineness	25 µm (absolute mesh size)
Maximum permitted pressure drops at 14 cSt:	
- clean filter	20 kPa (0.2 bar)
- alarm	80 kPa (0.8 bar)

### VÁLVULAS DE CONTROL DE PRESION:

La válvula de control de presión se instala cuando la instalación incluye una unidad de alimentación / refuerzo para HFO y hay una línea de retorno desde el motor al tanque diario de MDF. El propósito de la válvula es aumentar la presión en la línea de retorno para que se alcance la presión requerida en el motor.

El propósito de la válvula es aumentar la presión en la línea de retorno para que se alcance la presión requerida en el motor. Las características de las válvulas de control de presión son las siguientes:

<b>Design data:</b>	
Capacity	Equal to circulation pump
Design temperature	50°C
Design pressure	1.6 MPa (16 bar)
Set point	0.4...0.7 MPa (4...7 bar)

### ENFRIADOR:

La viscosidad del combustible no puede caer por debajo del valor mínimo establecido en los datos técnicos del motor. Al operar con MDF, la consecuencia práctica es que la temperatura de entrada del combustible debe mantenerse por debajo de 45°C. Los grados de combustible muy livianos pueden requerir temperaturas aún mas bajas. La operación sostenida en MDF requiere un enfriador de combustible.

El enfriador debe instalarse en la línea de retorno después del motor. El agua LT se usa normalmente como medio de enfriamiento. Si la viscosidad del MDF en el tanque de día cae por debajo del límite de viscosidad mínimo establecido, se recomienda instalar un enfriador de MDF en la línea de suministro de combustible del motor para tener un control de viscosidad confiable.

Las características del enfriador vienen dadas en la guía del producto:

**Design data:**

Heat to be dissipated	2 kW/cyl
Max. pressure drop, fuel oil	80 kPa (0.8 bar)
Max. pressure drop, water	80 kPa (0.8 bar)
Margin (heat rate, fouling)	min. 15%
Design temperature MDF/HFO installation	50/150°C

### 5.4 Sistema de aceite lubricante.

La lubricación de los mecanismos y soporte del motor se realizará con aceites convencionales y diferentes a los empleados para el engrase de otras zonas.

El consumo de aceite lubricante es pequeño, resultado de las pérdidas en el circuito. Por otro lado, la lubricación de las camisas del motor presenta una mayor dificultad debido a la presencia de los tipos de residuos para la combustión, siendo necesario el empleo de aceites especiales.

El aceite lubricante debe ser de clase de viscosidad SAE 40 y tener un índice de viscosidad (VI) mínimo de 95. La alcalinidad del aceite lubricante (BN) está relacionada con el grado del combustible, como se muestra en la siguiente tabla. BN es una abreviatura de Número base. El valor indica miligramos de KOH por gramo de aceite.

**Table 7-1 Fuel standards and lubricating oil requirements**

Category	Fuel standard		Lubricating oil BN
A	ASTM D 975-01, BS MA 100: 1998 CIIMAC 2003 ISO 8217:2017(E)	GRADE NO. 1-D, 2-D, 4-D DMX, DMA, DMB DX, DA, DE ISO-F-DMX, DMB	10...30
B	ASTM D 975-01 BS MA 100: 1998 CIIMAC 2003 ISO 8217:2017(E)	GRADE NO. 1-D, 2-D, 4-D DMX, DMA, DMB DX, DA, DE ISO-F-DMX - DMB	15...30
C	ASTM D 975-01, ASTM D 998-04, BS MA 100: 1998 CIIMAC 2003 ISO 8217:2017(E)	GRADE NO. 4-D GRADE NO. 5-8 DMC, RMA10-RMK55 DC, A30-K700 RMA10-RMK 700	30...55

La guía del producto explica que el sistema de aceite lubricante para buques que operan en condiciones árticas la temperatura mínimo recomendada para la bomba de aceite prelubricante es de 25°C. La temperatura mínima recomendada para el arranque y la carga del motor es de 40°C. El calentamiento del aceite lubricante se realiza con el calentador del separador de aceite lubricante. Si no se instala un separador de aceite lubricante a bordo, entonces se requieren otros medios para calentar dicho aceite.

5.4.1 Sistema interno de lubricación.

A continuación, se muestra el esquema del sistema de lubricación interno dada por la guía del producto del motor seleccionado para el buque proyecto.

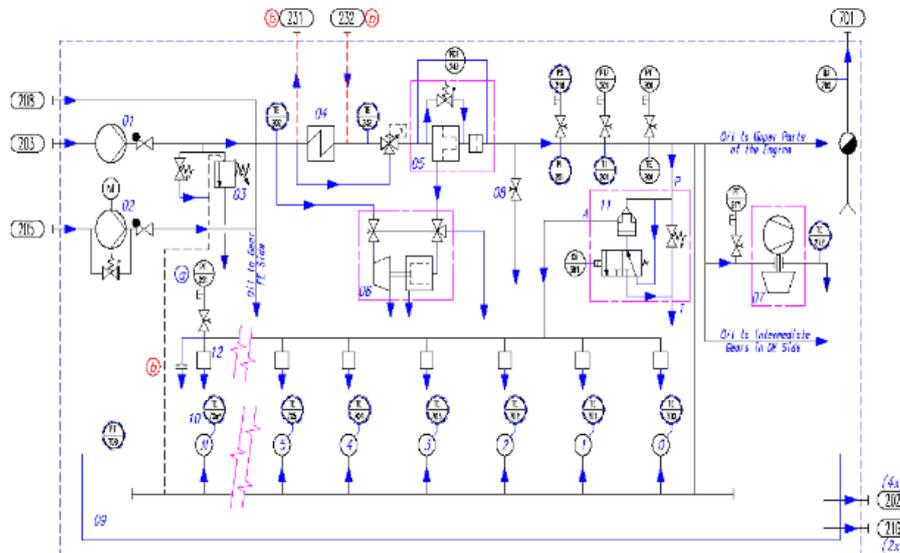


Fig 7-1 Internal lubricating oil system, dry sump engines(DAAR007321b)

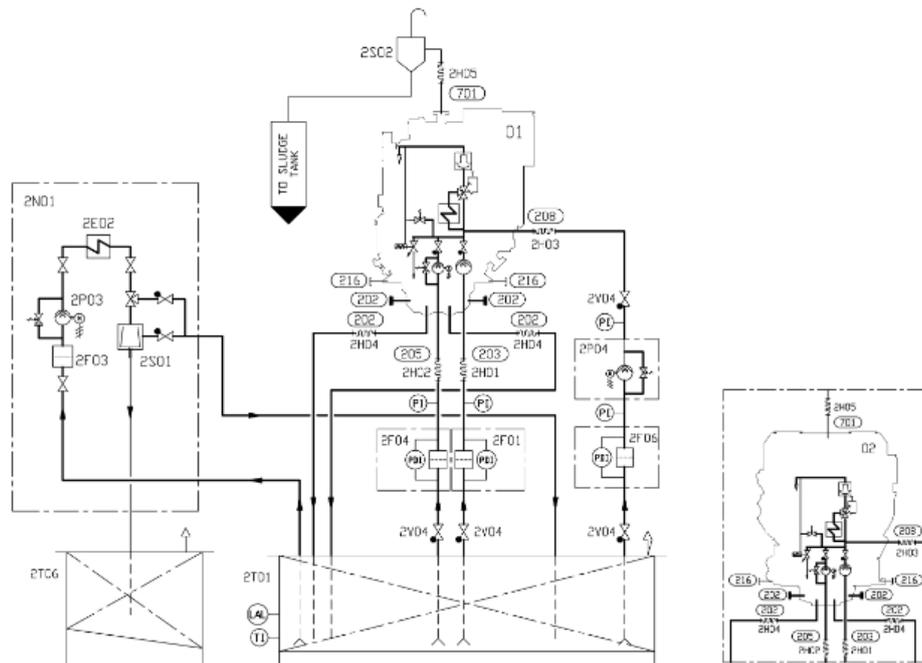
System components, dry sump					
01	Main lubricating oil pump	05	Automatic filter	09	Dry sump
02	Pre-lubricating oil pump	06	Centrifugal filter	10	Cylinder line
03	Pressure control valve	07	Turbocharger	11	Vic control valve
04	Lubricating oil cooler	08	Sample valve	12	Vic valve tappet

Sensors and indicators, dry sump			
PT201	Lubricating oil pressure, engine inlet	TE272	Lubricating oil temp. TO outlet
PT271	Lubricating oil pressure TO inlet	TE70n	Main bearing temperature
PTZ201	Lubricating oil pressure, engine inlet	PI201	Lubricating oil pressure, engine inlet
PDT243	Lubricating oil filter pressure difference	PS210	Lubricating oil stand-by pump switch
TE201	Lubricating oil temp. engine inlet	PT700	Crankcase pressure
TI201	Lubricating oil temp. engine inlet	TE202	Lubricating oil temp. engine outlet
QU700	Oil mist detector (optional)	TE232	Lubricating oil temp. LOC outlet
PT291	Control oil pressure after vic valve	CV381	Vic control valve

Pipe connections, dry sump	
202	Lubricating oil outlet
203	Lubricating oil to engine driven pump
205	Lubricating oil to priming pump
208	Lubricating oil from el. driven pump
216	Lubricating oil drain
231	Lube oil to ext system
232	Lube oil from ext system
701	Crankcase ventilation

5.4.2 Sistema externo de lubricación.

A continuación, se muestra el esquema del sistema de lubricación externo con bombas accionadas por el propio motor, dada por la guía del producto del motor seleccionado para el buque proyecto.



**Fig 7-3 Typical example of an external lubricating oil system for a single main engine with a dry sump (DAAF078375 a)**

System components:			
01	Diesel engine Wärtsilä L26	2N01	Separator unit
02	Diesel engine Wärtsilä V26	2P03	Separator pump (separator unit)
2E02	Heater (separator unit)	2P04	Stand-by pump
2F01	Suction strainer (main LO pump)	2S01	Separator (separator unit)
2F03	Suction filter (separator unit)	2S02	Condensate trap
2F04	Suction strainer (pre lubricating oil pump)	2T01	System oil tank
2F06	Suction strainer (stand-by pump)	2T06	Sludge tank
2H0X	Flexible pipe connections	2V04	Non-return valve

Pos	Pipe connections	L26	V26
202	Lube oil outlet (from oil sump)	4" DN150	
203	Lube oil to engine driven pump	DN200	DN150
205	Lube oil to priming pump	DN65	
208	Lube oil from el. driven pump	DN80	DN100
216	Lube oil drain	2" plug G 3/4"	
701	Crankcase air vent	DN80	DN100

En los siguientes apartados se describirán los elementos principales del sistema de lubricación.

#### 5.4.3 Unidad separadora.

Cada motor puede tener un separador de aceite lubricante y en este caso deben dimensionarse para una separación continua. Dos motores pueden tener una unidad separadora de aceite lubricante común, como en el caso del buque proyecto. Los separadores generalmente se suministran como unidades premontadas.

La unidad separadora vendrá equipada con los siguientes elementos:

- Bomba de alimentación con filtro de succión y válvula de seguridad.
- Precalentador.
- Separador.
- Gabinete de control.

La unidad separadora de aceite lubricante también puede estar equipada con un tanque de lodo intermedio y una bomba de lodos. Esto ofrece flexibilidad en la colocación del separador ya que no es necesario tener un tanque de lodo directamente debajo del separador.

El separador debe ser preferiblemente de un tipo con descarga controlada para minimizar las pérdidas de aceite lubricante.

El caudal del separador se estima con la siguiente fórmula, proporcionada por la guía del motor.

$$Q = \frac{1,35 \cdot P \cdot n}{t}$$

Donde:

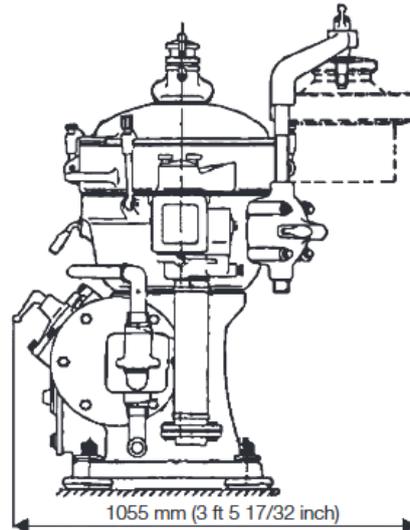
- Q: Caudal en l/h
- P: Potencia de los motores en kW.
- n: 5 para HFO y 4 para MDF
- t: tiempo de operación medido en h/día, con un valor normal de 23.

$$Q = \frac{1,35 \cdot 6000 \cdot 4}{23} = 1408,7 \frac{L}{h} = 1,41 \frac{m^3}{h}$$

Con este caudal se escogerá una unidad separadora del fabricante Alfa Laval, el modelo MAB 206. El catálogo de dicha unidad se muestra en el ANEXO III.

La potencia de la unidad separadora, dada por el fabricante es de:

$$Pot = 3,3 \text{ kW}$$



#### 5.4.4 Bomba de alimentación del separador.

Esta bomba será la encargada de enviar el aceite desde el tanque almacén de aceite. Las bombas de alimentación del separador deben tener caudal y potencia suficiente para cubrir la demanda de la unidad separadora de aceite de lubricación.

Según la guía del producto, la bomba de alimentación debe seleccionarse para que coincida con el rendimiento recomendado del separador. La temperatura más baja prevista en el tanque de aceite del sistema debe tenerse en cuenta a la hora de dimensionar el motor eléctrico.

El caudal de la bomba de alimentación del separador será el mismo que el de la unidad separadora.

$$Q_{BAS} = 1,41 \frac{m^3}{h}$$

La presión de la bomba será de 2 bar.

La potencia que necesita la bomba vendrá dada por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q_b \cdot \rho \cdot h}{3600 \cdot 75 \cdot n} = \frac{1,41 \cdot 880 \cdot 20}{3600 \cdot 75 \cdot 0,7} = 0,13CV \cong 0,1 kW$$

Donde:

- $Q_b$ : Caudal de la bomba.
- $\rho$ : Peso específico del fluido ( $kg/m^3$ )
- $H$ : Incremento de m.c.a (Obtenido de los datos técnicos de los motores).
- $n$ : Rendimiento de la bomba

#### 5.4.5 Bomba de reserva lubricación de aceite.

La bomba de aceite lubricante debe estar provista de una válvula de seguridad. Las características de la bomba son las siguientes:

**Design data:**

Capacity	see <i>Technical data</i>
Design pressure, max	0.8 MPa (8 bar)
Design temperature, max.	100°C
Lubricating oil viscosity	SAE 40
Viscosity for dimensioning the electric motor	500 mm <sup>2</sup> /s (cSt)

Se escoge una bomba de la marca Azcue tanto para la bomba de alimentación como para la bomba de reserva, el modelo BT-HM. Esta bomba es especial para aceites y líquidos lubricantes. El catálogo de la bomba se adjunta como ANEXO.

#### 5.4.6 Filtros de succión.

Según la guía del producto, se recomienda instalar un filtro de succión antes de cada bomba para protegerla de daños. El filtro de succión y la tubería de succión deben dimensionarse ampliamente para minimizar las pérdidas de presión.

El filtro de succión siempre debe estar provisto de alarma para una alta presión diferencial.

La finura del filtro debe ser entre 0,5 y 1 mm.

## 5.5 Sistema de gases de exhaustación.

La guía del motor establece que cada motor debe tener su propio tubo de escape al aire libre. Los gases de exhaustación son conducidos desde los cilindros hasta el colector de gases de escape, donde se igualan las fluctuaciones de presión de los gases de escapa procedentes de los cilindros y el colector.

La contrapresión, la expansión térmica y el soporte son algunos de los factores decisivos del diseño. Los fuelles flexibles deben instalarse directamente a la salida del turbocompresor, para compensar la expansión térmica y evitar daños en el turbocompresor debido a las vibraciones.

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

El caudal de exhaustación que deberán tener vendrá dado por:

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

$$\phi = 48.98 - 11.15 = 37.81 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 136124.93 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

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

$$\varnothing_{exhaustacion} = 136124.93 \cdot 0,8 = 108899.94 \text{ m}^3/h$$

Los cálculos se realizan de forma detallada a lo largo del cuaderno 12.

A continuación, se observa la salida de gases de escape proporcionada por la guía del producto.

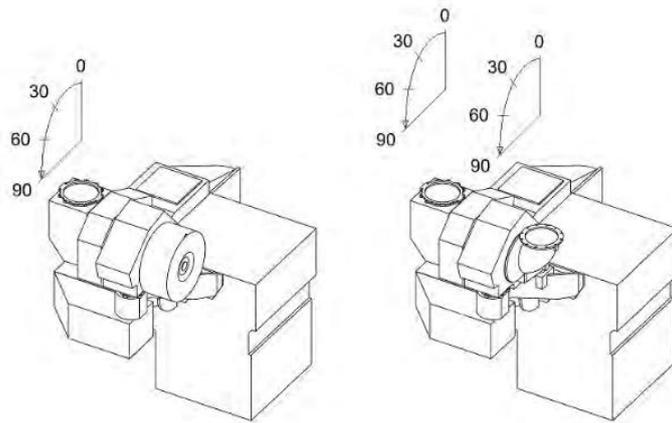


Fig 11-5 Exhaust outlet possibilities, in-line engines

Engine	TC in free end	TC in driving end
W 6L26	0°,30°,45°,60°,90°	0°,30°,45°,60°,90°
W 8/9L26	0°,30°,45°,60°,90°	0°,30°,45°,60°,90°
W 12V26	0°,30°,60°	0°,30°,60°
W 16V28*	0°	0°

### 5.5.1 Sistema interno de gases de exhaustación.

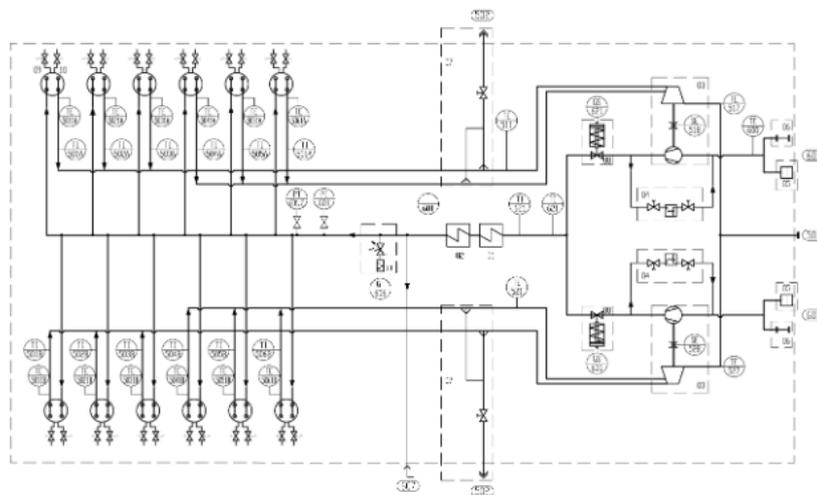


Fig 11-3 Charge air and exhaust gas system 12V, pulse system (DAAE042959a)

System components, 12V-engine			
01	Charge air cooler (HT)	07	Turbine cleaning device
02	Charge air cooler (LT)	08	Charge air shut-off valve (optional)
03	Turbocharger	09	Safety valve
04	Compressor cleaning device	10	Indicator valve
05	Air filter and silencer	11	Air waste gate
06	Suction branch (alternative for 05)		

### 5.5.2 Sistema externo de gases de exhaustación.

A continuación, se muestra el sistema externo de los gases de escape del motor, proporcionado por la guía del producto.

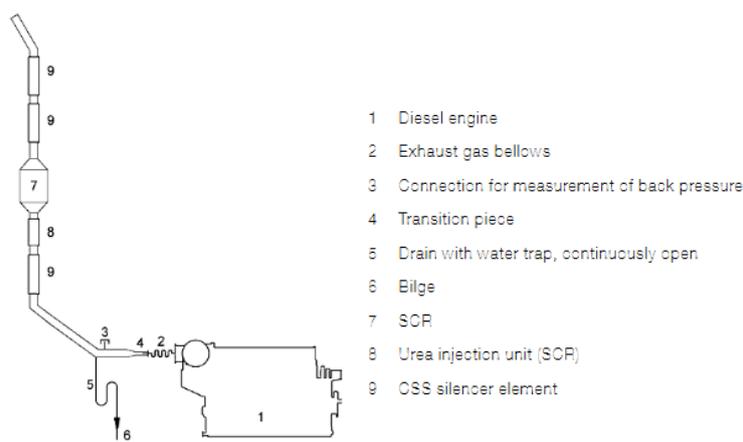


Fig 11-8 External exhaust gas system

A lo largo de los siguientes apartados se irán desarrollando los diferentes elementos que componen el sistema de gases de escape.

### 5.5.3 Tubería de gases de exhaustación.

La tubería debe ser lo más corta y recta posible. Las curvas y expansiones de la tubería deben ser suaves para minimizar la contrapresión.

El diámetro del tubo de escape debe aumentar directamente después del fuelle del turbocompresor. Las curvas de la tubería deben hacerse con el mayor radio de curvatura posible, y este radio no debe ser inferior a 1,5·D.

La velocidad de flujo recomendada en la tubería es de unos 35 o 40 m/s como máximo a la salida. Si hay muchos factores de resistencia en la tubería, o si la tubería es muy larga, entonces la velocidad del flujo debe ser menor.

Según el flujo de masa proporcionado por la guía del motor se puede deducir la velocidad de los gases de escape mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{4 \cdot m'}{1,3 \cdot \frac{273}{273 + T} \cdot \pi \cdot D^2}$$

Donde:

- v: Velocidad de los gases medido en m/s.

- T: Temperatura de los gases de exhaustación en °C.
- m': Flujo de masa de los gases de exhaustación medido en kg/s.
- D: Diámetro de la tubería de los gases de exhaustación en m.

Todos estos datos son proporcionados por la guía del producto en el apartado de "Technical Data".

$$v = \frac{4 \cdot 8,4}{1,3 \cdot \frac{273}{273 + 324} \cdot \pi \cdot 0,700^2} = 36,7 \frac{m}{s}$$

El tubo de escape debe aislarse con material aislante aprobado para las condiciones de operación y debe tener un espesor mínimo de 30 mm considerando la forma del aislamiento montado en el motor.

El aislamiento debe ser continuo y protegido por una placa de cubierta o similar para mantener el aislamiento intacto. Más cerca del turbocompresor el aislamiento debe contener un gancho en el acolchado para facilitar su mantenimiento.

Según el SOLAS, las temperaturas de la superficie deben estar por debajo de 220 °C en el rango de funcionamiento del motor.

#### 5.5.4 Soporte.

Es muy importante que el tubo de escape esté correctamente fijado a un soporte rígido en todas las direcciones directamente después del fuelle del turbocompresor. Debe haber un punto de fijación en ambos lados de la tubería en el soporte.

El primer punto de fijación debe dirigir la expansión térmica lejos del motor. El siguiente soporte debe evitar que la tubería gire alrededor del primer punto de fijación. Se recomienda un montaje absolutamente rígido entre la tubería y el soporte en el primer punto de fijación después del turbocompresor.

Se pueden aceptar soportes resistentes para motores montados de forma flexible con fuelles variantes "dobles" (fuelles capaces de manejar el movimiento adicional), siempre que los soportes sean auto cautivos. La deflexión máxima en el fallo total es inferior a 2 mm radialmente y 4 mm axialmente con respecto al fuelle.

Las frecuencias naturales de los montajes deben estar a una distancia segura de la velocidad de funcionamiento, la frecuencia de disparo del motor. Los soportes elásticos pueden ser soportes de goma de tipo cónico o almohadillas de alambre de acero inoxidable de alta amortiguación.

Se debe proporcionar un aislamiento térmico adecuado para proteger los soportes de goma de las altas temperaturas. Cuando se utiliza el montaje elástico, la alineación de los fuelles de escape debe verificarse regularmente y corregirse cuando sea necesario.

Después del primer punto de fijación se recomiendan los montajes elásticos. Los soportes de montaje deben colocarse en lugares rígidos dentro de la estructura del barco. El soporte debe permitir la expansión térmica y las desviaciones estructurales del barco.

#### 5.5.5 Contrapresión.

La contrapresión máxima permitida del gas de escape se indica en la guía del producto y es de:

$$\text{Contrapresi3n} = 3 \text{ kPa}$$

Cada tubo de escape debe estar provisto de una conexi3n para medir la contrapresión durante la prueba en el mar.

#### 5.5.6 Fuelles de gases de escape.

Los fuelles deben usarse en las tuberías de gases de escape donde la expansi3n térmica o las derivaciones estructurales del barco deben ser segregadas.

El fuelle flexible montado directamente en la salida del turbocompresor sirve para minimizar las fuerzas externas en el turbocompresor y así evitar vibraciones excesivas y posibles daños.

#### 5.5.7 Unidad SCR.

La unidad SCR requiere una disposici3n especial en el motor para mantener la temperatura de los gases de escape y la contrapresión en el rango de trabajo de la unidad SCR.

La tubería de los gases de escape debe estar al menos a 4 metros delante de la unidad SCR.

#### 5.5.8 Silenciadores de gases de escape.

El silenciamiento de los gases de escape puede lograrse mediante la tecnología patentada Compact Silencer System (CSS) o mediante el silenciador de gases de escape convencional.

En el buque proyecto se instalará un silenciador de gases de escape convencional.

### **RUIDO DE ESCAPE:**

El ruido de escape no atenuado generalmente se mide en el conducto de escape. La medici3n en el conducto se transforma en potencia de sonido de campo libre a través de una serie de factores de correcci3n. El espectro de la atenuaci3n requerida en el sistema de escape se logra cuando la potencia de sonido de campo libre (A) se transfiere a la presi3n de sonido (B) en un determinado punto y en comparaci3n con el nivel de presi3n acústica admisible (C).

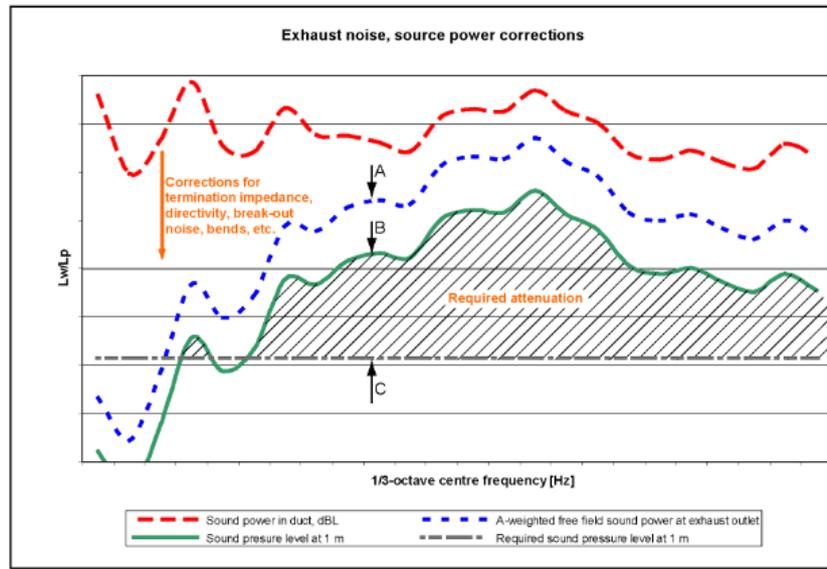


Fig 11-9 Exhaust noise, source power corrections

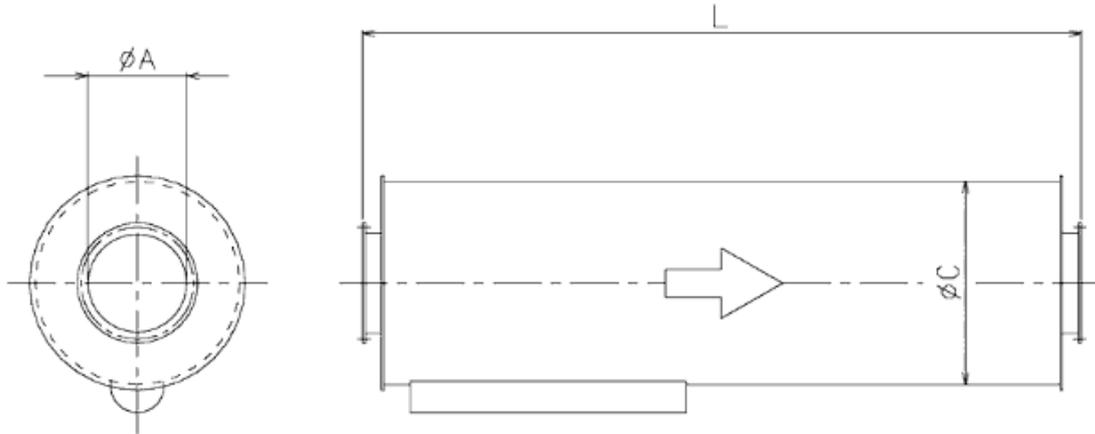
El silenciador convencional puede reducir el nivel de sonido en un área determinada del espectro de frecuencias.

#### **SILENCIADOR CONVENCIONAL:**

Se debe tener en cuenta la disposición más desfavorable del sistema de escape (longitud de las partes rectas en el sistema de escape), ya que puede causar la amplificación del ruido de escape entre la salida del motor y el silenciador.

Por lo tanto, la atenuación del silenciador no proporciona ninguna garantía absoluta para el nivel de ruido después del silenciador.

Cuando se incluye en el alcance del suministro, el silenciador estándar es del tipo de absorción, equipado con un parachispas. También está provisto de un colector de hollín y un drenaje de condensación, pero viene sin soportes de montaje y aislamiento. El silenciador se puede montar horizontal o verticalmente. La atenuación de ruido del silenciador estándar es de 25 o 35 dB (A). Esta atenuación es válida hasta una velocidad de flujo de máxima de 40 m/s.



**Fig 11-11 Exhaust gas silencer (9855MR366)**

**Table 11-1 Typical dimensions of the exhaust gas silencer**

Engine type	A [mm]	C [mm]	Attenuation: 25 dB(A)		Attenuation: 35 dB(A)	
			L [mm]	Weight [kg]	L [mm]	Weight [kg]
6L26	600	1200	3430	890	4280	860
8L26	600	1300	4010	980	5260	1310
9L26	600	1300	4010	980	5260	1310
12V26	700	1600	4550	1470	6060	1910
16V26	800	1700	4840	1930	6340	2490

**Flanges: DIN 2501**

## 5.6 Sistema de aire de arranque.

Para el sistema de aire de arranque de los motores se utiliza aire comprimido y que a su vez proporciona energía de accionamiento para dispositivos de seguridad y control.

Para garantizar la funcionalidad de los componentes en el sistema de arranque, el aire comprimido debe estar libre de partículas sólidas y aceite.

Como se ve en la guía del producto, los motores generadores arrancan a 3 MPa, mientras que la presión mínima recomendada es de 1,8 MPa.

A continuación, se muestra el esquema interno y externo del sistema y se detallarán sus elementos más importantes.

5.6.1 Sistema interno del sistema de aire de arranque.

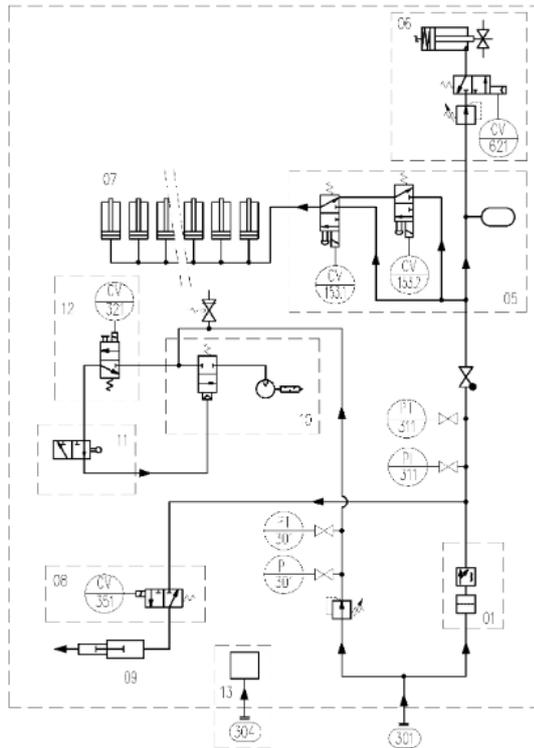


Fig 8-1 Internal compressed air system, in-line engines (DAAE038893a)

System components			
01	Air filter with water separator	09	Booster for governor
05	Stop unit	10	Starting air motor
06	Emergency shut off valve	11	Blocking valve, turning gear engaged
07	Pneumatic stop cylinder at each injection pump	12	Start solenoid valve (with manual switch)
08	Booster solenoid valve	13	Pneumatic speed setting governor

Sensors and indicators			
PT301	Starting air pressure, engine inlet	CV351	Booster valve for governor
PT311	Control air pressure	CV321	Charge air shut off valve
CV153.1	Stop/shutdown solenoid valve	PI01	Starting air pressure, engine inlet
CV153.2	Stop/shutdown solenoid valve 2	PI211	Control air pressure
CV321	Instrument air valve control		

Pipe connections		Size	Pressure class	Standard
301	Starting air inlet, 3 MPa	DN40	PN40	ISO 7005-1
304	Control air to speed governor	OD6	PN250	DIN2353

5.6.2 Sistema externo del sistema de aire de arranque.

El diseño del sistema de aire de arranque está determinado por las normas de clasificación. Las Sociedades de Clasificación requieren que la capacidad total se divida en dos receptores de aire de arranque de igual tamaño y compresores de aire de arranque.

Las tuberías de aire de arranque siempre deben estar ligeramente inclinadas y equipadas con drenaje manual o automático en los puntos más bajos. El aire de los instrumentos para dispositivos de control y seguridad debe tratarse en un secador de aire.

A continuación, se muestra un esquema del sistema externo del sistema de aire de arranque:

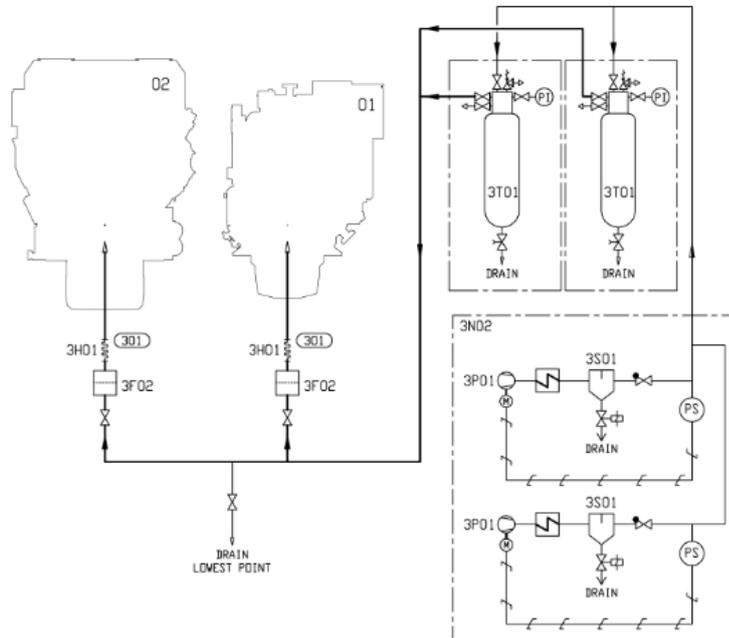


Fig 8-3 Example of external compressed air system (DAAF078379 a)

System components			
01	Diesel engine Wärtsilä L26	3N02	Starting air compressor unit
02	Diesel engine Wärtsilä V26	3P01	Compressor (starting air compressor unit)
3H01	Flexible pipe connection	3S01	Separator (starting air compressor unit)
3F02	Air filter (starting air inlet)	3T01	Starting air vessel

Pos	Pipe connections	Size
301	Starting air inlet	DN40

### 5.6.3 Compresor de aire arranque.

Se deben instalar al menos dos compresores de aire de arranque. Se recomienda que los compresores sean capaces de llenar el recipiente de aire de arranque desde una presión mínima (1,8 MPa) hasta en una presión máxima en unos 30 minutos.

Para la determinación de la capacidad mínima, se deben seguir las reglas de la sociedad de Clasificación.

En los apartados siguientes se calcularán la capacidad y potencia de los compresores.

### 5.6.4 Separadores de agua y aceite.

Se instalará un separador de agua y aceite en la tubería entre el compresor y el recipiente de aire.

### 5.6.5 Botellas de aire de arranque.

Las botellas de aire de arranque se dimensionan para una presión nominal de 3 MPa. El número y la capacidad de los recipientes de aire para motores de propulsión dependen de los requisitos de la Sociedad de Clasificación y del tipo de instalación.

Se utiliza una presión de aire mínima de 1,8 MPa, para calcular el volumen requerido de las botellas.

Las botellas de aire de arranque deben estar equipadas con al menos una válvula manual para el drenaje de condensado.

Para el cálculo del volumen total requerido para el arranque se utilizará la siguiente fórmula:

$$V_R = \frac{P_E \cdot V_E \cdot n}{P_{Rm\acute{a}x} - P_{Rm\acute{i}n}}$$

Donde:

- $V_R$ : Volumen total requerido para el arranque.
- $P_E$ : Presión atmosférica, siendo su valor de 0,1 MPa.
- $V_E$ : Consumo de aire por arranque, medido en Nm<sup>3</sup>.
- $n$ : número de arranques definidos por la Sociedad de Clasificación.
- $P_{Rm\acute{a}x}$ : Presión máxima de arranque, siendo de 3MPa.
- $P_{Rm\acute{i}n}$ : Presión mínima de arranque, siendo de 1,8 MPa.

En cuanto al número de arranques, se recurre a la SS.CC, en el Ch1, Sec 10, Pt 17.3.1, que define n=6 para motores de arranque no reversible, como en el caso del buque proyecto.

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$V_R = \frac{0,1 \cdot (2,1 \cdot 2) \cdot 6}{3 - 1,8} = 2,1 \text{ m}^3 = 2100 \text{ l}$$

El volumen de las botellas se deberá dividir en al menos 2 botellas por generador. Debido a la cantidad de litros que son se instalarán a bordo:

$$4 \text{ BOTE LLAS} \times 525 \frac{\text{l}}{\text{unidad}}$$

A continuación, con el volumen calculado se obtienen las dimensiones de las botellas de aire de arranque, instalando botellas de 710 l/unidad.

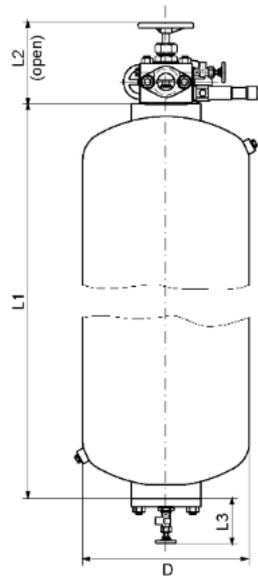


Fig 8-4 Starting air vessel

Size [Litres]	Dimensions [mm]				Weight [kg]
	L1	L2 1)	L3 1)	D	
125	1807	243	110	324	170
180	1217	243	110	480	200
250	1787	243	110	480	274
500	3204	243	133	480	450
710	2740	255	133	650	625
1000	3550	255	133	650	810

1) Dimensions are approximate.

#### 5.6.6 Filtro de aire a la entrada de aire de arranque.

La formación de condensación después del separador de agua (entre el compresor de aire de arranque y los recipientes de aire de arranque) crea y afloja el óxido abrasivo de las tuberías, los accesorios y los receptores. Por lo tanto, se instalará un filtro antes de la entrada de aire de arranque en el motor para evitar que entren partículas en el equipo de aire de arranque. Se usará un filtro tipo Y con una pantalla de acero inoxidable y una malla de 400 µm. La caída de presión no debe exceder los 20 kPa (0,2 bar) para el consumo de aire de arranque específico del motor en un lapso de tiempo de 4 segundos.

##### 5.6.6.1 Cálculo del compresor

Se deben instalar como mínimo 1 compresor de aire de arranque por cada generador. Es recomendable que los compresores sean capaces de llenar los depósitos de aire desde la presión mínima (1,8 MPa) hasta la máxima.

Para el cálculo del volumen aspirado, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_1 \cdot V_1^K = P_2 \cdot V_2^K$$

Donde:

- P<sub>1</sub>: Presión atmosférica tomando 1 bar.
- P<sub>2</sub>: Presión mínima de llenado 1,8 MPa.
- V<sub>1</sub>: Volumen que ha de aspirarse.
- V<sub>2</sub>: Volumen total para el arranque. 2,1 m<sup>3</sup> y 1,05 m<sup>3</sup> para cada generador
- K: Coeficiente de compresión adiabática que es 1,4.

Sustituyendo:

$$0,1 \cdot V_1^{1,4} = 1,8 \cdot 1,05^{1,4}$$

$$V_1 = 828 \text{ m}^3$$

Para conseguir rellenar ese volumen en 15 minutos, tendrá que tener cada compresor una capacidad mínima de:

$$V_1 = 33,10 \frac{m^3}{h} = 9,2 \frac{l}{s}$$

Con esta capacidad, se escoge un compresor de la marca Atlas Copco que cubra las necesidades exigidas.

COMPRESSOR TYPE	Maximum working pressure*		FAD at normal working pressure and 1,500 rpm (50 Hz)			FAD at normal working pressure and 1,800 rpm (60 Hz)			Installed recommended power		Noise level dB(A)**	
	bar(e)	psig	l/s	m³/min	cfm	l/s	m³/min	cfm	kW	hp	Unsilenced	Base-mounted, silenced
<b>10 BAR LF</b>												
LF 2-10	10	145	3.1	0.19	6.6	3.6	0.22	7.6	1.5	2	82/84	67/69
LF 3-10	10	145	4	0.24	8.5	4.6	0.28	9.7	2.2	3	83/85	68/70
LF 5-10	10	145	8.2	0.49	17.4	9.1	0.55	19.3	4	5.5	83/85	68/70
LF 7-10	10	145	11	0.66	23.3	12	0.72	25.4	5.5	7.5	84/86	72/74
LF 10-10	10	145	15.5	0.93	32.8	18.2	1.1	38.6	7.5	10	86/88	74/76
<b>10 BAR LE</b>												
LE 2-10	10	145	3.4	0.2	7.2	3.9	0.23	8.3	1.5	2	78/80	63/65
LE 3-10	10	145	4.4	0.26	9.3	5.1	0.31	10.8	2.2	3	79/81	64/66
LE 5-10	10	145	8.4	0.5	17.8	9.7	0.58	20.6	4	5.5	79/81	64/66
LE 7-10	10	145	11.7	0.7	24.8	13.6	0.82	28.2	5.5	7.5	80/82	68/70
LE 10-10	10	145	15.7	0.94	33.3	18.2	1.04	38.6	7.5	10	81/81	68/69
LE 15-10	10	145	23.9	1.43	50.7	28.7	1.70	60.8	11	15	89/90	78/78
LE 20-10	10	145	31.7	1.90	67.2	37.2	2.26	78.8	15	20	88/89	76/78
<b>15 BAR LT</b>												
LT 2-15	15	218	3.1	0.19	6.6	3.6	0.22	7.6	1.5	2	78/80	63/65
LT 3-15	15	218	4.0	0.25	8.5	4.7	0.28	10	2.2	3	79/81	64/66
LT 5-15	15	218	6.7	0.4	14.2	7.9	0.47	16.7	4	5.5	79/81	64/66
LT 7-15	15	218	9.2	0.56	19.5	10.9	0.65	23.1	5.5	7.5	80/81	68/70
LT 10-15	15	218	11.7	0.7	24.8	-	-	-	7.5	10	81/--	68
<b>20 BAR LT</b>												
LT 2-20	20	290	2.1	0.13	4.5	2.7	0.16	5.7	1.5	2	78/80	63/65
LT 3-20	20	290	2.9	0.17	6.1	3.6	0.22	7.6	2.2	3	79/81	64/66
LT 5-20	20	290	5	0.3	10.6	6.3	0.38	13.3	4	5.5	79/81	64/66
LT 7-20	20	290	6.7	0.4	14.2	8.4	0.5	17.8	5.5	7.5	80/82	68/70
LT 10-20	20	290	9.1	0.55	19.3	13.6	0.82	28.8	7.5	10	81/83	68/70
LT 15-20	20	290	15.1	0.91	29.1	17.7	1.06	37.5	11	15	86/89	75/83
LT 20-20	20	290	18	1.08	38.1	20.9	1.25	44.3	15	20	86/88	78/81
<b>30 BAR LT</b>												
LT 3-30	30	435	2.5	0.15	5.3	3.1	0.19	6.6	2.2	3	79/81	64/66
LT 5-30	30	435	4.4	0.26	9.3	5.5	0.33	11.7	4	5.5	79/81	64/66
LT 7-30	30	435	6.4	0.38	13.6	8	0.48	17	5.5	7.5	80/82	68/70
LT 10-30	30	435	8.5	0.51	18	-	-	-	7.5	10	81/--	68/--
LT 15-30	30	435	9.3	0.56	19.7	11.1	0.67	23.5	11	15	85/89	76/85
LT 20-30	30	435	17	1.02	36	19.7	1.18	41.7	15	20	86/88	80/83

Se instalará el modelo LT 15-30, que tiene una potencia de 11 kW.

## 6. DISPOSICIÓN DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.

En este apartado se desglosarán todos los equipos y elementos de los distintos sistemas que se disponen en la cámara de máquinas del buque proyecto, además se realizará un pequeño dimensionamiento del sistema de ventilación de cámara de máquinas.

También se mostrará un plano de la disposición de cámara de máquinas con todos los equipos que componen los sistemas que están en cámara de máquinas.

### 6.1 Cálculo de ventilación de cámara de máquinas.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

- $q_c$ : Flujo de aire necesario para la combustión en  $m^3/s$ .
- $m$ : Consumo de aire en  $kg/s$ .
- $p$ : Densidad del aire, estimado en  $1,15 \text{ kg}/m^3$ .

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

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

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

Donde:

- $q_{rad}$ : Flujo de aire necesario para la evacuación del calor.
- $\Phi_{dg}$ : Emisión de calor del generador, en kW.
- $\Phi_{el}$ : Emisión de calor de las instalaciones eléctricas, en kW.
- $\Phi_0$ : Emisión de calor de otros componentes, en kW.
- $q_c$ : Flujo de aire necesario para la combustión, en  $m^3/s$ .
- $p$ : Densidad del aire, estimada en  $1,15$  según la Project Guide.
- $c$ : Calor específico del aire ( $1,01 \text{ kJ}/\text{kgK}$ )
- $\Delta T$ : Aumento de temperatura en la cámara de máquinas (K).

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Estos ventiladores constan de las siguientes características:

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

$$P_{unitaria} = 37 kW$$

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

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

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

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

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

El caudal de exhaustación que deberán tener vendrá dado por:

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

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

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

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

## 6.2 Lista de equipos en cámara de máquinas.

A continuación, se muestra un listado de los equipos que se disponen en la cámara de máquinas. Este listado recoge tanto los equipos de los sistemas auxiliares de propulsión calculados anteriormente, así como los equipos de los sistemas auxiliares del buque calculados en el cuaderno 12.

Los equipos están enumerados con la marca de identificación que tienen en la disposición de la cámara de máquinas, que se puede observar en apartados posteriores.

Cuaderno 10 – REMOLCADOR ROMPEHIELOS 90 TPF  
Miguel Burgos Torres

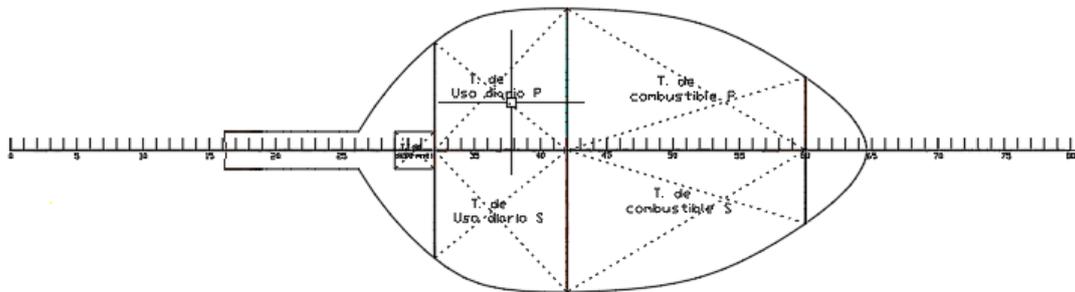
GRUPO	SERVICIO	NUMERO	ELEMENTO	CANTIDAD	MARCAS	CLASE	TIPO	MARCA Y MODELO (NOTA 3)	CAUDAL	ALTURA ELEVACIÓN	FLUIDO	DENSIDAD	POTENCIA CALEFACCION	POTENCIA REFRIGERACION	FUENTE TERMICA	RENDIMIENTO MECÁNICO	POTENCIA MECÁNICA	RENDIMIENTO ELÉCTRICO	POTENCIA ELÉCTRICA UNITARIA	
									m3/h	mca		kg/m3	KW	KW	TIPO	KW	Kwe			
1.PROPULSION Y GENERACIÓN	PROPULSIÓN	1.1	Motor propulsor	2	1	Motor	Síncrono	ABB AziPod ICE	-	-	-	-	-	-	-	-	3000	0,95	3157,89	
	GENERACIÓN	1.2	Grupo generador	2	2	Grupo generador	Diésel AC 50Hz	artsila 12V26 3915 KW @ 1000 RPM	V2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2. AUXILIARES DE PROPULSIÓN	REFRIGERACIÓN	2.1.1	Bomba agua dulce HT	2	14	Bomba	Centrífuga	Azcue CP	75	50	AGUA DULCE	1000	-	-	-	-	0,7	14,8	0,9	16,44
		2.1.2	Bomba agua dulce LT	2	13	Bomba	Centrífuga	Azcue CP	75	50	AGUA DULCE	1000	-	-	-	-	0,7	14,8	0,9	16,44
		2.1.3	Enfriador	1	9	Enfriador	Intercambiador	-	75	50	AGUA	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.1.4	Bomba precalentador	2	15	Bomba	Centrífuga	Azcue RA	12	10	AGUA DULCE	1000	-	-	-	-	0,75	4,42	0,9	4,91
		2.1.5	Precalentador	1	16	Calentador	Eléctrico	-	12	-	AGUA DULCE	1000	78,25	-	-	Eléctrico	-	-	1	78,25
	LUBRICACIÓN	2.2.1	Unidad separadora	1	8	Purificadora	Centrífuga	ALFA LAVAL MAB 206	1,5	-	ACEITE LUBRICANTE	900	-	-	-	-	-	-	-	3,3
		2.2.2	Bomba alimentación	1	7	Bomba	Centrífuga	Azcue BB-HM	1,41	8	ACEITE LUBRICANTE	900	-	-	-	-	0,7	0,1	0,9	0,11
		2.2.3	Bomba alimentación reserva	1	23	Bomba	Centrífuga	Azcue BB-HM	1,41	8	ACEITE LUBRICANTE	900	-	-	-	-	0,7	0,1	0,9	0,11
	COMBUSTIBLE	2.3.1	Bomba circulación MDO	2	5	Bomba	De tornillo	Azcue BB-HH	6,1	16	MDO	880	-	-	-	-	0,75	0,94	0,9	1,04
		2.3.2	Filtro fino	2	-	Filtro	Duplex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.3.3	Enfriador	2	-	Enfriador	Intercambiador	-	6,1	8	MDO	880	-	-	-	-	0,7	24	0,9	26,7
		2.3.4	B.circulación separador	1	24	Bomba	Centrífuga	Azcue BB-HH	30	50	MDO	880	-	-	-	-	0,75	0,85	0,9	0,9
		2.3.5	Separador	1	-	Separador	Separador	-	1004	50	MDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AIRE COMPRIMIDO	2.4.1	Compresor de aire de arranque	2	6	Compresor	Alternativo	Atlas Copco LT 15-30	33,1	300	AIRE	-	-	-	-	-	-	-	-	11
		2.4.2	Botellas de aire de arranque	4	-	Botellas	710 Litros	-	-	300	AIRE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. AUXILIARES DEL BUQUE	SENTINAS	2.5.1	Bomba de sentinas	2	22	Bomba	Centrífuga	-	11,95	70	AGUA SALADA	1025	-	-	-	-	0,6	0,39	0,9	0,43
	CONTRAINCENDIOS	2.6.1	Bomba contraincendios	2	10	Bomba	Centrífuga	-	25	90	AGUA SALADA	1025	-	-	-	-	0,85	7,46	0,9	8,29
		2.6.2	Bomba de emergencia	1	12	Bomba	Centrífuga	-	15	90	AGUA SALADA	1025	-	-	-	-	0,85	4,48	0,9	4,98
		2.6.3	Bomba monitores	1	11	Bomba	Centrífuga	Jason OGF 300X400	1200	12	AGUA SALADA	1025	-	-	-	-	0,85	45	0,9	50
	AGUA SANITARIA	2.7.1	Bomba de suministro	2	17	Bomba	Centrífuga	-	3,17	52,8	AGUA DULCE	1000	-	-	-	-	0,7	1,48	0,9	1,64
		2.7.2	Bomba de circulación	2	18	Bomba	Centrífuga	-	0,015	18,8	AGUA DULCE	1000	-	-	-	-	0,7	0,1	0,9	0,11
		2.7.3	Calentador	1	19	Calentador	200 litros	-	3,17	-	AGUA DULCE	1000	15	-	Eléctrico	-	-	-	1	15
	TANQUES	2.7.4	Tanque hidróforo	1	20	Tanque	225 litros	-	3,17	67,85	AGUA DULCE	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.8.1	Ventiladores CM	4	-	Ventilador	Axial	SODECA CMRS-900-4T-50 IE3	54300	0,02	AIRE	1013	-	-	-	-	-	37	0,9	41,1
	VENTILACIÓN ESPACIOS	2.8.2	Extraccion CM	2	-	Ventilador	Axial	SODECA CMRS 900-4T-50 IES	54300	0,02	AIRE	1013	-	-	-	-	-	37	0,9	41,1
		2.9.1	Ventilador Espacios públicos	4	-	Ventilador	-	Casals, HJEPa 35 M4	1850	-	AIRE	1013	-	-	-	-	-	0,075	0,9	0,083
		2.9.2	Ventilador aseos	7	-	Ventilador	-	Casals BT 200 M2	1000	-	AIRE	1013	-	-	-	-	-	0,176	0,9	0,196
		2.9.3	Ventilador pañoles	2	-	Ventilador	-	Casals BT 125 M2	350	-	AIRE	1013	-	-	-	-	-	0,086	0,9	0,096
2.9.4		Ventilador cocina	1	-	Ventilador	-	Casals TN/SP 20 T4	1800	-	AIRE	1013	-	-	-	-	-	0,18	0,9	0,200	
2.9.5		Ventilador Sala Baterías	1	-	Ventilador	-	Casals HJEPa 20 M4	500	-	AIRE	1013	-	-	-	-	-	0,03	0,9	0,033	

### 6.3 Disposición de la cámara de máquinas.

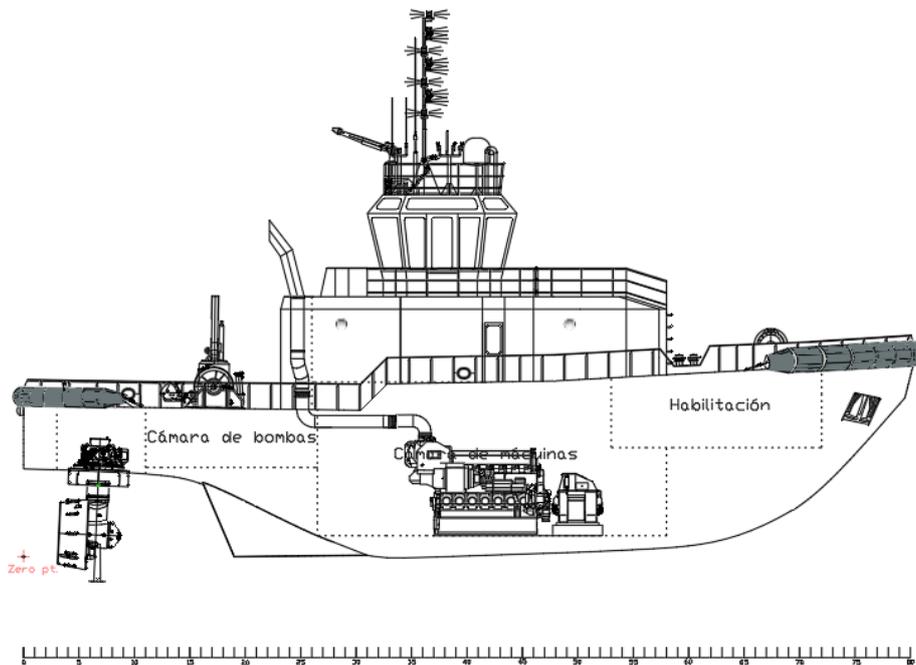
A continuación, se muestra la disposición de la cámara de máquinas del buque proyecto con las siguientes vistas:

- Planta en el nivel en el que se disponen los equipos, visualizando el techo de los tanques.
- Sección longitudinal en la que se muestra los generadores y los motores propulsores.
- Disposición de la cámara de máquinas que incluye los equipos de la lista mostrada en el apartado anterior.

A continuación, se muestra la planta en la que se disponen los equipos, visualizando el techo de los tanques.



La siguiente imagen muestra la sección longitudinal en la que se muestran los generadores junto con la exhaustación y los motores propulsores.



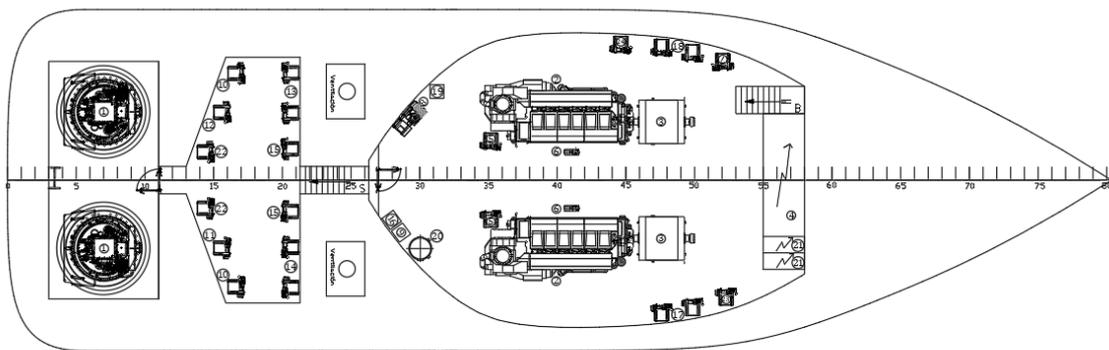
Por último, se muestra la disposición de la cámara de máquinas que incluye los equipos de la lista de equipos mostrada en apartados anteriores. Los equipos están numerados y están referenciados en la lista de equipos.

En la cubierta de cámara de máquinas se pueden diferenciar diferentes alturas.

En primer lugar, la cámara de máquinas se encuentra a un 1 metro sobre L.B, en donde se encuentran los generadores y gran parte de los equipos.

En segundo lugar, hay una zona que se encuentra a 4,05 metros sobre L.B. Esta zona habilitada como sala de bombas y está entre los locales de AziPods y la cámara de máquinas donde se disponen los motores generadores.

Esta sala está separada de los espacios contiguos mediante mamparos estancos.



En el ANEXO se incluyen los planos de la cámara de máquinas, tanques y disposición general.

# ***ANEXO I: Guía del motor (12V26)***

### 3.2.4 Wärtsilä 12V26

Wärtsilä 12V26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
<b>Cylinder output</b>	<b>kW/cyl</b>	<b>325</b>	<b>340</b>	<b>325</b>	<b>340</b>
<b>Engine speed</b>	<b>rpm</b>	<b>900</b>	<b>1000</b>	<b>900</b>	<b>1000</b>
Engine output	kW	3900	4080	3900	4080
Mean effective pressure	MPa	2.55	2.4	2.55	2.4
<b>Combustion air system (Note 1)</b>					
Flow of air at 100% load	kg/s	7.4	8.1	7.8	8.2
Temperature at turbocharger intake, max.	°C	45	45	45	45
Air temperature after air cooler, nom. (TE801)	°C	50	50	50	50
<b>Exhaust gas system (Note 2)</b>					
Flow at 100% load	kg/s	7.7	8.4	8.0	8.4
Flow at 85% load	kg/s	6.8	7.3	6.8	7.1
Flow 75% load	kg/s	6.0	6.7	6.0	6.2
Flow 50% load	kg/s	4.2	4.7	3.7	4.3
Temp. after turbo, 100% load (TE517)	°C	343	324	318	324
Temp. after turbo, 85% load (TE517)	°C	343	319	327	328
Temp. after turbo, 75% load (TE517)	°C	349	321	339	341
Temp. after turbo, 50% load (TE517)	°C	387	344	402	388
Backpressure, max.	kPa	3.0	3.0	3.0	3.0
Exhaust gas pipe diameter, min	mm	700	700	700	700
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	695	717	695	717
<b>Heat balance (Note 3)</b>					
Jacket water, HT-circuit	kW	898	744	872	744
Charge air, HT-circuit	kW	884	1048	897	1048
Charge air, LT-circuit	kW	338	398	380	398
Lubricating oil, LT-circuit	kW	578	812	584	812
Radiation	kW	184	184	185	184
<b>Fuel system (Note 4)</b>					
Pressure before injection pumps (PT101)	kPa	700±50	700±50	700±50	700±50
Engine driven pump capacity at 12 cSt (MDF only)	m³/h	4.8	5.2	4.8	5.2
Fuel flow to engine (without engine driven pump), approx.	m³/h	3.3	3.5	3.3	3.5
HFO viscosity before engine	cSt	18...24	18...24	18...24	18...24
HFO temperature before engine, max. (TE 101)	°C	140	140	140	140
MDF viscosity, min	cSt	2.0	2.0	2.0	2.0
MDF temperature before engine, max. (TE 101)	°C	45	45	45	45
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	188.8	193.4	190.8	193.4
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	188.7	192.5	187.7	190.8
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	191.0	194.4	189.8	192.5
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	201.3	208.1	195.8	200.4
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	15.4	18.4	15.5	18.4
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	3.1	3.3	3.1	3.3

3. Technical Data

Wärtsilä 26 Product Guide

Wärtsilä 12V26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Cylinder output	kW/cyl	325	340	325	340
Engine speed	rpm	900	1000	900	1000
<b>Lubricating oil system (Note 5)</b>					
Pressure before bearings, nom. (PT201)	kPa	450	450	450	450
Pressure after pump, max.	kPa	800	800	800	800
Suction ability including pipe loss, max.	kPa	30	30	30	30
Priming pressure, nom. (FT201)	kPa	80	80	80	80
Temperature before bearings, nom. (TE201)	°C	83	83	83	83
Temperature after engine, approx.	°C	79	79	79	79
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	99	110	99	110
Pump capacity (main), stand-by	m³/h	83	83	83	83
Priming pump capacity, 50Hz/60Hz	m³/h	20 / 25	20 / 25	20 / 25	20 / 25
Oil volume, wet sump, nom.	m³	2.4	2.4	2.4	2.4
Oil volume in separate system oil tank, nom.	m³	5.3	5.5	5.3	5.5
Oil consumption (100% load), approx.	g/kWh	0.5	0.5	0.5	0.5
Crankcase ventilation flow rate	l/min/cyl	150	150	150	150
Crankcase backpressure (max)	kPa	0.3	0.3	0.3	0.3
Oil volume in speed governor	l	1.4 / 2.0	1.4 / 2.0	1.4 / 2.0	1.4 / 2.0
<b>High temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT401)	kPa	280 + static	350 + static	280 + static	350 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT401)	kPa	500	500	500	500
Temperature before cylinders, approx. (TE401)	°C	73	73	73	73
HT-water out from the engine, nom (TE402)	°C	93	93	93	93
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	80	87	80	87
Pressure drop over engine	kPa	180	180	180	180
Pressure drop in external system, max.	kPa	80	80	80	80
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
Water volume in engine	m³	0.55	0.55	0.55	0.55
<b>Low temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT471)	kPa	280 + static	350 + static	280 + static	350 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT471)	kPa	500	500	500	500
Temperature before engine (TE471)	°C	25...38	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	80	87	80	87
Pressure drop in external system, max.	kPa	80	80	80	80
Pressure drop over charge air cooler	kPa	50	50	50	50
Pressure drop over oil cooler	kPa	71	71	71	71
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
<b>Starting air system (Note 6)</b>					
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000	3000
Pressure, max.	kPa	3300	3300	3300	3300

Wärtsilä 12V28		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Cylinder output	kW/cyl	325	340	325	340
Engine speed	rpm	900	1000	900	1000
Low pressure limit in air vessels	kPa	1000	1000	1000	1000
Starting air consumption, start (successful)	Nm <sup>3</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0

**Notes:**

- Note 1 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Flow tolerance 5%.
- Note 2 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C). Flow tolerance 5% and temperature tolerance 20°C.
- Note 3 The heat balances are made for ISO 15550 standard reference conditions. The heat balances include engine driven pumps (two water pumps and one lube oil pump).
- Note 4 According to ISO 15550, lower calorific value 42700 kJ/kg at constant engine speed, with engine driven pumps/two cooling water + one lubricating oil pumps). Tolerance 5%. The fuel consumption at 85 % load is guaranteed and the values at other loads are given for indication only.
- Note 5 Speed governor oil volume depends on the speed governor type.
- Note 6 At manual starting the consumption may be 2...3 times lower.

ME = Engine driving propeller, variable speed

AE = Auxiliary engine driving generator

DE = Diesel-Electric engine driving generator

Subject to revision without notice.

# ***ANEXO II:*** ***Catálogos***



## MAB 206

### Solids-retaining Centrifugal Separator

#### Efficient oil cleaning

Clean oil is crucial for the safe, reliable and economical running of virtually all kinds of equipment that uses oils for either fuel, lubrication or in hydraulic systems. Clean oil reduces wear and corrosion on all equipment installed downstream, thus helping avoid breakdowns and cutting back on downtime throughout a plant or installation.

#### The impact of contaminants in oil

Contaminants in lubricating and hydraulic oils have serious effects on system performance, operating costs and durability.

For example, the presence of solid particles:

- abrades metal surfaces
- increases friction
- clogs filters

Similarly, if water is present in the oil, this:

- causes corrosion
- reacts with additives
- forms oil/water emulsions
- causes significant deterioration in the performance of the oil.
- eliminates or reduces corrosion by removing any water present in the oil

#### Standard equipment

The separator is working either with two or three phases and could easily be changed between the two different versions: clarifier and purifier.

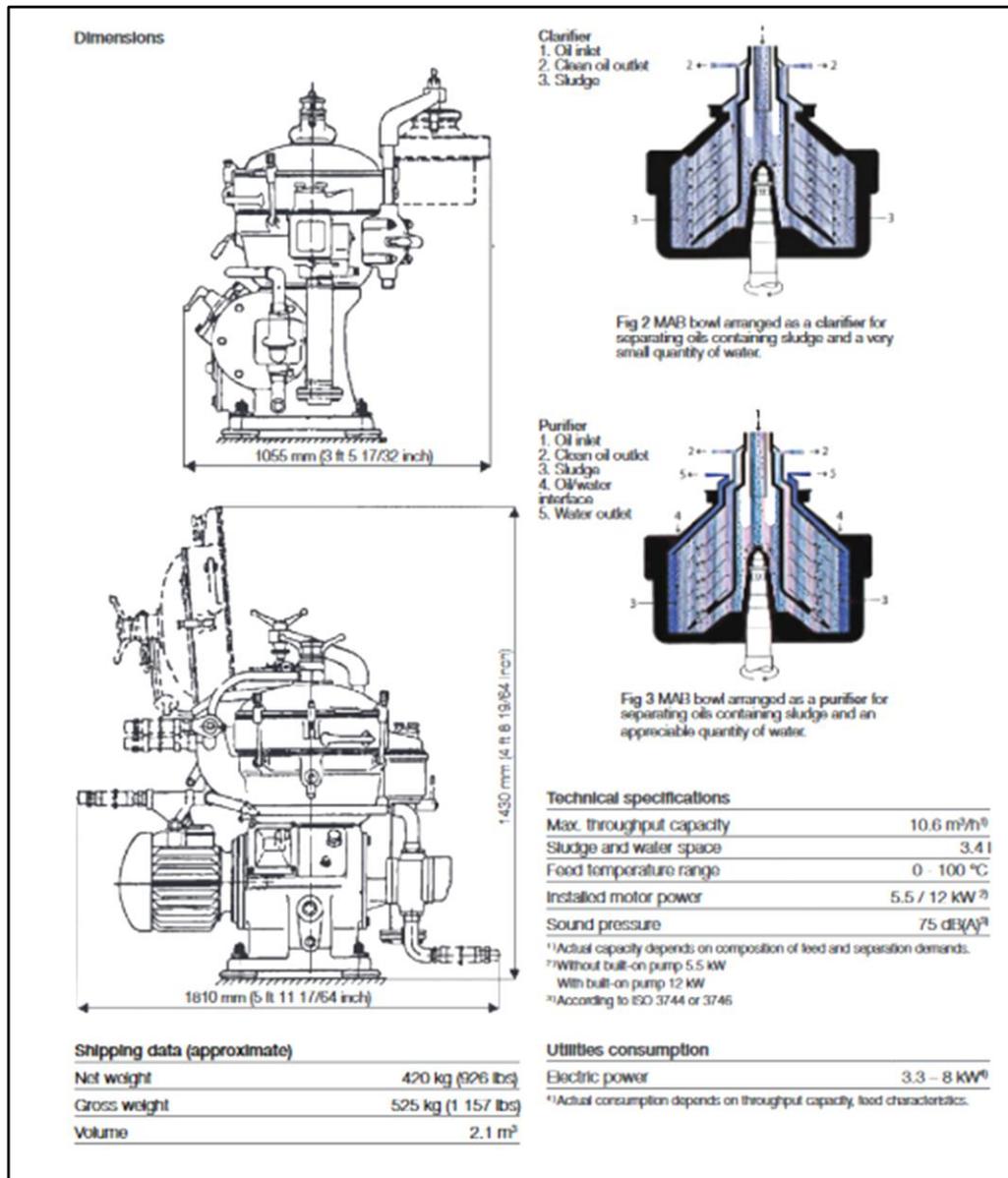


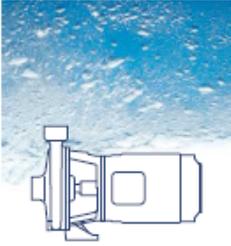
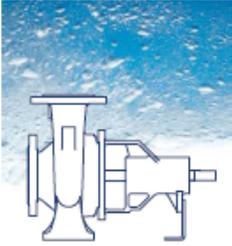
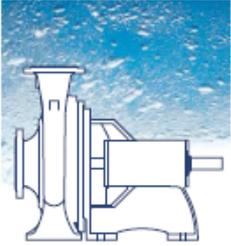
MAB 206 complete with motor

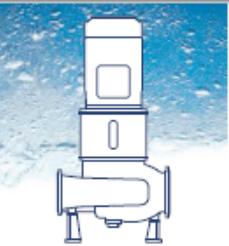
#### Features and benefits

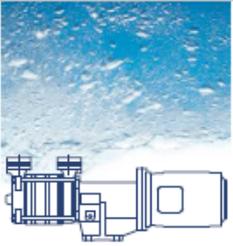
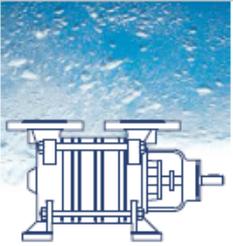
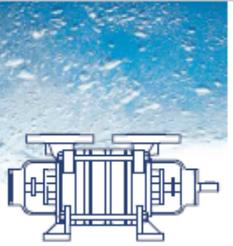
Compact and robust design with the following benefits:

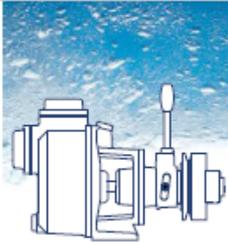
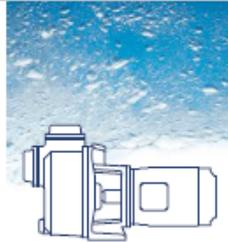
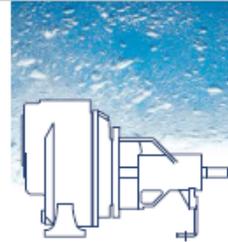
- Simple installation, operation and maintenance
- Internal parting disc for discharge of clean oil
- Large sludge space
- Sludge basket for easy removal of sludge
- Flexibility: the bowl may be used either as purifier or clarifier
- Extremely reliable, ensuring long service life eliminates or reduces corrosion by removing any water present in the oil

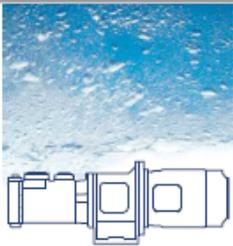
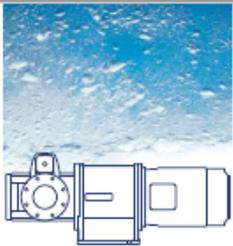


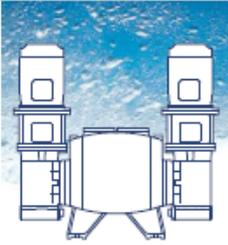
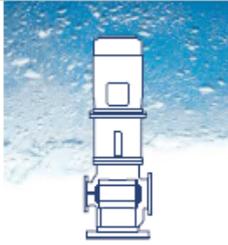
				
	<b>CP</b>	<b>MN</b>	<b>AN</b>	<b>BOB</b>
	<p><b>Q &lt; 75 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 50 m</b> <b>DN 1" – 3"</b> <b>T &lt; 80°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 500 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 100 m</b> <b>DN 32 – 150</b> <b>T &lt; 120°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 700 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 100 m</b> <b>DN 32 – 150</b> <b>T &lt; 120 (190)°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 2000 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 30 - 150 m</b> <b>DN 100 - 250</b> <b>T &lt; 120°C</b></p>
	<p><b>Bomba centrífuga monobloc para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doméstico</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Calefacción</li> <li>• Marina</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga monobloc, basada en DIN 24255, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeración</li> <li>• Riego</li> <li>• Aire acondicionado</li> <li>• Calefacción</li> <li>• Marina</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga según DIN 24255, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de aguas</li> <li>• Riego</li> <li>• Aire acondicionado</li> <li>• Calefacción</li> <li>• Marina</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga robusta para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contra incendios</li> <li>• Aire acondicionado</li> <li>• Riego</li> <li>• Marina</li> <li>• Refrigeración</li> </ul>
	<p><i>Close coupled centrifugal pump for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domestic</li> <li>• Cooling</li> <li>• Heating</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><i>Close coupled centrifugal pump, based on DIN 24255 for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooling</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Air conditioning</li> <li>• Heating</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><i>Centrifugal pump, based on DIN 24255 for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water treatment</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Air conditioning</li> <li>• Heating</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><i>Robust centrifugal pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fire fighting</li> <li>• Air conditioning</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Marine</li> <li>• Cooling</li> </ul>
	<p><b>Pompe centrifuge monobloc pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domestique</li> <li>• Réfrigération</li> <li>• Chauffage</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge monobloc, base DIN 24255, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réfrigération</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Climatisation</li> <li>• Chauffage</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge, base DIN 24255, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des eaux</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Climatisation</li> <li>• Chauffage</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge robuste, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendie</li> <li>• Climatisation</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Marine</li> <li>• Réfrigération</li> </ul>

			
LN	VM	CM	LD
<p><b>Q &lt; 140 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 100 m</b> <b>DN 50 – 80</b> <b>T &lt; 120°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 1000 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 130 m</b> <b>DN 50 – 150</b> <b>T &lt; 120°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 1500 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 130 m</b> <b>DN 50 – 250</b> <b>T &lt; 120°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 4000 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 60 m</b> <b>DN 300-400</b> <b>T &lt; 120°C</b></p>
<p><b>Bomba centrífuga vertical monobloc IN-LINE, basada en DIN 24255, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeración</li> <li>• Calefacción</li> <li>• Aire acondicionado</li> <li>• Marina</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga vertical monobloc IN-LINE, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marina</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Abastecimiento de agua</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga vertical IN-LINE, con acoplamiento elástico para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marina</li> <li>• Congeneración</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Aire acondicionado</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga vertical IN-LINE, rodete doble aspiración, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marina</li> <li>• Congeneración</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Aire acondicionado</li> </ul>
<p><i>Vertical IN-LINE close coupled centrifugal pump, based on DIN 24255, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooling</li> <li>• Heating</li> <li>• Air conditioning</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><i>Vertical IN-LINE close coupled centrifugal pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Cooling</li> <li>• Water supply</li> </ul>	<p><i>Vertical IN-LINE centrifugal pump, with flexible coupling for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Power plants</li> <li>• Cooling</li> <li>• Air conditioning</li> </ul>	<p><i>Vertical IN-LINE centrifugal pump, double suction impeller, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Power plants</li> <li>• Cooling</li> <li>• Air conditioning</li> </ul>
<p><b>Pompe centrifuge monobloc IN-LINE, base DIN 24255, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeration</li> <li>• Chauffage</li> <li>• Climatisation</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge monobloc IN-LINE, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Réfrigération</li> <li>• Alimentation des eaux</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge IN-LINE, avec accouplement élastique pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Co-Generation</li> <li>• Réfrigération</li> <li>• Climatisation</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge IN-LINE, roue double aspiration, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Co-Generation</li> <li>• Réfrigération</li> <li>• Climatisation</li> </ul>

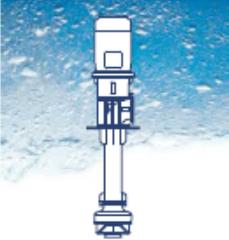
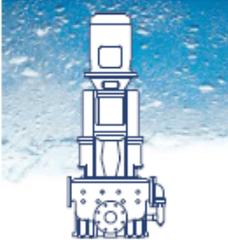
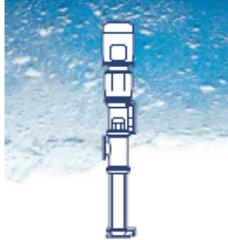
			
<b>MA</b>	<b>MO</b>	<b>BR</b>	<b>BR-RR</b>
<p><b>Q &lt; 3 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 60 m</b> <b>DN 1"</b> <b>T &lt; 90°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 9 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 225 m</b> <b>DN 1" - 1 1/2"</b> <b>T &lt; 90°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 45 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 225 m</b> <b>DN 25 – 65</b> <b>T &lt; 90°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 45 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 225 m</b> <b>DN 25 – 65</b> <b>T &lt; 90°C</b></p>
<p><b>Bomba canal lateral autoaspirante monobloc, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróforo A, D, y A, S,</li> <li>• Agua caliente</li> <li>• Trasiego de líquidos volátiles</li> </ul>	<p><b>Bomba canal lateral autoaspirante multicelular, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróforo A, D, y A, S,</li> <li>• Agua caliente</li> <li>• Trasiego de líquidos volátiles</li> </ul>	<p><b>Bomba canal lateral autoaspirante multicelular, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidróforo A, D, y A, S,</li> <li>• Extracción de condensados</li> <li>• Trasiego de líquidos volátiles</li> </ul>	<p><b>Bomba canal lateral autoaspirante multicelular reforzada, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentación de calderas</li> <li>• Extracción de condensados</li> <li>• Hidróforo A, D, y A, S.</li> <li>• Trasiego de líquidos volátiles</li> </ul>
<p><b>3</b></p> <p><i>Self-priming close coupled side channel pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S.W and F.W. hydrophore</li> <li>• Hot water</li> <li>• Volatile liquids transfer</li> </ul>	<p><i>Self-priming multistage side channel pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S.W and F.W. hydrophore</li> <li>• Hot water</li> <li>• Volatile liquids transfer</li> </ul>	<p><i>Self-priming multistage side channel pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S.W and F.W. hydrophore</li> <li>• Condensate extraction</li> <li>• Volatile liquids transfer</li> </ul>	<p><i>Reinforced self-priming multistage side channel pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boiler feed</li> <li>• Condensate extraction</li> <li>• S.W and F.W. hydrophore</li> <li>• Volatile liquids transfer</li> </ul>
<p><b>Pompe à canal latéral auto-amorçante monobloc, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrophore E.D. et E.M</li> <li>• Eau chaude</li> <li>• Transfert liquides volatiles</li> </ul>	<p><b>Pompe à canal latéral auto-amorçante multicellulaire, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrophore E.D. et E.M</li> <li>• Eau chaude</li> <li>• Transfert liquides volatiles</li> </ul>	<p><b>Pompe à canal latéral auto-amorçante multicellulaire, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrophore E.D. et E.M</li> <li>• Extraction des condensats</li> <li>• Transfert liquides volatiles</li> </ul>	<p><b>Pompe à canal latéral auto-amorçante multicellulaire renforcée, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentation de chaudières</li> <li>• Extraction des condensats</li> <li>• Hydrophore E.D. et E.M</li> <li>• Transfert liquides volatiles</li> </ul>

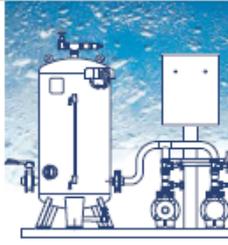
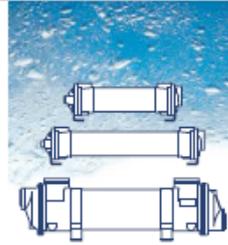
			
<b>CA Diesel/ Gasolina</b>	<b>CA Embrague</b>	<b>CA Monobloc</b>	<b>CA Eje libre</b>
<b>Q &lt; 100 m<sup>3</sup>/h H &lt; 100 m DN 1 1/4" – 80 T &lt; 90°C</b>	<b>Q &lt; 100 m<sup>3</sup>/h H &lt; 60 m DN 1 1/4" – 80 T &lt; 90°C</b>	<b>Q &lt; 200 m<sup>3</sup>/h H &lt; 105 m DN 1 1/4" – 125 T &lt; 90°C</b>	<b>Q &lt; 300 m<sup>3</sup>/h H &lt; 105 m DN 1 1/4" – 150 T &lt; 90°C</b>
<p>Bomba centrífuga auto- aspirante monobloc, con mo- tor diesel o gasolina, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incendio emergencia</li> <li>• Achique</li> <li>• Bomba portátil</li> </ul>	<p>Bomba centrífuga auto- aspirante con embrague y polea mecánico o magnéti- co, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Achique</li> <li>• Agua bruta motor</li> </ul>	<p>Bomba centrífuga auto- aspirante monobloc, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marina</li> <li>• Achique</li> <li>• Aguas cargadas</li> <li>• Refrigeración A, D, y A.S.</li> </ul>	<p>Bomba centrífuga auto- aspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marina</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Riego</li> <li>• Aguas cargadas</li> </ul>
<p><i>Close coupled selfpriming cen- trifugal pump, with diesel or petrol engine, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emergency fire</li> <li>• Drainage</li> <li>• Portable pump</li> </ul>	<p><i>Selfpriming centrifugal pump, with mechanical or magnetic clutch, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drainage</li> <li>• Engine raw water</li> </ul>	<p><i>Close coupled selfpriming centrifugal pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Drainage</li> <li>• Dirty waters</li> <li>• S.W and F.W. cooling</li> </ul>	<p><i>Selfpriming centrifugal pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Cooling</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Dirty waters</li> </ul>
<p>Pompe centrifuge auto- amorçante monobloc, avec mo- teur diesel ou essence, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secours incendie</li> <li>• Assèchement</li> <li>• Pompe portable</li> </ul>	<p>Pompe centrifuge auto- amorçante, avec embrayage et poulie mécanique ou mag- nétique, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assèchement</li> <li>• Eau brute moteur</li> </ul>	<p>Pompe centrifuge auto- amorçante monobloc, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Assèchement</li> <li>• Eaux usées</li> <li>• Réfrigération E.D. et E.M</li> </ul>	<p>Pompe centrifuge auto- amorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Réfrigération</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Eaux usées</li> </ul>

			
<b>BT-MB</b>	<b>BT-HM</b>	<b>BT-IL</b>	<b>BT-LH</b>
<p><b>Q &lt; 10 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 5 Bar</b> <b>DN 1" - 1 1/2"</b> <b>T &lt; 100°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 10 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 16 Bar</b> <b>DN 1" - 1 1/2"</b> <b>T &lt; 160°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 35 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 16 Bar</b> <b>DN 50-100</b> <b>T &lt; 160°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 190 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 12 Bar</b> <b>DN 125 - 150</b> <b>T &lt; 160°C</b></p>
<p>Bomba de tornillos monobloc, autoaspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslado de gasoil, diesel y fuel</li> <li>• Traslado de aceite lubricante</li> </ul>	<p>Bomba de tornillos, autoaspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos lubricantes</li> <li>• Aceites lubricantes</li> <li>• Alimentación y traslado de gasoil, diesel y fuel</li> </ul>	<p>Bomba de tornillos, autoaspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos lubricantes</li> <li>• Aceites lubricantes</li> <li>• Alimentación y traslado de gasoil, diesel y fuel</li> </ul>	<p>Bomba de tornillos, autoaspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos lubricantes</li> <li>• Aceites lubricantes</li> <li>• Alimentación y traslado de gasoil, diesel y fuel</li> </ul>
<p><i>Close coupled screw pump, selfpriming, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasoil, diesel and fuel transfer</li> <li>• Lub oil transfer</li> </ul>	<p><i>Screw pump, selfpriming, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricant media</li> <li>• Lub oil</li> <li>• Gasoil, diesel and fuel transfer and feed</li> </ul>	<p><i>Screw pump, selfpriming, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricant media</li> <li>• Lub oil</li> <li>• Gasoil, diesel and fuel transfer and feed</li> </ul>	<p><i>Screw pump, selfpriming, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricant media</li> <li>• Lub oil</li> <li>• Gasoil, diesel and fuel transfer and feed</li> </ul>
<p>Pompe à vis monobloc, autoamorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfert de gasoil, diesel et fuel</li> <li>• Transfert d'huile</li> </ul>	<p>Pompe à vis, autoamorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquides lubrifiants</li> <li>• Huile</li> <li>• Transfert et alimentation de gasoil, diesel et fuel</li> </ul>	<p>Pompe à vis, autoamorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquides lubrifiants</li> <li>• Huile</li> <li>• Transfert et alimentation de gasoil, diesel et fuel</li> </ul>	<p>Pompe à vis, autoamorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquides lubrifiants</li> <li>• Huile</li> <li>• Transfert et alimentation de gasoil, diesel et fuel</li> </ul>

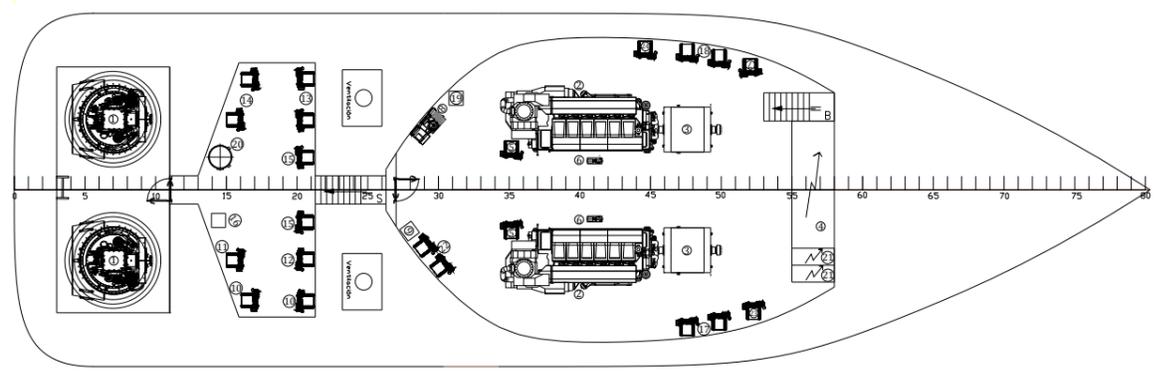
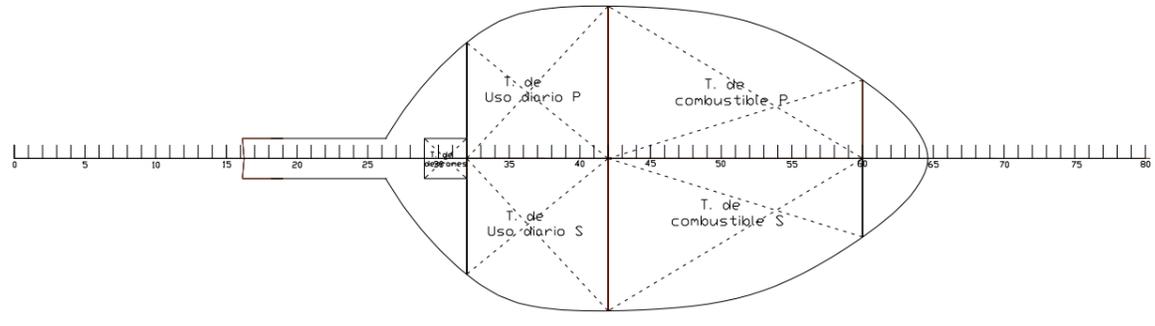
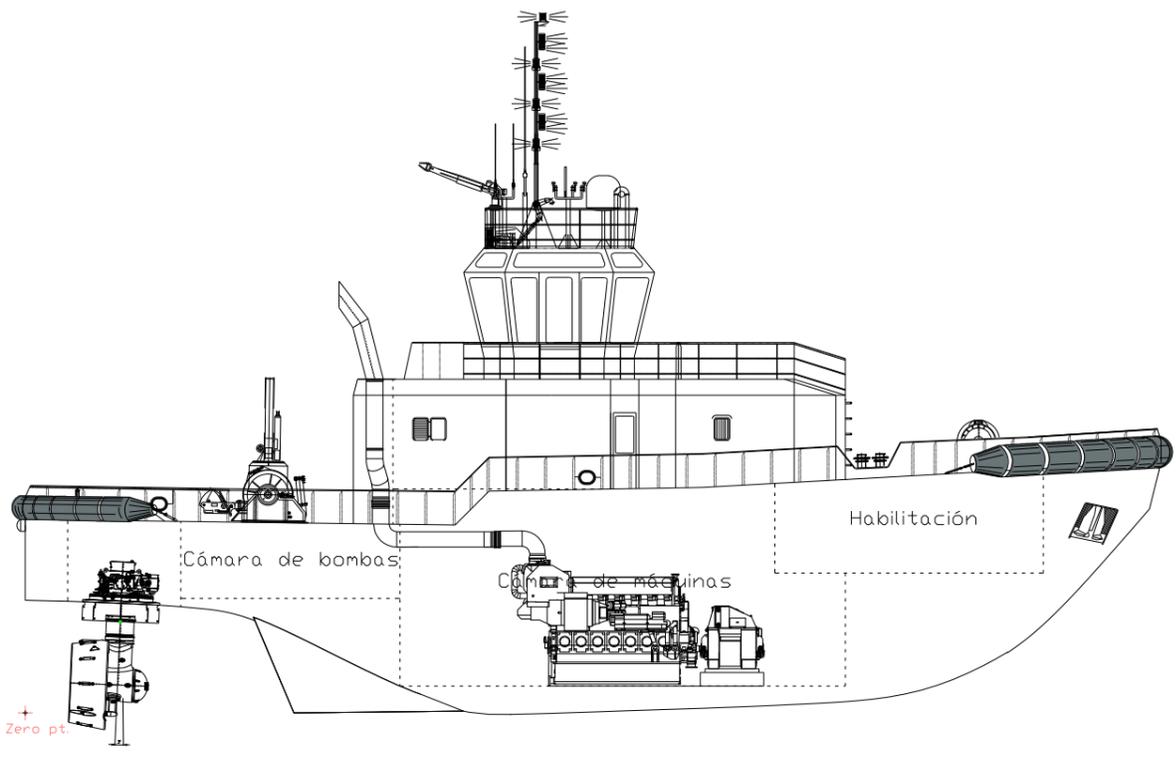
			
<b>BT-HH</b>	<b>BLOC</b>	<b>BT-LV</b>	<b>BT-DF/DG</b>
<p><b>Q &lt; 30 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 50 Bar</b> <b>DN 25-65</b> <b>T &lt; 100°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 10 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 16 Bar</b> <b>DN 1" - 1 1/2"</b> <b>T &lt; 160°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 190 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 12 Bar</b> <b>DN 125 - 150</b> <b>T &lt; 160°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 450 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 12 Bar</b> <b>DN 200 - 250</b> <b>T &lt; 100°C</b></p>
<p>Bomba de tornillos, de alta presión, autoaspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricación reductora</li> <li>• Alimentación diesel y fuel a quemador</li> <li>• Hidráulica de baja presión</li> <li>• Maquina herramienta</li> </ul>	<p>Modulos compactos de bombeo, incluyendo bombas, filtros y válvulas, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos lubricantes</li> <li>• Equipos booster</li> </ul>	<p>Bomba de tornillos, autoaspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos lubricantes</li> <li>• Aceites lubricantes</li> <li>• Alimentación y trasiego gasoil, diesel y fuel</li> </ul>	<p>Bomba de tornillos, autoaspirante, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos lubricantes</li> <li>• Aceites lubricantes</li> <li>• Alimentación y trasiego gasoil, diesel y fuel</li> </ul>
<p><i>Screw pump, high pressure, selfpriming, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gear box lubrication</li> <li>• Diesel and fuel burner feed</li> <li>• Low pressure hydraulic</li> <li>• Machine tool</li> </ul>	<p><i>Compact pumping modules, including pumps, filters and valves, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricant media</li> <li>• Booster units</li> </ul>	<p><i>Screw pump, selfpriming, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricant media</li> <li>• Lub oil</li> <li>• Gasoil, diesel and fuel transfer and feed</li> </ul>	<p><i>Screw pump, selfpriming, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricant media</li> <li>• Lub oil</li> <li>• Gasoil, diesel and fuel transfer and feed</li> </ul>
<p>Pompe à vis, haute pression, autoamorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubrification reducteur</li> <li>• Alimentation diesel et fuel au brûleur</li> <li>• Hydraulique de basse pression</li> <li>• Machine outils</li> </ul>	<p>Modules compact de pompage, incluant des pompes, filtres et vannes, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquides lubrifiants</li> <li>• Equipement booster</li> </ul>	<p>Pompe à vis, autoamorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquides lubrifiants</li> <li>• Huile</li> <li>• Transfert et alimentation de gasoil, diesel et fuel</li> </ul>	<p>Pompe à vis, autoamorçante, pour:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liquides lubrifiants</li> <li>• Huile</li> <li>• Transfert et alimentation de gasoil, diesel et fuel</li> </ul>

			
<b>VRX Monobloc</b>	<b>VRX</b>	<b>BTR</b>	<b>VSS</b>
<p><b>Q &lt; 500 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 30 m</b> <b>DN 50 - 200</b> <b>T &lt; 100°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 500 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 30 m</b> <b>DN 50 - 200</b> <b>T &lt; 100°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 80 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 10 m</b> <b>DN 125</b> <b>T &lt; 80°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 700 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 100 m</b> <b>DN 32 - 150</b> <b>T &lt; 100°C</b></p>
<p><b>Bomba vortex horizontal monobloc, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Desperdicios de pescado</li> <li>• Industria y medio ambiente</li> </ul>	<p><b>Bomba vortex vertical, con motor exterior, columna y bomba sumergida, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas residuales</li> <li>• Desperdicios de pescado</li> <li>• Industria y medio ambiente</li> </ul>	<p><b>Bomba trituradora vertical, con motor exterior, columna y bomba sumergida, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos de pescado</li> <li>• Trituración 8000-9000 kg/h</li> <li>• Cortes de 30 mm máx.</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga, según DIN 24255, con motor exterior, columna y bomba sumergida, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas cargadas</li> <li>• Industria</li> <li>• Aceite lubricante</li> </ul>
<p><i>Vortex close coupled horizontal pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirty waters</li> <li>• Fish waste</li> <li>• Industry and environment</li> </ul>	<p><i>Vortex vertical pump, outside motor, column and submersed pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirty waters</li> <li>• Fish waste</li> <li>• Industry and environment</li> </ul>	<p><i>Grinding vertical pump, outside motor, column and submersed pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fish waste</li> <li>• 8000-9000 kg/h grinding</li> <li>• 30 mm max. parts</li> </ul>	<p><i>Centrifugal pump, based on DIN 24255, outside motor, column and submersed pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirty waters</li> <li>• Industry</li> <li>• Lubricating oil</li> </ul>
<p><b>Pompe vortex horizontale monobloc, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux noires</li> <li>• Dechets de poisson</li> <li>• Industrie et environnement</li> </ul>	<p><b>Pompe vertical vortex, avec moteur extérieur, colonne et pompe immergée, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux noires</li> <li>• Dechets de poisson</li> <li>• Industrie et environnement</li> </ul>	<p><b>Pompe de broyage verticale, avec moteur extérieur, colonne et pompe immergée, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dechets de poisson</li> <li>• Broyage 8000-9000 kg/h</li> <li>• Coupes de 30 mm max.</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge, base DIN 24255, avec moteur extérieur, colonne et pompe immergée, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux usées</li> <li>• Industrie</li> <li>• Huile</li> </ul>

			
<b>VST</b>	<b>RKZ</b>	<b>KL-KB</b>	<b>C</b>
<p><b>Q &lt; 1600 m<sup>3</sup>/h</b>  <b>H &lt; 6 Bar</b>  <b>DN 100 - 150</b>  <b>T &lt; 100°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 300 m<sup>3</sup>/h</b>  <b>H &lt; 10 Bar</b>  <b>DN 80 - 200</b>  <b>T &lt; 80°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 120 m<sup>3</sup>/h</b>  <b>H &lt; 4 Bar (8 Bar)</b>  <b>DN 80 - 200</b>  <b>T &lt; 80°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 40 m<sup>3</sup>/h</b>  <b>H &lt; 200 m</b>  <b>DN 1" - 3"</b>  <b>T &lt; 120°C</b></p>
<p><b>Bomba centrífuga vertical para aceite lubricante, según DIN 24255, con motor exterior, columna y bomba sumergida, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricación motor principal</li> </ul>	<p><b>Bomba de pistón, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marina</li> <li>• Sentinas</li> <li>• Incendio</li> </ul>	<p><b>Bomba de husillo excéntrico, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marina</li> <li>• Sentinas</li> </ul>	<p><b>Bomba centrífuga multicelular IN-LINE vertical, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doméstico</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Industria</li> </ul>
<p><i>Vertical Centrifugal pump for lube oil, based on DIN 24255, outside motor; column and submersed pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Main engine lubrication</li> </ul>	<p><i>Piston pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Bilge</li> <li>• Fire</li> </ul>	<p><i>Eccentric screw pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Bilge</li> </ul>	<p><i>IN-LINE multistage centrifugal pump for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domestic</li> <li>• Cooling</li> <li>• Industry</li> </ul>
<p><b>Pompe centrifuge verticale, base DIN 24255, avec moteur extérieur, colonne et pompe immergée, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubrification moteur principal</li> </ul>	<p><b>Pompe à piston, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Cale</li> <li>• Incendie</li> </ul>	<p><b>Pompe à vis excentrique, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marine</li> <li>• Cale</li> </ul>	<p><b>Pompe centrifuge multicellulaire IN-LINE, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Domestique</li> <li>• Réfrigération</li> <li>• Industrie</li> </ul>

			
<b>RA</b>	<b>Sumergibles</b>	<b>Equipos Presión</b>	<b>Intercambiadores</b>
<p><b>Q &lt; 18 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 6 Bar</b> <b>DN 1" - 1 1/2"</b> <b>T &lt; 90°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 400 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 3 Bar</b> <b>DN 1" - 200</b> <b>T &lt; 50°C</b></p>	<p><b>Q &lt; 25 /150 m<sup>3</sup>/h</b> <b>H &lt; 10 Bar</b> <b>DN 1" - 50 (80)</b> <b>T &lt; 90°C</b></p>	<p><b>S &lt; 40 m<sup>2</sup></b> <b>H &lt; 16 Bar</b> <b>DN 1" - 100 (150)</b> <b>T &lt; 150°C</b></p>
<p><b>Bomba de canal [lateral] auto- aspirante, en eje libre o con embrague y polea, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeración A,S, Motor</li> <li>• Sentinas</li> <li>• Baldeo</li> </ul>	<p><b>Bomba sumergible portátil, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Garages</li> <li>• Marina</li> </ul>	<p><b>Equipos hidroneumáticos de agua a presión, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viviendas</li> <li>• Grandes edificios</li> <li>• Marina</li> <li>• Hidróforos</li> </ul>	<p><b>Intercambiadores tubulares de agua y aceite, para:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeración A. D. y aceite motor</li> <li>• Refrigeración aceite hidraulico</li> <li>• Calentadores de agua y combustible por vapor</li> </ul>
<p><i>Side channel selfpriming pump, bare shaft or with clutch and pulley, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engine S.W. cooling</li> <li>• Bilge</li> <li>• Deck wash</li> </ul>	<p><i>Submersible portable pump, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction</li> <li>• Garages</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><i>Pressure sets, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Houses</li> <li>• High buildings</li> <li>• Marine</li> <li>• Hydrophores</li> </ul>	<p><i>Tubular heat exchangers, for:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engine F.W. and oil cooling</li> <li>• Hydraulic oil cooling</li> <li>• Water and fuel steam heaters</li> </ul>
<p><b>Pompe à canal latéral au- toamorçante, arbre nu ou avec embrayage et poulie, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réfrigération E,M, moteur</li> <li>• Cale</li> <li>• Lavage</li> </ul>	<p><b>Pompe submersible porta- ble, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction</li> <li>• Garages</li> <li>• Marine</li> </ul>	<p><b>Equipement de pression, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maisons</li> <li>• Hauts édifices</li> <li>• Marine</li> <li>• Hydrophores</li> </ul>	<p><b>Echangeurs de chaleur tubu- laires, pour:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réfrigération E.D. et hui- le moteur</li> <li>• Réfrigération huile hydraulique</li> <li>• Réchauffeurs d'eau et combustible par vapeur</li> </ul>

# ***ANEXO III: Plano de la cámara de máquinas***



CUBIERTA Z=2800 m		
Nº	DESCRIPCIÓN EQUIPO	CANTIDAD
1	Motor propulsor	2
2	Grupo generador	2
3	Alternador	2
4	Cuadro eléctrico principal	1
5	Bomba circulación MDO	2
6	Compresor aire de arranque	2
7	Bomba de alimentación lubricante	1
8	Purificadora lubricante	1
9	Enfriador	1
10	Bomba contra incendios	2
11	Bomba monitores	1
12	Bomba emergencia contra incendios	1
13	Bomba agua dulce LT	2
14	Bomba agua dulce HT	2
15	Bomba precalentador	2
16	Precalentador de agua de refrigeración	1
17	Bomba suministro agua sanitaria	2
18	Bomba circulación agua sanitaria	2
19	Calentador agua sanitaria	1
20	Tanque hidróforo	1
21	Transformador	2
22	Bomba de sentinas	2
23	Bomba alimentación lubricante de reserva	1
24	Bomba circulación separador	1

UNIVERSIDADE DE A CORUÑA.				
FORMATO A3	PROYECTO: BUQUE REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 90 TPF			
ESCALA 1:250	TÍTULO: PLANO DE CÁMARA DE MÁQUINAS			
	DIBUJADO M. Burgos	APROBADO	FECHA 2020	HOJA DE C10
				PLANO Nº C10
				REVISIÓN 0