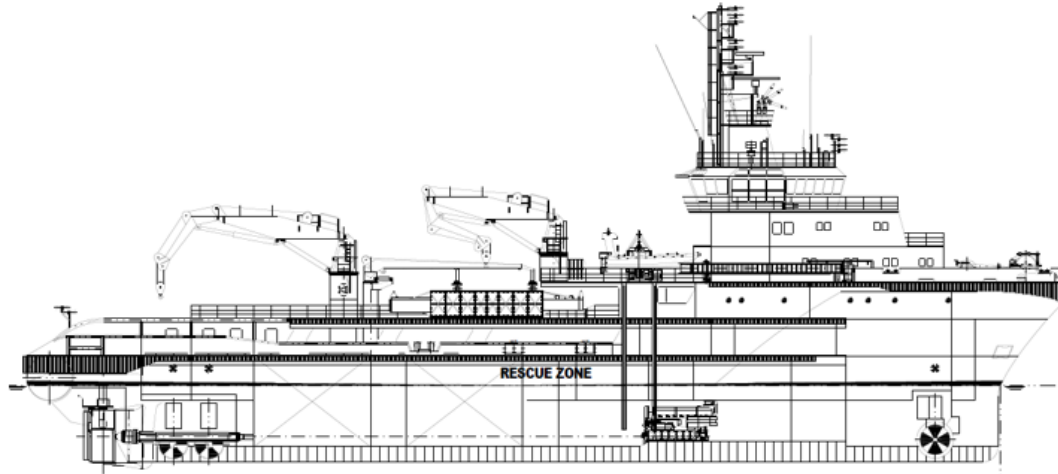


# CUADERNO 10

## DEFINICIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA Y SUS AUXILIARES



Remolcador De Altura De 220 TPF

Proyecto Número 16-02P

Alumno: Alejandro Tizón Freijomil

Mail: [tizonferrol@gmail.com](mailto:tizonferrol@gmail.com)

Tlf: 636205846



Escola Politécnica Superior



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE**

*CURSO 2.015-2016*

**PROYECTO NÚMERO 16-02P**

**TIPO DE BUQUE:** Remolcador de Altura (Salvamento Marítimo – Lucha contra la contaminación, salvamento y rescate).

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Bureau Veritas, Solas, Marpol.

**CARACTERÍSTICAS DE TRACCIÓN:** Tiro a punto fijo de 220Tn

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 17,5 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía de 9000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** 2 Grúas capaces de mover 20 Tn y alcance de 15 m máx. y 3,7m min.

**PROPULSIÓN:** Dos líneas de ejes accionadas por motores diésel.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 18 tripulantes y 6 de reserva.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Hélices transversal en proa y popa. Las habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Diciembre de 2.014

ALUMNO: D.Alejandro Tizón Freijomil

## **INDICE**

<b>Justificación de la planta propulsora .....</b>	<b>pag 4</b>
<b>Justificación de la potencia del motor propulsor.....</b>	<b>pag 5</b>
<b>Lista de la maquinaria auxiliar .....</b>	<b>pag 7</b>
- Reductora	
- Servicio de Combustible y Consumos	
- Servicio de Refrigeración	
- Servicio de Lubricación	
-Servicio de Aire de Arranque	
<b>Croquis de la disposición preliminar de cámara de máquinas.....</b>	<b>pag 22</b>
<b>Anexo.....</b>	<b>pag 23</b>

## 1. Justificación de la planta propulsora

A la hora de definir cuál será la planta propulsora final del buque vamos a tener en cuenta cuáles serán las posibles condiciones que debe soportar nuestro buque, como la condición de remolque, salvamento, lucha anticontaminación, navegación o posicionamiento.

Comenzaremos recordando cuales son las longitudes y coeficientes del buque a proyectar obtenidas en el primer cuaderno.

Eslora	Manga	Calado	Puntal	L/B	L/T	B/D	D-T
80,000	18	6,690	8,250	4,444	11,958	2,182	1,233

Fn	CB (Media)	CM (Media)	CP	CF (Media)
0,319	0,535	0,947	0,507	0,695

Anteriormente, en otro cuaderno se llegó a la conclusión de que la propulsión se efectuaría mediante dos motores principales por eje, accionando cada uno un eje, y cada eje a su vez, por medio de un embrague, las hélices de paso variable.

Dicho embrague nos permitirá accionar la bomba contraincendios o un generador de cola sin provocar el movimiento del eje.

Como ventajas, podemos destacar:

- Mayor maniobrabilidad en menor espacio posible
- Segregación de la potencia total en dos motores
- Posibilidad de navegar con un motor averiado
- Rapidez en operaciones y flexibilidad de la planta propulsora
- Menor coste
- Mayor seguridad y fiabilidad

## 2. Justificación de la potencia del motor propulsor

En buques remolcadores de esta magnitud, con plantas propulsoras semejantes, los motores principales no solo se encargan de la propulsión, sino que también son los encargados del accionamiento de diversos equipos como los generadores de cola que nos van a permitir aprovechar mejor la potencia de los motores, o la bomba contraincendios.

Para este buque, se ha decidido que los motores deberán girar a una velocidad constante de 750 rpm, y para poder otorgar a las hélices de la velocidad adecuada, se instalará un embrague y hélices de paso variable. El buque contará con dos hélices alojadas en toberas con un diámetro de 4000 mm.

Los propulsores serán cuatro motores Wartsila W 6L32 capaces de entregar una potencia de entre 3000 y 3480 KW de máxima cada uno, permitiendo al buque conseguir las 220 toneladas de tiro a punto fijo que nos pide la RPA, y siendo está la condición más restrictiva para este tipo de buques.

La elección de este modelo se basa en encontrar un modelo capaz de otorgar la potencia por eje requerida para la condición más desfavorable, siendo para este caso de 12619 kW/2 ejes, ósea 6309.5 KW.

Con este valor entramos en el catálogo de motores Wartsila y vemos que el único motor cuyo rango de potencias a 750 rpm nos valga es el W 6L32.

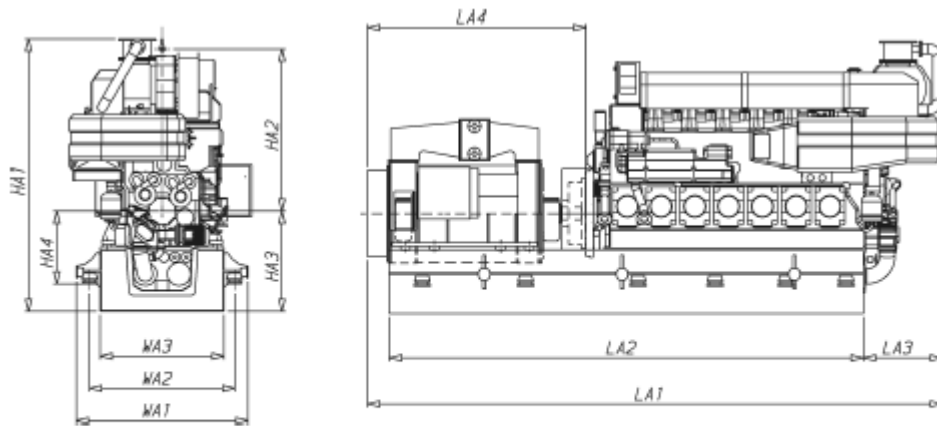
Se presentan a continuación las características del motor seleccionado:

### Wärtsilä 6L32

Wärtsilä 6L32		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Engine speed	RPM	720	750	750	720	750	750
Cylinder output	kW/cyl	480	500	500	550	580	580
Engine output	kW	2880	3000	3000	3300	3480	3480
Mean effective pressure	MPa	2.49	2.49	2.49	2.85	2.88	2.88
<b>Combustion air system (Note 1)</b>							
Flow at 100% load	kg/s	4.98	5.24	5.24	6.2	6.56	6.56
Temperature at turbocharger intake, max.	°C	45	45	45	45	45	45
Air temperature after air cooler (TE 601)	°C	55	55	55	55	55	55
<b>Exhaust gas system (Note 2)</b>							
Flow at 100% load	kg/s	5.13	5.4	5.4	6.38	6.75	6.75
Flow at 85% load	kg/s	4.88	5.14	4.96	5.53	5.99	5.92
Flow at 75% load	kg/s	4.4	4.65	4.43	4.86	5.23	5.16
Flow at 50% load	kg/s	3.1	3.26	3.71	3.41	3.69	4.05
Temperature after turbocharger, 100% load (TE 517)	°C	380	380	380	360	360	360
Temperature after turbocharger, 85% load (TE 517)	°C	328	325	336	340	335	335
Temperature after turbocharger, 75% load (TE 517)	°C	328	325	345	348	345	355
Temperature after turbocharger, 50% load (TE 517)	°C	352	345	315	380	380	340
Backpressure, max.	kPa	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Calculated pipe diameter for 35m/s	mm	586	601	601	643	662	662
<b>Heat balance (Note 3)</b>							
Jacket water, HT-circuit	kW	488	510	510	452	480	480
Charge air, HT-circuit	kW	473	488	488	650	730	730
Charge air, LT-circuit	kW	375	398	398	420	440	440
Lubricating oil, LT-circuit	kW	361	390	390	421	432	432
Radiation	kW	110	110	110	110	110	110

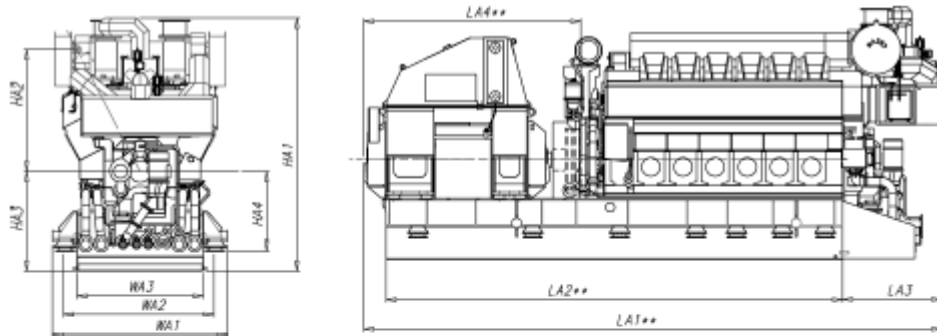
Wärtsilä 6L32		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Engine speed	RPM	720	750	750	720	750	750
Cylinder output	kW/cyl	480	500	500	550	580	580
<b>Cooling water system</b>							
<b>High temperature cooling water system</b>							
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 401)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 401)	kPa	530	530	530	530	530	530
Temperature before cylinders, approx. (TE 401)	°C	85	85	85	85	85	85
HT-water out from engine, nom (TE402) (single stage CAC)	°C	96	96	96	96	96	96
HT-water out from engine, nom (TE432) (two stage CAC)	°C	96	96	96	96	96	96
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	60	60	60	60	60	60
Pressure drop over engine, total (single stage CAC)	kPa	100	100	100	100	100	100
Pressure drop over engine, total (two stage CAC)	kPa	150	150	150	150	150	150
Pressure drop in external system, max.	kPa	60	60	60	60	60	60
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150
Water volume in engine	m³	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
<b>Low temperature cooling water system</b>							
Pressure at engine, after pump, nom. (PT 451)	kPa	250 + static	250 + static	250 + static	250 + static	250 + static	250 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT 451)	kPa	530	530	530	530	530	530
Temperature before engine (TE 451)	°C	25 ... 38	25 ... 38	25 ... 38	25 ... 38	25 ... 38	25 ... 38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	60	60	60	60	60	60
Pressure drop over charge air cooler	kPa	35	35	35	35	35	35
Pressure drop over oil cooler	kPa	30	30	30	30	30	30
Pressure drop in external system, max.	kPa	60	60	60	60	60	60
Pressure from expansion tank	kPa	70 ... 150	70 ... 150	70 ... 150	70 ... 150	70 ... 150	70 ... 150
<b>Starting air system (Note 5)</b>							
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Pressure at engine during start, min. (20°C)	kPa	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Pressure, max.	kPa	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Low pressure limit in air vessels	kPa	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Air consumption per start	Nm³	2.1	2.1	-	2.1	2.1	-
Air consumption per start without propeller shaft engaged	Nm³	-	-	2.1	-	-	2.1
Air consumption with automatic start and slowturning	Nm³	-	-	-	3.0	3.0	3.0
Air consumption per start with propeller shaft engaged	Nm³	-	-	3.4	-	-	3.4
Air consumption with automatic start and high inertia slowturning	Nm³	-	-	-	4.6	4.6	4.6
<b>Fuel system (Note 4)</b>							
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±50	700±50	700±50	700±50	700±50	700±50
Engine driven pump capacity (MDF only)	m³/h	4.3	4.5	4.5	4.3	4.5	4.5
Fuel flow to engine (without engine driven pump), approx.	m³/h	2.9	3.1	3.1	3.4	3.6	3.6
HFO viscosity before engine	cSt	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24
HFO temperature before engine, max. (TE 101)	°C	140	140	140	140	140	140
MDF viscosity, min	cSt	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
MDF temperature before engine, max. (TE 101)	°C	45	45	45	45	45	45
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	184	185	185	184	185	185
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	181	182	181	181	182	181
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	182	183	182	182	183	182
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	193	193	191	193	193	191
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	11.1	11.6	11.6	12.7	13.5	13.5
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	2.2	2.3	2.3	2.5	2.7	2.7
<b>Lubricating oil system</b>							
Pressure before bearings, nom. (PT 201)	kPa	500	500	500	500	500	500
Suction ability main pump, including pipe loss, max.	kPa	30	30	30	30	30	30
Priming pressure, nom. (PT 201)	kPa	50	50	50	50	50	50
Suction ability priming pump, including pipe loss, max.	kPa	30	30	30	30	30	30
Temperature before bearings, nom. (TE 201)	°C	63	63	63	63	63	63
Temperature after engine, approx.	°C	78	78	78	78	78	78
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	78	81	81	78	81	81
Pump capacity (main), stand-by	m³/h	67	70	70	67	70	70
Priming pump capacity, 50Hz/60Hz	m³/h	15.0 / 18.0	15.0 / 18.0	15.0 / 18.0	15.0 / 18.0	15.0 / 18.0	15.0 / 18.0
Oil volume, wet sump, nom.	m³	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Oil volume in separate system oil tank, nom.	m³	3.9	4.1	4.1	4.5	4.7	4.7
Oil consumption (100% load), approx.	g/kWh	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Crankcase ventilation flow rate at full load	l/min	990	990	990	1080	1080	1080
Crankcase ventilation backpressure, max.	kPa	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Oil volume in turning device	liters	8.5...9.5	8.5...9.5	8.5...9.5	8.5...9.5	8.5...9.5	8.5...9.5
Oil volume in speed governor	liters	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9

Y en cuanto a dimensiones:



\* Actual dimensions might vary based on power output and turbocharger maker.

Figure 1.4 V-engines (DAAE039700)



\* Actual dimensions might vary based on power output and turbocharger maker.

Engine	LA1**	LA3	LA2**	LA4**	WA1	WA2	WA3	HA4	HA3	HA2	HA1	Weight**
W 6L32	8345	1150	6845	3160	2290	1910	1600	1046	1450	2345	3940	57
W 7L32	9215	1150	7515	3650	2690	2310	2000	1046	1650	2345	4140	69
W 8L32	9755	1150	7920	3710	2690	2310	2000	1046	1630	2345	3925	77
W 9L32	10475	1150	8850	3825	2890	2510	2200	1046	1630	2345	3925	84
W 12V32	10075	1735	7955	3775	3060	2620	2200	1375	1700	2120	4365	96
W 16V32	11175	1735	9020	3765	3060	2620	2200	1375	1850	2120	4280	121
W 18V32	11825	1735	9690	3875	3360	2920	2500	1375	1850	2120	4280	133

### 3. Lista de la maquinaria auxiliar

Partiendo de la Project Guide del motor, ahora ya estaríamos en posición de diseñar todos los equipos necesarios.

En cuanto a Propulsión, los puntos a tratar son:

-Reductora

-Servicio de combustible. Capacidad de tanques de uso diario. Dimensionado de bombas de los servicios de trasiego y alimentación. Servicio de depuración del combustible.

-Servicio de refrigeración. Dimensionado de bombas e intercambiadores, tanto del servicio de agua salada como de agua dulce.

-Servicio de lubricación. Dimensionado de tanques almacén de aceite y de las bombas (servicio de alimentación y trasiego).

-Ventilación de cámara de máquinas. Cálculo según la norma UNE EN ISO 8861, utilizando los datos procedentes de la guía del motor principal y, si no están disponibles, las estimaciones indicadas en dicha norma.

-Servicio de aire de arranque. Definición de equipos y dimensionado de botellas y compresores.

Reductora:

La velocidad de giro de los motores será de 750 rpm y la de las hélices (función de la velocidad) mucho más baja, de ahí la necesidad de instalarla.

SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]
3,00	62
5,00	102
7,00	126
9,00	129
11,00	131
13,00	132
15,00	132
17,00	132
+ 17,50 +	132
19,00	143

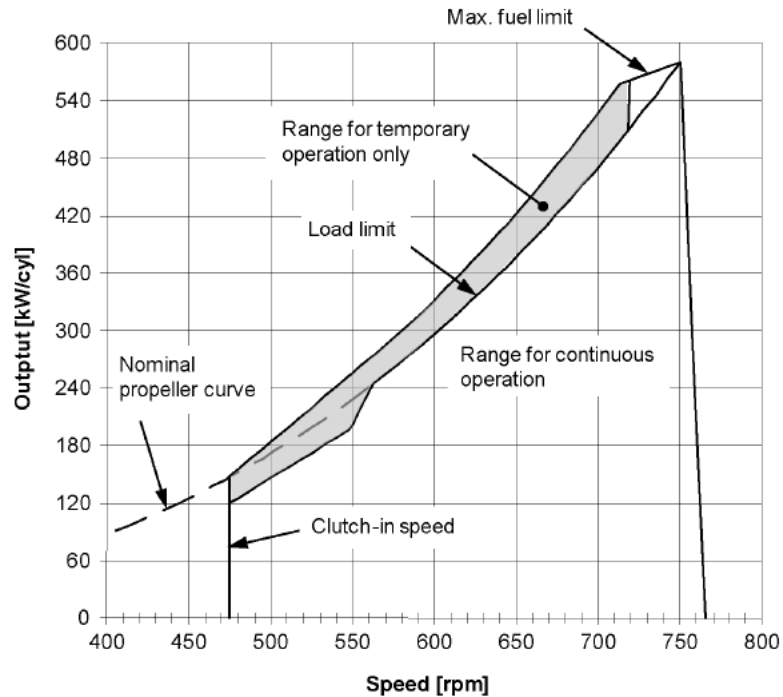
Entonces la relación de reducción será de 5,68:1, pero esta relación no se comercializa, por lo que se instalará una reductora con una relación semejante.

Servicio de Combustible:

Debemos Introducir en el NavCad los datos de potencia y consumo de nuestro motor a varias rpm.

Nuestro motor tiene una potencia de 3480 Kw y 6 cilindros, osea que para obtener estes datos, empleamos el paralelogramo de 580 kw/cilindro y 750 rpm.





Cada valor obtenido, debemos multiplicarlo por el número de cilindros (6).

En el caso del consumo de combustible, sabemos el consumo a 750 rpm, y en función de eso obtenemos los demás con una regla de tres.

Fuel consumption at 100% load	g/kWh	184	185	185	184	185	185
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	181	182	181	181	182	182
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	182	183	182	182	183	183
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	193	193	191	193	193	193

En nuestro caso el consumo nos sale de 185g/kwh a 750 rpm y al 100%

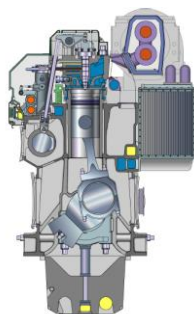
$$185 * 3480 * 0.85 (\text{densidad}) / 1000 = 547.23 \text{ l/h} = \text{Consumo}$$

$$\text{Consumo a determinada potencia} = \text{potencia} * 547.23 / 3480$$

$$9000 \text{ millas} / 17,5 \text{ nudos} (1.15 \text{ millas/nudos} * \text{h}) = 447.2 \text{ horas}$$

$$447.2 * 12619 * 547.23 / 3480 = 887395,84 \text{ litros} = 887.395 \text{ m}^3$$

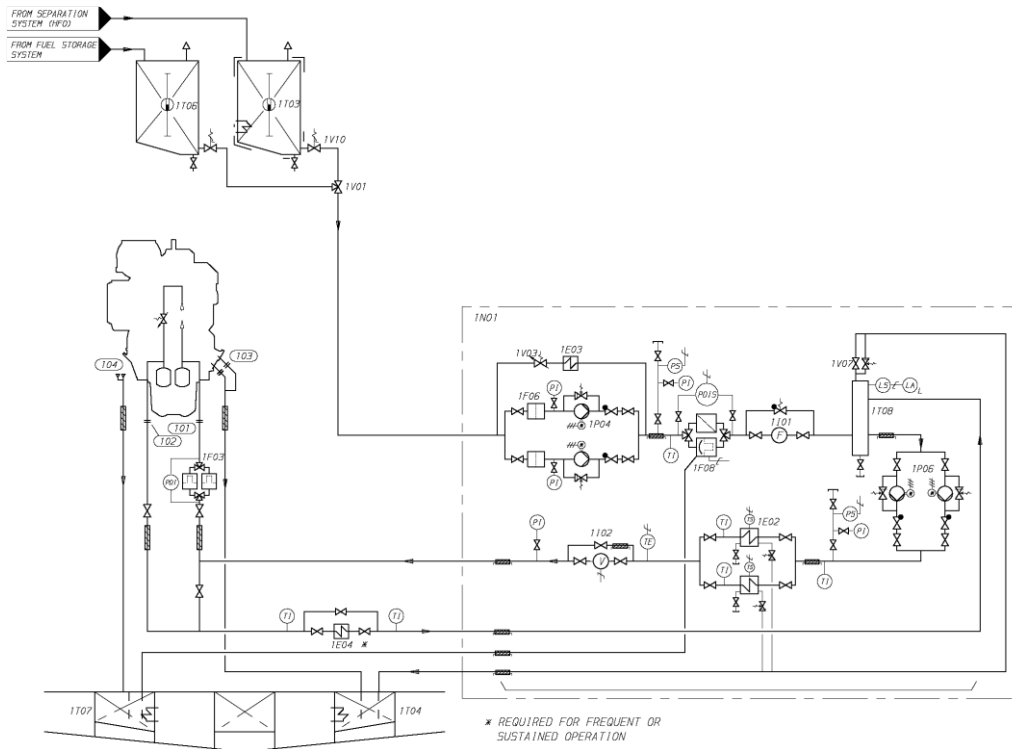
Se necesitarán 887,395 m<sup>3</sup> de combustible + un incremento de un margen de seguridad.



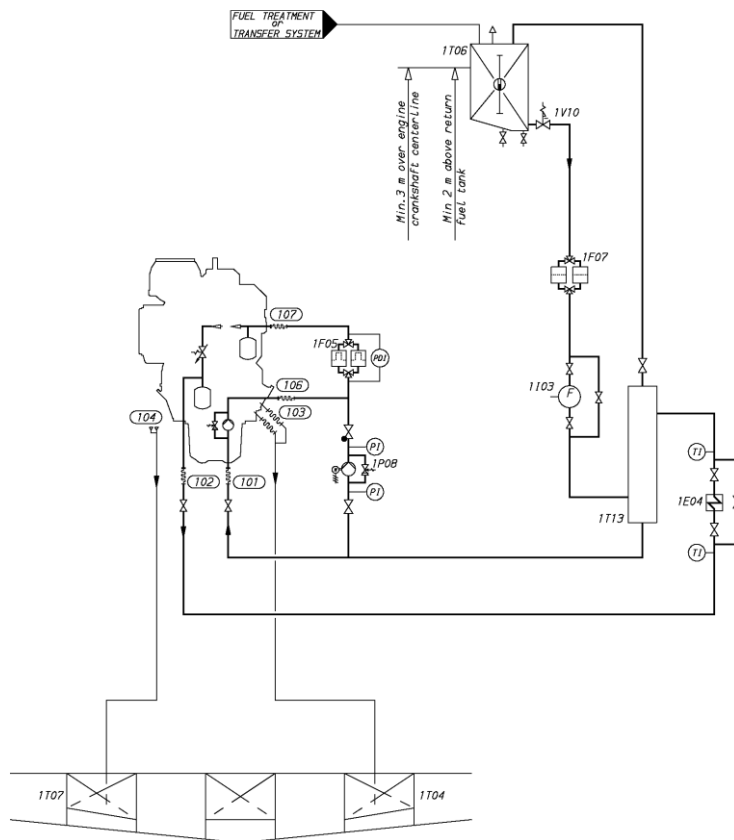
Nuestro motor está puede funcionar con HFO (Heavy Fuel Oil) y de MDF (Marine Diesel Fuel)

Fuel system (Note 4)		
Pressure before injection pumps (PT 101)	kPa	700±50
Engine driven pump capacity (MDF only)	m³/h	4.3
Fuel flow to engine (without engine driven pump), approx.	m³/h	2.9
HFO viscosity before engine	cSt	16...24
HFO temperature before engine, max. (TE 101)	°C	140
MDF viscosity, min	cSt	2.0
MDF temperature before engine, max. (TE 101)	°C	45
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	184
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	181
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	182
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	193
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	11.1
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	2.2

### HFO



**MDF**



**Dimensionado:**

**Tanques Almacén (un solo tanque)**

$$V = \frac{\sum R \cdot MCR \cdot SFOC}{\rho \cdot 10^3} \cdot \frac{A}{S} \cdot \left( \frac{100 + Ms}{100} \right)$$

**Vtotal=13920\*0.9\*(185/1000)/890\*(100+10)/100\*447= 1284,45 m3**

Redondeamos a 1285 m3, valor similar al del buque que hemos seleccionado como buque base

A/s= horas de trabajo = 9000 millas/(17.5\*1.15) millas/hora = 447 horas

**Tanques de Uso Diario (dos tanques)**

$$V = \frac{\sum R \cdot MCR \cdot SFOC}{\rho \cdot 10^3} \cdot 8 \cdot \left( \frac{100 + Mp}{100} \right)$$

**Vtotal = 13920\*0.9\*(185/1000)\*8/(890)\*(100+10)/100= 22.92 m3**

**Redondeamos a 23 m3, por lo que cada tanque tendrá un volumen de 11.5 m3**

**Tanque de sedimentación (un tanque)**

$$V = \frac{\sum R \cdot MCR \cdot SFOC}{\rho \cdot 10^3} \cdot 24 \cdot \left( \frac{100 + Mp}{100} \right)$$

**Vtotal = 13920\*0.9\*(185/1000)\*24/(890)\*(100+10)/100= 68.75 m3**

**Redondeamos a 69 m3**

**Tanque de lodos:**

MARPOL - Regla 17 del ANEXO I establece:

“Buques con arqueado bruto igual o superior a 400 toneladas tendrán un tanque o tanques de capacidad suficiente, teniendo en cuenta el tipo de maquinaria con que estén equipados y la duración de sus viajes, para recibir los residuos que no sea posible eliminar de otro modo cumpliendo las prescripciones del presente anexo, tales como los resultantes de la purificación de los combustibles y aceites lubricantes y de las fugas de hidrocarburos que se producen en los espacios de máquinas.”

La capacidad de dicho tanque de acuerdo con este reglamento será la mayor entre:

- V = 2 m3                      - V = K1 · C · D

- K1 → 0,005 - buques con gasoil.
- C → Consumo diario
- D → Autonomía entre puertos

En nuestro caso, basándonos en el buque base y eligiendo el mismo tamaño, vamos a cumplir sin problema las medidas mínimas.

**Bomba de descarga de lodos:**

La capacidad de la bomba viene dada por el volumen del tanque de lodos. Se dimensionará de forma que sea capaz de vaciar el tanque en 2 o 3 horas. Siguiendo esta consideración, la capacidad de la bomba será:

$$Q_{\text{BOMBA LODOS}} [\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\text{VOL.T.LODOS} [\text{m}^3]}{2 [\text{h}]}$$

**Tratamiento de Combustible**

**Bombas de alimentación** (con filtro de malla 0,5mm)

Design data:	HFO	MDF
Design pressure	0.5 MPa (5 bar)	0.5 MPa (5 bar)
Design temperature	100°C	50°C
Viscosity for dimensioning electric motor	1000 cSt	100 cSt

Estimando un rendimiento de 0,35, 1,1 extra de seguridad

Q = necesario para llenar 2 tanques de sedimentación en 10 horas: Q tomamos 20 m<sup>3</sup>/h

$$P = (\rho \cdot H \cdot Q \cdot 10) / (3600 \cdot 75) \cdot (0,736/\eta)$$

Potencia = 4,2 kW

**Pre calentador**

Dimensionado de acuerdo a la capacidad de la bomba de alimentación y una temperatura del tanque de sedimentación dada.

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

P = Potencia de la batería [kW ]

Q = capacidad de la bomba de alimentación del separador [l / h]

T = incremento de temperatura en el calentador [° C]

P= 48000 \* 25/1700= 67,6 KW

**Separador**

$$Q = \frac{P \times b \times 24[\text{h}]}{\rho \times t}$$

P = potencia máxima continua del motor diésel [kW]

b = el consumo específico de combustible + margen de seguridad del 15%

$\rho$  = densidad del combustible [kg/m<sup>3</sup> ]

t = tiempo diario para el separador de auto limpieza

$Q=3480 \cdot (185 \cdot 1.15) \cdot 24 / 23,5 / 890 = 850 \text{ L/H por motor} = 3400 \text{ L/H}$

Colocaremos dos de unos 11 kW basándonos en otros buques.

### Bomba de circulación

Presión estática positiva de alrededor de 30 kPa.

**Design data:**

Capacity	5 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	50°C
Viscosity for dimensioning of electric motor	90 cSt

$$P = \frac{\rho \cdot H \cdot Q \cdot 10}{(3600 \cdot 75) \cdot (0,736/\eta)} \quad \text{Potencia} = 1,46 \text{ kW}$$

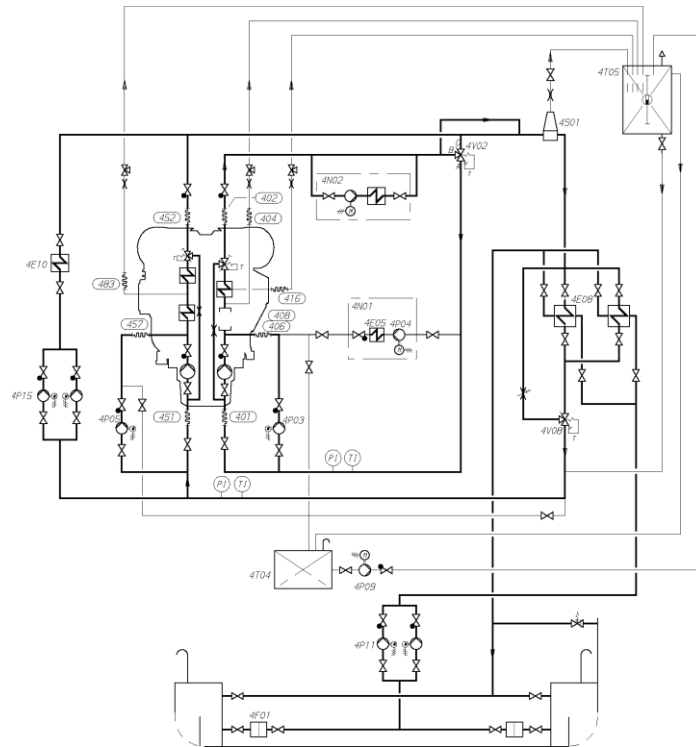
### Enfriador

**Design data:**

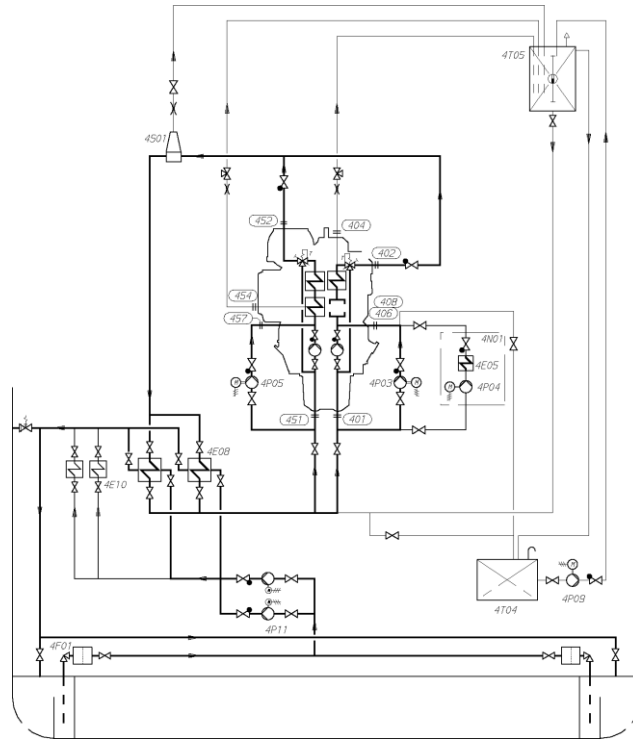
Heat to be dissipated	2.5 kW/cyl
Max. pressure drop, fuel oil	80 kPa (0.8 bar)
Max. pressure drop, water	60 kPa (0.6 bar)
Margin (heat rate, fouling)	min. 15%
Design temperature MDF/HFO installation	50/150°C

### Servicio de Refrigeración

Agua dulce



Agua Salada



Este sistema es el encargado de la refrigeración del motor, así como de la refrigeración del agua de camisas y del aceite.  
 Para lograr esta acción, el agua dulce procedente de un circuito cerrado, se calienta con el motor y posteriormente, lo vamos a enfriar con agua salada mediante intercambiadores de calor, siendo el agua salada posteriormente devuelta al mar.  
 Uno de los problemas de esta refrigeración, es la corrosión que produce el agua salada en el interior de los equipos, por eso se minimizan, y se introduce agua dulce únicamente en el motor.

**Componentes:**

**Bombas de agua salada**

Depende del Central Cooler

$$V = \frac{Q}{(t_2 - t_1) \cdot cp \cdot 1000}$$

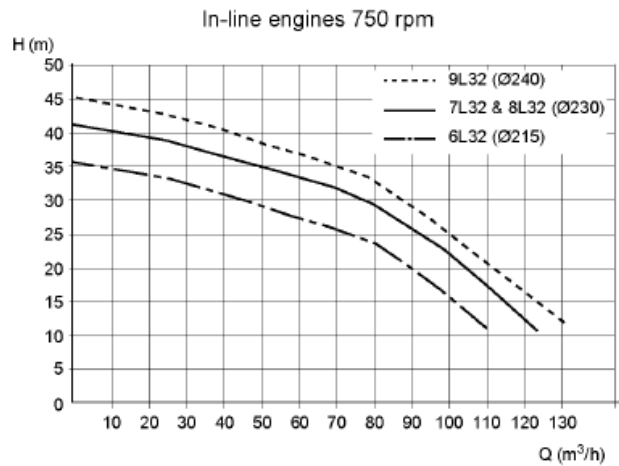
**Bombas de agua dulce**

Dato Técnico

Caudal = 75 m<sup>3</sup>/h

**Central Cooler**

$$q = q_{LT} + \frac{3.6 \times \Phi}{4.15 \times (T_{OUT} - T_{IN})}$$





$q$  = caudal total de agua dulce [ $m^3 / h$ ]

QLT = capacidad de la bomba LT nominal [ $m^3 / h$ ]

$\Phi$  = calor disipado al agua HT [kW]

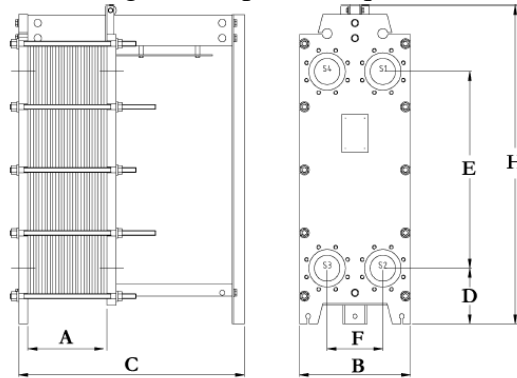
Tout = HT temperatura del agua después de que el motor (91 ° C)

Temperatura del agua de la lata = HT después enfriador (38 ° C)

$$\text{Caudal} = 75 + 3.6 \cdot 96 / 4.15 \cdot (91 - 38) = 76.57 \text{ L/H}$$

Presión máxima = 0.6 bar

En cuanto a la potencia, vamos a guiarnos por el buque base.



Engine type	P [kW]	Weight [kg]	Dimension [mm]						
			A	B	C	D	E	F	H
1 x 6L32	1641	820	193	690	817	330	1057	380	1675
1 x 7L32	1914	830	227	690	817	330	1057	380	1675
1 x 8L32	2189	860	262	690	817	330	1057	380	1675
1 x 9L32	2462	880	296	690	817	330	1057	380	1675
1 x 12V32	3170	890	331	690	817	330	1057	380	1675
1 x 16V32	4227	960	448	690	817	330	1057	380	1675
1 x 18V32	4755	1000	524	690	817	330	1057	380	1730

### Bomba de circulación del precalentador

Capacity 0.4 m<sup>3</sup>/h per cylinder  
 Delivery pressure 80 kPa (0.8 bar)

$$P = \frac{(\rho \cdot H \cdot Q \cdot 10)}{(3600 \cdot 75) \cdot (0,736/\eta)}$$

$Q = 0,4 \cdot \text{cilindros} = 9,6 \text{ m}^3/\text{h}$ , por lo que  $P = 0,6 \text{ kW}$

### Refrigerador de agua de camisas

Temperatura de entrada de agua de mar: 85 °C

Calor disipado: 5 600 kW

Caudal: 320 m<sup>3</sup>/h

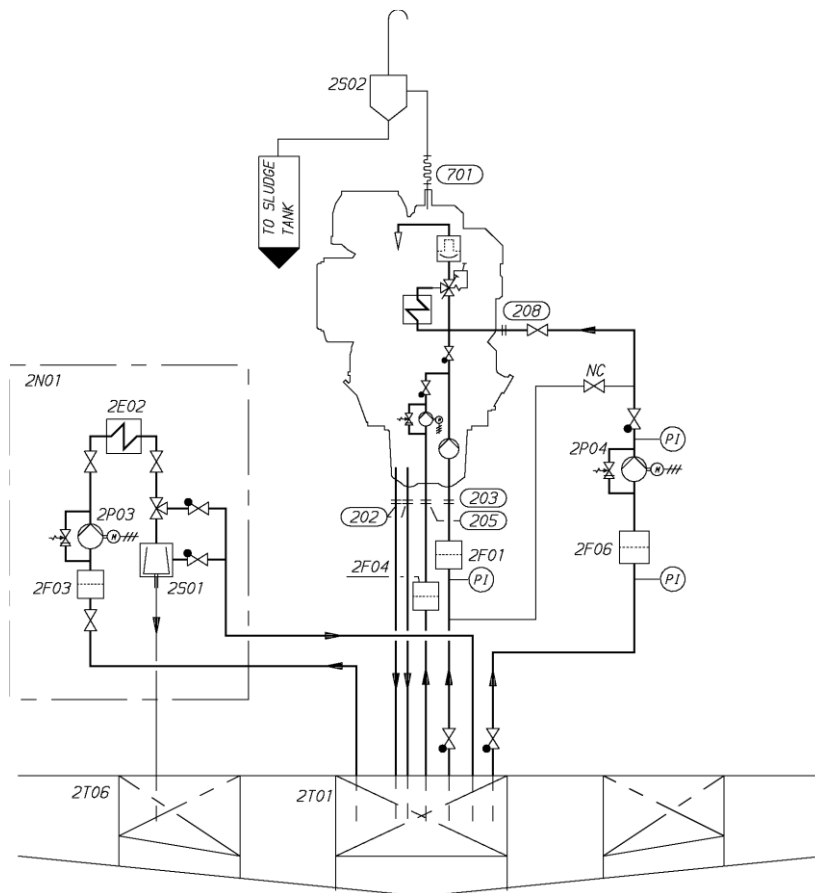
**Tanque de expansión**

**Design data:**

Pressure from the expansion tank at pump inlet	70 - 150 kPa (0.7...1.5 bar)
Volume	min. 10% of the total system volume

**Tanque colector** con capacidad suficiente para albergar el volumen de agua necesario para las operaciones de refrigeración.

Servicio de Lubricación



**System components:**

2E02	Heater (separator unit)	2P03	Separator pump (separator unit)
2F01	Suction strainer (main lubricating oil pump)	2P04	Stand-by pump
2F03	Suction filter (separator unit)	2S01	Separator
2F04	Suction strainer (Prelubricating oil pump)	2S02	Condensate trap
2F06	Suction strainer (stand-by pump)	2T01	System oil tank
2N01	Separator unit	2T06	Sludge tank

**Bomba de alimentación**

La bomba de alimentación debe ser seleccionada para que coincida con el caudal recomendado del separador.

**Capacidad de la bomba:**

- Caudal en Stand By = 95 m<sup>3</sup>/H
- Rendimiento en torno al 0,6 (rotativa)
- H = 8 kg/cm<sup>2</sup>

$$P = (\rho \cdot H \cdot Q \cdot 10) / (3600 \cdot 75) \cdot (0,736/\eta)$$

Potencia = 36.1 kW

**Bomba de prelubricación**

- Caudal = 25.9 m<sup>3</sup>/H
- Rendimiento en torno al 0.35 (centrífuga)
- H = 0.8 kg/cm<sup>2</sup>

$$P = (\rho \cdot H \cdot Q \cdot 10) / (3600 \cdot 75) \cdot (0,736/\eta)$$

Potencia = 1,7 KW

**Filtro de succión** (sensibilidad de 1.5mm)

**Pre calentador**

Cuando el motor está en marcha, la temperatura en el tanque de aceite del sistema esta normalmente entre 65 - 75 ° C.

Temperatura del aceite recomendado de 95 ° C.

La temperatura de la superficie del calentador no debe exceder de 150 ° C a fin de evitar la cocción del aceite.

**Separador**

Los separadores deben ser preferiblemente de un tipo con descarga controlada de la taza para minimizar las pérdidas de aceite.

$$Q = \frac{1.35 \times P \times n}{t}$$

Q = caudal [l / h]

P = potencia del motor [kW]

n = número de orificios: 5 de HFO , 4 de MDF

t = tiempo de funcionamiento [ h / día ]: 24 para la operación de separación continua ,  
23 para el dimensionamiento normal

MDF:  $Q = 1.35 \times 4640 \times 4 / 24 = 1044 \text{ L/H}$

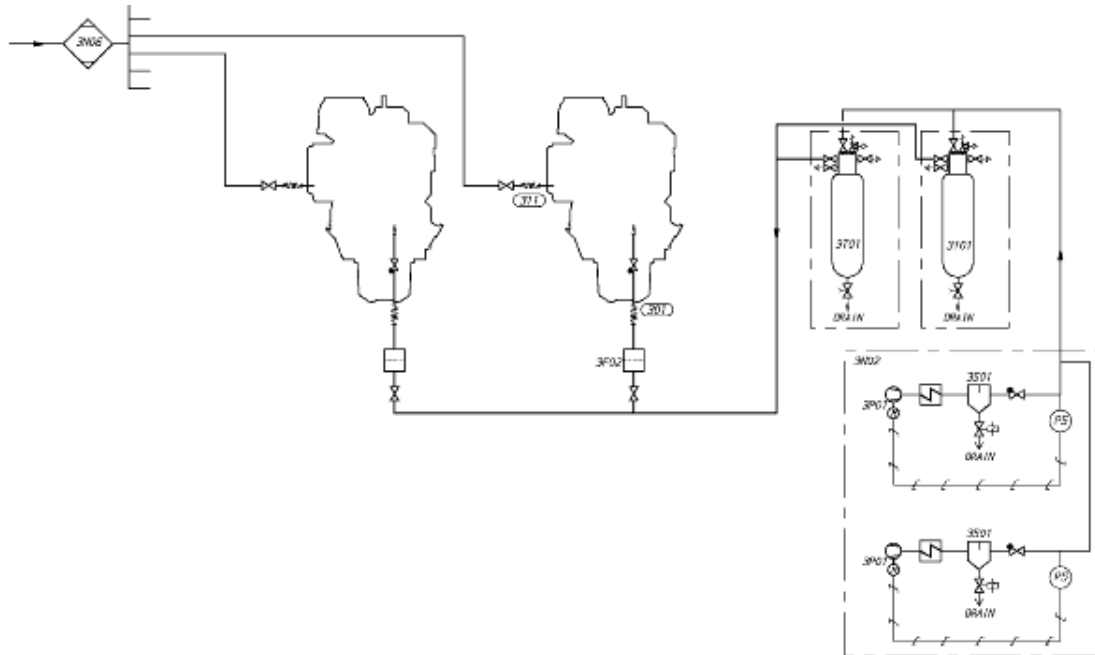
HFO:  $Q = 1.35 \times 4640 \times 5 / 24 = 1305 \text{ L/H}$

**Capacidad del depósito de aceite:**

-Carter Húmedo: 2 m<sup>3</sup>

-Carter Seco (depósito separado): 6.3 m<sup>3</sup>

Servicio de aire de arranque



**System components:**

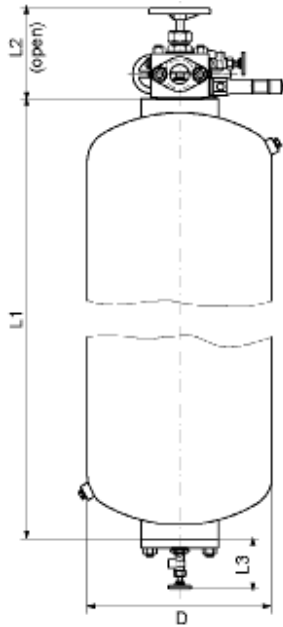
3F02	Air filter (starting air inlet)
3N02	Starting air compressor unit
3N06	Air dryer unit
3P01	Compressor (starting air compressor unit)
3S01	Separator (starting air compressor unit)
3T01	Starting air vessel

**Pipe connections:**

301	Starting air inlet
311	Control air to wastegate valve

**Dimensionamiento de las botellas:**

-Mínimo dos botellas con presión de 30 bares y capacidad para 6 arrancadas en motores no reversibles o 12 en reversibles



Size [Litres]	Dimensions [mm]				Weight [kg]
	L1	L2 1)	L3 1)	D	
250	1767	243	110	480	274
500	3204	243	133	480	450
710	2740	255	133	650	625
1000	3560	255	133	650	810
1250	2930	255	133	800	980

1) Dimensions are approximate.

$$V_R = \frac{p_E \times V_E \times n}{p_{Rmax} - p_{Rmin}}$$

$V_R$  = total starting air vessel volume [m<sup>3</sup>]

$p_E$  = normal barometric pressure (NTP condition) = 0.1 MPa

$V_E$  = air consumption per start [Nm<sup>3</sup>] See *Technical data*

$n$  = required number of starts according to the classification society

$p_{Rmax}$  = maximum starting air pressure = 3 MPa

$p_{Rmin}$  = minimum starting air pressure = 1.8 MPa

$V_e = 2.7N/m^3$

$N = 2$

$VR = 0.1 \times 2.7 \times 2 / (3 - 1.8) = 0.45m^3 = 450 \text{ litros totales} = 225 \text{ Litros/botella}$

Según las medidas de antes, colocaríamos 2 botellas de 250 Litros por motor

**Dimensionamiento del compresor:**

-Dos o más compresores con una capacidad total de llenado de las botellas en 1 hora desde la presión atmosférica (según SS.CC)

Caudal = 1800 L/H ya que en caso de fallo debe cumplirse la norma, siendo estos de 8,2 kW aproximadamente.

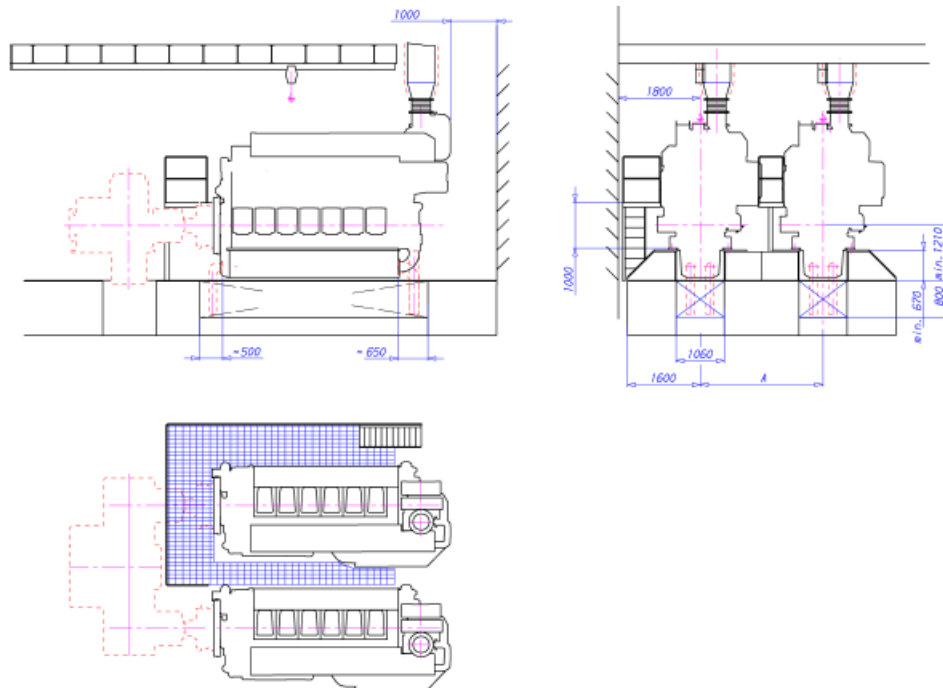
**4. Croquis de la Disposición Preliminar de Cámara de Máquinas**

La Cámara de Máquinas es el lugar del buque en el que vamos a situar los elementos vitales para el buque como son los motores principales, bombas y equipos auxiliares de nuestro buque en este caso.

Tal y como hemos definido y dimensionado anteriormente, mediante el Software de Autocad 2013, hemos representado a la altura de la Cámara de Máquinas, en una sección longitudinal y en Planta, para poder ver con claridad los elementos.

**Distancias entre motores y mamparos**

Siguiendo la Project Guide de nuestro motor Wartsila 6L32.



Engine	A
W 6L32	2700
W 7L32	2700
W 8L32	2700
W 9L32	2700

All dimensions in mm.

Se adjunta como anexo la disposición general de la cámara de máquinas.

# ANEXO I

# CÁMARA DE MÁQUINAS