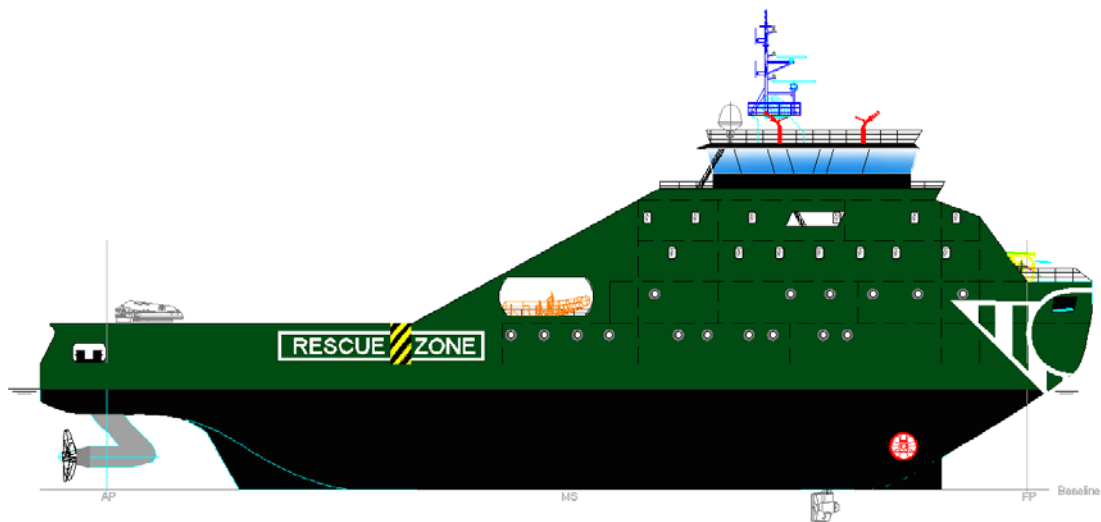




Escola Politécnica Superior

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto número: 14-04 REMOLCADOR ROMPEHIELOS



## CUADERNO 2: Cálculo de pesos y del centro de gravedad

ALUMNO: MIGUEL PÉREZ-LAFUENTE RECUNA



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**ANTEPROYECTO Y PROYECTO FIN DE CARRERA**

*CURSO 2.013-2014*

**PROYECTO NÚMERO** 14- 04

**TIPO DE BUQUE:** Buque remolcador rompehielos de 100 TPF OPERACIONES EN PUERTO CON ALTO NIVEL DE HIELO PARA ESCOLTA DE GRANDES BUQUES Y OPERACIONES ROMPEHIELOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** REGISTRO RUSO, KM, SOLAS, MARPOL, DYNPOS-1, Icebreaker6, FF3WS, AUT1-ICS, OMBO, EPP, ECO-S, Oil recovery ship (>60°C), Tug

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 100 TPF 2000 TPM 400 M2 DE SUPERFICIE DE CUBIERTA

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio 80% MCR y 18% MM

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Maquinilla de remolque en cubierta y en proa. Grúa en cubierta

**PROPULSIÓN:** Diésel eléctrica MDO, AZIPODS EN PROA Y POPA, 10 MW DE POTENCIA

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 30 personas de tripulación 40 náufragos

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques

Ferrol, Febrero de 2.014

ALUMNO: D. MIGUEL PÉREZ-LAFUENTE RECUNA



## ÍNDICE

1. Presentación.....	4
2. Cálculo del Peso en Rosca.....	5
2.1 Cálculo del peso de la estructura.....	5
2.2 Cálculo del peso de maquinaria.....	8
2.3 Cálculo del peso de equipo y habilitación.....	9
2.4 Tabla desglose peso en rosca.....	17
3. Cálculo del Peso Muerto.....	18
3.1 Consumos.....	18
3.2 Tripulación y pasaje.....	23
3.3 Pertrechos.....	23
3.4 Carga útil.....	23
3.5 Tabla desglose peso muerto.....	25
4. Cálculo del Desplazamiento.....	26
5. Tabla resumen de pesos.....	27
<i>ANEXO I: Disposición general.....</i>	<i>28</i>
<i>ANEXO II: Hidrostáticas al Calado de Diseño.....</i>	<i>30</i>
<i>ANEXO III: Catálogos de Equipos.....</i>	<i>32</i>

## 1. Presentación

En este cuaderno se calculará el desplazamiento final del buque. Este cálculo se dividirá en dos etapas, en la primera se calculará el peso en rosca (PR) y su centro de gravedad, y en la segunda se hallará el centro de gravedad del peso muerto (DWT).

En el Peso en Rosca, el cálculo de pesos se desglosa como sigue:

- **Estructura de acero** (Fondos y dobles fondos, mamparos longitudinales, transversales...)
- **Maquinaria** (Maquinaria propulsora, hélices, propulsores...)
- **Equipos y habilitación** (Equipos de fondeo, amarre y remolque, equipos de navegación, de salvamento y contraincendios, equipos de manipulación de carga....)

Las medidas del centro de gravedad tanto verticales como longitudinales se hallarán mediante fórmulas obtenidas de los libros de la bibliografía recomendada o medidas directamente sobre el plano de disposición general presentado en el Cuaderno 1, presentado como ANEXO I.

En el ANEXO III se presentan los catálogos escogidos para los distintos equipos del buque.

Para el Peso Muerto, se tomarán los pesos calculados en el Cuaderno 4 a partir de los tanques compartimentados, y se procederá al cálculo de su centro de gravedad.

Finalmente se calculará el desplazamiento del buque y se presentará una tabla resumen con todos los pesos.

Las dimensiones principales del buque son:

L <sub>pp</sub> (m)	58,25	$\Delta(T_n)$	4495
L <sub>total</sub> (m)	66,60	C <sub>b</sub>	0,66
B (m)	16,20	Potencia (kW)	10660
D (m)	8,00	Vel. Servicio (nudos)	15
T (m)	6,40	Área de Cubierta (m <sup>2</sup> )	402,12

Sus características principales son la de rompehielos y la de remolcador. A mayores, este buque tiene sistemas de succión de aceites en la superficie del mar, cuenta con equipo de rescate y con equipos para combatir incendios en otros buques.

## 2. Cálculo del peso en rosca

### 2.1 Cálculo del peso de la estructura

Se emplearán métodos basados en las características principales del buque

#### Método de Watson

Este método se basa en un numeral bi-dimensional E, y un factor K dependiente del tipo de buque.

El peso se expresa por la ecuación:

$$WST = K * E^{1.36} * (1 + 0,5 * (CB_{80\%D} - 0,7))$$

$$E = Lpp * (B + D) + 0,85 * Lpp * (D - T) + 0,85 * \sum l_1 h_1 * \sum l_2 h_2$$

$l_1$  y  $h_1$ : eslora y altura de superestructuras;  $l_1 = 21,60\text{m}$ ;  $h_1 = 13,00\text{ m}$ .

$l_2$  y  $h_2$ : eslora y altura de casetas;  $l_2 = 6,80\text{m}$ ;  $h_2 = 2,60\text{ m (2 x)}$

$$E = 58,25 * (16,2 + 8) + 0,85 * 58,25 * (8 - 6,4) + 0,85 * 12,68 * 13,16 + 2 * 0,75 * 6,80 * 2,60$$

$$E = 1754,07$$

$CB_{80\%D}$  se puede estimar por la fórmula:

$$CB_{80\%D} = CB + (1 - CB) * \frac{(0,8 * D - T)}{3 * T} = 0,66$$

El valor de CB se obtiene de las hidrostáticas del buque, que se presentan en el ANEXO II ( $C_b = 0,661$ ).

El valor de K va desde 0,044 a 0,051  $\rightarrow K = 0,044$  (remolcadores)

$$WST = 0,044 * 1754,07^{1.36} * (0,65 + 0,5 * CB_{80\%D}) = 1113,22 \text{ Tn}$$

#### Método de F. Junco

El peso de aceros será:  $WST = 0,14 * Lpp * B * D$

$$WST = 0,14 * 58,25 * 16,2 * 8 = 1019,14 \text{ Tn}$$

### Método de Harvald

$$WST = C_s * (L_{pp} * B * D + Sup)$$

Siendo:  $C_s = C_{s0} + 0,064 * e^{(-0,50*u - 0,10*u^{2,45})} = 0,109087$

En la que:  $C_{s0}$  es una constante de valor 0,0892 (remolcadores).

$$u = \log_{10}\left(\frac{\Delta}{100}\right) = 1,65273$$

$\Delta = 4495$  Tn (Desplazamiento al calado de diseño)

Sup: Volumen en m<sup>3</sup> de superestructuras y casetas, si se desconoce Sup, se puede estimar mediante la fórmula:

$$Sup = 0,8 * B * (1,45 * L_{pp} - 11) = 0,8 * 16,2 * (1,45 * 58,25 - 11) = 952,07 \text{ m}^3$$

Por lo tanto:

$$WST = 0,109087 * (58,25 * 16,2 * 8 + 952,07) = 927,38 \text{ Tn}$$

### Método por coeficientes

El peso de acero será:  $WST = V_c * C_s$

Donde  $V_c$  es:  $V_c = LBD + \text{Volumen de casetas y superestructuras}$

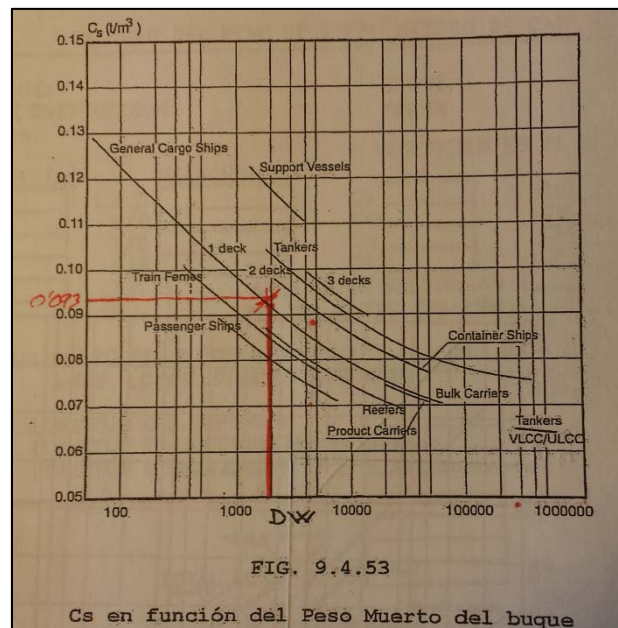
Si se desconoce el volumen de casetas y superestructuras, se toma el valor de Sup del anterior método, de manera que:

$$V_c = 58,25 * 16,2 * 8 + 952,07 = 8501,27 \text{ m}^3$$

El valor de  $C_s$  se obtiene de la gráfica 9.4.53 del libro 'Cálculo del desplazamiento' del profesor F. Junco, en función del peso muerto (PM = 2000Tn)

Por lo tanto:

$$WST = 8501,27 * 0,093 = 790,61 \text{ Tn}$$





### Método de J. L. Garcés

El peso de aceros será:  $WST = 0,0294 * L_{pp}^{1,5} * B * D^{0,5}$

$$WST = 0,0294 * 58,25^{1,5} * 16,2 * 8^{0,5} = 598,89 \text{ Tn}$$

El Xg será:  $Xg_{wst} = 0,447 * L_{pp} + 0,614 = 0,447 * 58,25 + 0,614 = 26,65 \text{ m}$

El XG final se aumentará un 10% ya que esta fórmula es para buques de carga general con superestructura a popa. El valor de XG final es:

$$XG_{final} = 1.1 * 26,65 = 29,32 \text{ m}$$

El Kg será:  $Kg_{wst} = 1,019 * D^{0,817} = 5,57 \text{ m}$

### Resultado final

Para obtener un valor final del peso de aceros, se hará la media aritmética entre los métodos anteriores.

Los valores de XG y KG para el peso de aceros serán los obtenidos por el método de J.L. Garcés, ya que es el único método que nos aporta fórmulas para calcularlos.

$$WST_{final} = \frac{(1113,22 + 1019,14 + 927,38 + 790,61 + 598,89)}{5} = 889,85 \text{ Tn}$$

A este valor se le añade una corrección del 8% debido a su cota de rompehielos, englobada en la categoría I

$$WST = 889,85 * 1.08 = 961,04 \text{ Tn}$$

$$WST = 961,04 \text{ Tn.}$$

$$Xg_{wst} = 29,32 \text{ m}$$

$$Kg_{wst} = 5,57 \text{ m}$$



## 2.2 Cálculo del peso de la maquinaria

En general el peso total de la maquinaria incluye lo siguiente:

- Peso de los motores principales
- Peso de la maquinaria auxiliar
- Peso de los propulsores
- Respetos reglamentarios

El peso de maquinaria para la propulsión diésel eléctrica puede calcularse mediante la siguiente expresión del libro *‘Cálculo del desplazamiento’* del profesor F. Junco:

$$P_{maq} = 0,72 * (MCR)^{0,78} = 0,72 * (10660)^{0,78} = 997,66 \text{ Tn}$$

Siendo MCR, la potencia total de los motores principales del buque.

Se calculan a continuación algunos pesos que podemos encontrarnos en la cámara de máquinas:

- Tecles en Cámara de Máquinas  
 $P_m = 0,047 * l_{cam.maq.} * B * 0,60 = 0,047 * 14,40 * 16,2 * 0,60$   
 $P_m = 6,58 \text{ Tn}$
- Instalación de contraincendios  
 $P_{ic} = 0,125 * (0,0046 * MCR + 0,0088 * L * B) = 7,17 \text{ Tn}$
- Tanques varios  
 $P_{tv} = 0,0024 * MCR = 0,0024 * 10660 = 25,58 \text{ Tn}$
- Tuberías y bombas  
 $P_{tb} = 0,00981 * MCR = 0,00981 * 10660 = 104,57 \text{ Tn}$

El Kg de la maquinaria se puede calcular según el libro *‘El Proyecto Básico del Buque Mercante’* como:

$$KG_{maq} = 0,17 * T + 0,36 * D = 0,17 * 6,4 + 0,36 * 8 = 4,00 \text{ m}$$

El Xg de la maquinaria se mide en el plano del ANEXO I, aproximadamente a la mitad de la cámara de máquinas:  $XG_{maq} = 36 \text{ m}$

$$P_{maq} = 997,66 \text{ Tn}$$

$$XG_{maq} = 36 \text{ m}$$

$$KG_{maq} = 4,00 \text{ m}$$





## 2.3 Cálculo del peso de equipo y habilitación

Para tener una primera aproximación del peso, lo calcularemos mediante las dos siguientes fórmulas:

$$Peh1 = 277 + 0,115 * Lpp * B = 277 + 0,115 * 58,25 * 16,2 = 385,52 Tn$$

$$Peh2 = 0,045 * Lpp * B * D = 0,045 * 58,25 * 16,2 * 8 = 339,71 Tn$$

Para tener un valor más exacto, se desglosará el peso de equipo y habilitación en distintas partes. Los valores de los centros de gravedad, generalmente, serán medidos en el plano presentado en el ANEXO I.

### - Peso de la protección anticorrosiva

- Peso de la pintura del buque (Pi)

$$Pi = 0,008 * WST = 0,008 * 961,04 = 7,69 Tn$$

Xg se considera a 2/3 de la eslora total del buque:

$$Xg_{Pi} = 2/3 * Lt = 2/3 * 66,6 = 44,4 m$$

Kg se considera a una altura del 30% más del puntal del buque:

$$Kg_{Pi} = 1,3 * D = 1,3 * 8 = 10,4 m$$

- Peso de la protección catódica del casco (incluido timón hélice) por ánodos de sacrificio (Pcc)

$$Pcc = 0,0004 * Sm * a * y$$

Siendo:

a = 1 (Zinc), se desconoce el tipo de ánodos

y = 2 años, porque se desconoce el periodo de años

$$Sm = Lpp * T * \left(2 + Cb * \frac{B}{T}\right) = 58,25 * 6,40 * \left(2 + 0,66 * \frac{16,2}{6,40}\right)$$

$$Sm = 1448,98$$

$$Pcc = 0,0004 * 1448,98 * 1 * 2 = 1,16 Tn$$

Xg se considera a la mitad de la eslora en la flotación al calado de diseño (T= 6,4 m).

$$Xg_{Pcc} = 63,96 / 2 = 31,98 m$$

Kg se considera a la mitad del calado de diseño (T=6,4 m)

$$Kg_{Pcc} = 6,4 / 2 = 3,2 m$$

- Peso del equipo de fondeo y amarre.

Calculando el numeral del equipo (NE) del buque, el peso de los elementos de fondeo y amarre se obtienen mediante la gráfica 9.5.5 para numerales inferiores a 1500, del libro Cálculo del desplazamiento de F. Junco.

$$NE = DE^{2/3} + 2 * B * h + \frac{Ap}{10}$$

Siendo:

DE: Desplazamiento al calado máximo: DE = 4495 Tn.

B: Manga: B = 16,2 m.

h: altura total, incluidas casetas con manga mayor de B/4, desde el calado de verano hasta la cubierta más alta, en metros. h = 13 m.

Ap: área lateral del buque (en perfil) por encima de la línea de francobordo de verano. Ap = 520 m<sup>2</sup>, medido sobre el plano adjunto en el ANEXO I.

$$NE = 4495^{2/3} + 2 * 16,2 * 13 + \frac{520}{10} = 745,56$$

De la gráfica 9.5.5 se obtiene que:

Peso de cadenas y anclas = 25 Tn

El Peso de los equipos de amarre y fondeo se obtiene del plano de la maquinilla combinada de proa, presentado en el ANEXO III, dando un margen por pesos de otros equipos auxiliares.

Peso de equipos de amarre y fondeo = 15 Tn

Peso equipos de fondeo y amarre = 40 Tn.

Xg se considera cercano a la perpendicular de proa.

$$Xg_{efa} = 58 \text{ m}$$

Kg se considera a una altura del 50% más del puntal.

$$Kg_{efa} = 1,5 * 8 = 12 \text{ m}$$



- Peso del equipo de navegación.

El peso de los equipos que integran este concepto es muy reducido y se recomienda tomar como valor:

$$P_{nav} = 1,5 \text{ Tn.}$$

Xg se considera a la mitad del puente de gobierno

$$X_{g_{nav}} = 44,6 \text{ m}$$

Kg se considera entre la cubierta de puente (h = 19,4 m) y el techo del puente (h = 21,6 m)

$$K_{g_{nav}} = 20,8 \text{ m}$$

- Peso de los equipos de salvamento y contraincendios

- Peso del equipo de salvamento

$$PL = 9,5 + (n - 35) * 0,1$$

Siendo n el número de personas a bordo o 35, el que sea mayor. En este caso, n = 30

$$PL = 9,5 + (35-35) * 0,1 = 9,5 \text{ Tn}$$

Xg se considera a la mitad de la eslora total del buque

$$X_{g_{PL}} = 33,3 \text{ m}$$

Kg se considera a una altura entre la cubierta A (h=10,60 m) y la cubierta B (h = 13,20 m)

$$K_{g_{PL}} = 11,90 \text{ m}$$

- Peso del equipo contraincendios (PI)

$$PI = 0,0025 * VE + 1$$

Siendo VE el volumen de la Cámara de máquinas.

$$VE = 1263,21 \text{ m}^3 \text{ (Medido en el plano)}$$

$$PI = 0,0025 * 1263,21 + 1 = 4,16 \text{ Tn}$$

Xg se considera a popa de la habitación.  $X_{g_{PI}} = 32,50 \text{ m}$

Kg se considera a una altura entre la cubierta principal (h=8,00m) y la cubierta A (h=10,6m).  $K_{g_{PI}} = 9,30 \text{ m}$



- Peso del equipo de carga y de manipulación de la carga

• Grúas de cubierta

Para el cálculo de estos equipos se utilizan las figuras 9.5.3 y 9.5.4 del libro de F. Junco.

El peso de la grúa se saca directamente de la figura, y el peso de su polín viene dado por:

$$P_p = 8 * Q * E / 1000 * P$$

-Grúa rail

Q = 10 Tn (Capacidad de elevación de la grúa)

E = 16 m (Alcance de la pluma)

P = 1,50 m (Diámetro del polín)

Peso grúa = 17 Tn

Peso grúa + polín = 17,85 Tn

Xg se considera a la mitad del carril de cubierta:

$$X_{g+p} = 9 \text{ m}$$

Kg se considera a la altura de la cubierta A (h=10,60 m)

$$K_{g+p} = 10,60 \text{ m}$$

• Peso de la jarcia firme.

Se considerarán 2 toneladas en cualquier tipo de buque.

Xg se considera a la mitad de la eslora total.

$$X_{gjf} = 66,6 / 2 = 33,3 \text{ m}$$

Kg se considera a la altura de la cubierta principal (h=8,00 m):

$$K_{gjf} = 8 \text{ m}$$

- Peso de los cierres diversos y accesos.

Es el peso de puertas de acero, portillos y ventanas, escaleras exteriores...

NC: número de casetas de chigres o frigoríferos = 0

NH: número de cubiertas de alojamientos = 3

n: número de tripulantes = 30

• Peso puertas de acero

$$P = 0,56 * (NH + 1) + 0,28 * NC = 0,56 * (3+1) + 0,28 * 0$$

$$P = 2,24 \text{ Tn}$$

Xg se considera al 75 % de la eslora total.

$$X_g = 0,75 * 66,6 = 49,95 \text{ m}$$

Kg se considera a la altura de la cubierta A (h = 10,6m).

$$K_g = 10,60 \text{ m}$$

- Peso portillos y ventanas.

$$P = 0,12 * n = 0,12 * 30 = 3,6 Tn$$

Xg se considera al 75 % de la eslora total.

$$Xg = 0,75 * 66,6 = 49,95 m$$

Kg se considera al 65% de la altura total (h = 21,7m).

$$Kg = 0,65 * 21,7 = 14,10 m$$

- Peso escaleras exteriores.

$$P = 0,8 * NH + 0,6 = 0,8 * 3 + 0,6 = 3 Tn$$

Xg se considera al 75 % de la eslora total.

$$Xg = 0,75 * 66,6 = 49,95 m$$

Kg se considera a la altura de la cubierta B (h= 13,2m)

$$Kg = 13,20 m$$

- Peso de barandillas

$$P = 0,245 * (NH + 2) = 0,245 * (3+2) = 1,23 Tn$$

Xg se considera al 75 % de la eslora total.

$$Xg = 0,75 * 66,6 = 49,95 m$$

Kg se considera a la altura de la cubierta C (h=15,8 m)

$$Kg = 15,80 m$$

- Peso de la habilitación

El cálculo del peso de habilitación se realizará mediante un desglose de los distintos espacios de las cubiertas. Los pesos aplicables a cada espacio son los siguientes:

Tipo de espacio	Peso(Kg/m <sup>2</sup> )
Camarote de oficiales	135
Camarote de tripulación	160
Salones, comedores y zonas de trabajo	120
Pasillos (sin mamparos, incl. en camarotes)	80
Aseo individual	250
Aseo público	200
Cocina	200
Oficinas	200
Gambuza seca y paños	60
Lavadero y secadero	150
Escaleras	80

Sobre el ANEXO I se han medido los espacios de habilitación, obteniendo los siguientes resultados:



Local	S(m2)	P. aplicado	Kg	Tn	
Cub. Puente	Puente	121,98	120	14637,6	14,6376
	Aseo	1,8	200	360	0,36
	Escaleras	4,2	80	336	0,336
Cubierta C	Salon	37,47	120	4496,4	4,4964
	Oficina	52,93	200	10586	10,586
	Aseos	2,04	200	408	0,408
	Armarios	7,8	60	468	0,468
	Escaleras	7,94	80	635,2	0,6352
	Camarotes	142,91	135	19292,85	19,29285
	Pasillos	72,12	80	5769,6	5,7696
Cubierta B	Escaleras	5,24	80	419,2	0,4192
	Camarotes	200,63	160	32100,8	32,1008
	Lavandería	5,2	150	780	0,78
	Armarios	13,55	60	813	0,813
	Salón	38,55	120	4626	4,626
	Pasillos	69,02	80	5521,6	5,5216
Cubierta A	Zona de Trabajo	21,04	120	2524,8	2,5248
	Escaleras	5,24	80	419,2	0,4192
	Armarios	18,81	60	1128,6	1,1286
	Salon	34,75	120	4170	4,17
	Lavandería	5,2	150	780	0,78
	Camarotes	175,38	160	28060,8	28,0608
	Pasillos	62,3	80	4984	4,984
Cubierta Principal	Cocina	43,26	200	8652	8,652
	Comedor	47,2	120	5664	5,664
	Salon	22,8	120	2736	2,736
	Aseos	4,5	200	900	0,9
	Escaleras	7,63	80	610,4	0,6104
	Hospital	22,86	120	2743,2	2,7432
	Incinerador	8,03	100	803	0,803
	Pasillos	60,91	80	4872,8	4,8728
	Armarios	3,32	60	199,2	0,1992
	Oficina	24,85	200	4970	4,97
	Sala de náufragos	36,85	120	4422	4,422
	Zona de Trabajo	60,91	120	7309,2	7,3092
	Gimnasio	26,96	120	3235,2	3,2352
TOTAL				190,43	

Xg, se considera a la mitad de la superestructura, medido en el ANEXO I:

$$Xg = 48,80 \text{ m}$$

Kg se considera a la altura de la cubierta B (h = 13,20 m)

$$Kg = 13,20 \text{ m}$$

- Peso de la instalación eléctrica

Para una eslora superior a 60 m:

$$Pie = lc + \frac{MCR}{1000}$$

Siendo:

L: eslora entre perpendiculares

MCR: Potencia de los motores propulsores (MCR=10660 kW).

lc: longitud del cable:

$$lc = 1,82 + 0,268 * L + 0,000597 * L^2 = 19,45m$$

$$Pie = 19,45 + \frac{10660}{1000} = 30,11 Tn$$

Xg se considera a una eslora del 60% de la eslora total, ya que toda la habilitación está a proa:

$$Xg_{Pie} = 0,60 * 66,6 = 37,00 m$$

Kg se considera a la altura de la cubierta A (h=10,60 m):

$$Kg_{Pie} = 10,60 m$$

- Peso de tuberías y bombas de casco

$$Ptb = 0,0047 * L * \sqrt{L} * B = 33,85 Tn$$

Xg se considera a una eslora de la mitad de los espacios de carga

$$Xg_{Pie} = 18 m$$

Kg se considera la mitad de la altura de la zona de bodega.

$$Kg_{Pie} = 4,75 m$$

- Peso de la chimenea

$$Pch = 0,0034 * L * B = 3,20 Tn$$

Xg se mide en el ANEXO I.

$$Xg_{ch} = 42 m$$

Kg se considera a 2 metros por encima del techo del puente

$$Kg_{ch} = 22,8 m$$

- Peso del equipo de remolque (cable incluido)

Tomando de referencia el valor del peso del chigre de remolque cuyo plano se presenta en el ANEXO III, y dando margen a este valor para equipos auxiliares, se fija un valor de 31 Tn para los equipos de remolque.

Xg a la mitad de su posición en el buque.  $Xg_{rem} = 28,80 m$

Kg se considera medio metro por encima de la cubierta principal:

$$Kg_{rem} = 8,50 m$$

- Peso del pod retráctil de proa

Se estima un peso de 12 Tn de acuerdo con el catálogo del ANEXO III.

Xg se mide en el plano del ANEXO I.

$$Xg = 45 \text{ m}$$

Kg se considera a mitad del puntal del buque.

$$Kg = 4 \text{ m}$$

- Peso de la hélice de proa

Se estima un peso de 3,7 Tn de acuerdo con el catálogo del ANEXO III.

Xg se mide en el plano del ANEXO I.

$$Xg = 50,40 \text{ m}$$

Kg se considera a 3 metros por encima de la línea de base

$$Kg = 3,00 \text{ m}$$

- Peso de los equipos FiFi

Se estima un peso de 4,5 Tn de acuerdo con los catálogos del ANEXO III. Se consideran 4 monitores y 2 bombas de agua para suministro, dada la condición de FiFi de nivel 3.

Xg se considera a una distancia media en el techo del puente.

$$Xg_{\text{ffi}} = 44,40 \text{ m}$$

Kg se considera a una altura media, próxima a la cubierta de puente.

$$Kg_{\text{ffi}} = 19 \text{ m}$$

- Peso del grupo de emergencia

$$P_{ge} = \frac{7,45 * (KVA - 30) + 765}{1000}$$

KVA, potencia en kVA, en este caso KVA = 200 kVA

$$P_{ge} = \frac{7,45 * (200 - 30) + 765}{1000} = 2,03 \text{ Tn}$$

Xg se considera el local destinado al grupo de emergencia.

$$Xg_{ge} = 55 \text{ m}$$

Kg se considera a una altura entre la cubierta principal (h=8m) y la cubierta A (h = 10,3 m)

$$Kg_{ge} = 9,30 \text{ m}$$





El peso total del equipo y habilitación es la suma de los distintos pesos anteriores, y su centro de gravedad será una ponderación de los centros de gravedad calculados.

**Peso Equipos y Habilitación: 404,76 Tn**

**XG** peso de equipos y habilitación: 42,07 m

**KG** peso de equipos y habilitación: 11,31 m

Para finalizar la etapa del peso en rosca, se presenta a continuación una tabla con las diferentes partidas del peso en rosca.

## 2.4 Tabla desglose peso en rosca

	Peso (Tn)	XG (m)	ML (Tn*m)	KG (m)	MV (Tn*m)
Peso de estructura	961,04	29,32	28174,74	5,57	5352,99
Peso de maquinaria	997,66	36,00	35915,81	4,00	3990,65
Peso de equipos	404,76	42,07	17029,48	11,31	4579,22
Márgen PR (4%)	94,54				
Márgen KG				0,20	
Peso en Rosca	2458,00	33,00	81120,02	5,86	13922,85

**Peso en Rosca: 2458 Tn**

**XG** Peso en Rosca: 33,00 m

**KG** Peso en Rosca: 5,86 m



### 3. Cálculo del Peso Muerto

El peso muerto ya se ha calculado previamente en el Cuaderno 1 y en el Cuaderno 4 de una manera más fiable, a partir de los tanques compartimentados. Su valor mínimo viene determinado por el RPA del proyecto, DWT = 2000 Tn

En el presente cuaderno se recuperarán los cálculos del Cuaderno 4 y se estimará el centro de gravedad de cada uno de los pesos.

#### 3.1 Consumos

Los consumos son cargas que varían durante la navegación que dependen de la autonomía del buque. Se pueden clasificar en combustibles, aceites, agua dulce (Alimentación y potable), aguas grises, fangos, víveres:

- Combustibles:

El cálculo del combustible necesario se hará para la condición de navegación del buque, con los motores al 80 % MCR (según RPA), a una velocidad de servicio de 15 nudos, y con una autonomía de 7000 millas.

Se escogen como diésel generadores principales de este buque 4 diésel generadores Rolls-Royce C25:33L8A, de 2665 kW cada uno, cuya hoja técnica se presenta en el ANEXO III. El combustible a quemar será MDO (Marine Diésel Oil) y el consumo específico será de 185 g/kW h.

$$\text{Peso} = 7000 \text{ millas} \cdot (1 \text{ h}) / (15 \text{ millas}) \cdot (185 \text{ g}) / (1 \text{ kW} \cdot \text{h}) \cdot (1 \text{ t}) / (10^6 \text{ g}) \cdot 2665 \text{ kW} \cdot 80\% = 184,06 \text{ Tn}$$

Para los 4 diésel generadores:  $\text{Peso total} = 184,06 \cdot 4 = 736,25 \text{ Tn}$

Este cálculo incluye el consumo de la planta propulsora (Potencia requerida para navegación en aguas libres 7186 kW) y la planta eléctrica (Potencia requerida por planta eléctrica, según valor estimado en Cuaderno 1, es de 1420 kW).

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

$$\text{Peso combustible} = 736,25 \cdot 1,05 = 773,06 \text{ Tn}$$

- Aceites:

En el buque se utilizan diversos aceites para los distintos servicios (lubricación de motores y turbinas, hidráulicos y térmicos).

En los servicios de lubricación es normal disponer de un tanque igual o ligeramente superior al de servicio, como reserva. Para el tanque de servicio se puede estimar un peso del 3% del combustible de propulsión.

Para los aceites hidráulicos y térmicos, los tamaños de los tanques dependerán de las capacidades de los circuitos.

$$\text{Peso tanque servicio} = 0.03 * 199,46 = 5,98 \text{ Tn}$$

Para obtener un valor más exacto realizaremos el mismo procedimiento que en el combustible:

El consumo específico del Generador escogido es de 0,7 g/ kW h.

$$\text{Peso} = 7000 \text{ millas} * (1 \text{ h}) / (15 \text{ millas}) * (0.7 \text{ g}) / (1 \text{ kW} * \text{h}) * (1 \text{ t}) / (10^6 \text{ g}) * 2665 \text{ kW} * 80\% = 0.70 \text{ Tn}$$

Para los 4 generadores, considerando un margen del 5%, el peso del aceite será:

$$\text{Peso aceite} = 0.70 * 4 * 1.05 = 2,94 \text{ Tn}$$

El peso de tanques de aceites hidráulicos y térmicos lo estimaremos en 16 Tn con una densidad aproximada de 0,90 t/m<sup>3</sup>.

$$\text{Peso aceites} = 18,94 \text{ Tn}$$

- Agua dulce:

El cálculo del suministro de agua potable está regulado por la norma UNE-EN ISO 15748, la cual trata de *“Embarcaciones y tecnología marina. Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas”*.

La norma indica que el consumo de agua potable depende del tipo de buque, duración del viaje, dispensadores de agua potable, puntos de suministro... Además, indica que los cálculos preliminares de las necesidades diarias de agua potable se deberán basar en los valores de referencia que figuran en la tabla A.1, mostrada a continuación:

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

Tipo de buque		Grupo de personas embarcado	Consumo de agua cuando esté equipado con	
			sistema de aseos de gravedad	sistema de aseos de vacío
Buque de alta mar	Carguero	Tripulante/cama	220 l	175 l

El buque de este proyecto se corresponde en la tabla con el tipo de buque de alta mar (carguero).

Se plantea un sistema de aseos de vacío, y por lo tanto se estima un consumo por persona y día de 175 litros.

El número total de tripulantes embarcados es de 30.

$$\frac{\text{Peso}}{\text{persona}} = 7000 \text{ millas} * \frac{1 \text{ h}}{15 \text{ millas}} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} * \frac{175 \text{ l}}{1 \text{ día}} * \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ l}} * \frac{1 \text{ t}}{10^3 \text{ kg}} = 3,40 \text{ t/persona}$$

Para 30 personas: Peso agua potable consumos = 102 Tn

Además del tanque con la capacidad calculada, el buque dispondrá de un generador auxiliar de agua dulce (potabilizadora) con capacidad de potabilización para el consumo diario de todos los tripulantes (5,25 Tn/día).

- Aguas Grises

El cálculo del servicio de aguas negras y grises está regulado según la norma UNE-EN ISO 15749, la cual trata de *“Embarcaciones y tecnología marina. Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas”*.

La norma indica las tasas de generación de agua de desecho dependiendo del tipo de buque y del tipo de planta a diseñar.

Las cantidades mínimas de agua de desecho se muestran en la siguiente tabla:

Cantidad mínima de agua de desecho

Tipo de buque	Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros			
	Planta sin vacío		Planta con vacío	
	Aguas negras	Aguas negras y grises	Aguas negras	Aguas negras y grises
Buques de pasaje	70	230	25	185
Buques de alta mar exceptuando los de pasaje	70	180	25	135

Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.

NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.

En primer lugar, se plantea la posibilidad de descargar las aguas de desecho al mar. Para ello se consulta el reglamento *MARPOL, ANEXO IV – Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques, Regla 8 – Descarga de aguas sucias*.

En dicha regla, se indica que se prohíbe la descarga de aguas sucias al mar a menos que se cumpla la excepción de que el buque utilice una

instalación para el tratamiento de las aguas sucias que haya sido certificado por la Administración.

Por lo tanto, se toma la decisión de equipar al buque con una planta de tratamiento para posterior descarga de las aguas negras y grises, y un tanque colector de dichas aguas antes de la entrada a la planta.

El buque de este proyecto se corresponde en la norma con el tipo de buque de alta mar exceptuando los de pasaje.

Fijaremos un tanque para una autonomía de 3 días, considerando este valor como el tiempo de estancia en puerto.

El peso del tanque será:

$$\text{Peso tanque colector} = 3 \text{ dias} * 30 \text{ personas} * \frac{135 \text{ l}}{\text{pers} * \text{dia}} * \frac{1 \text{ t}}{10^3 \text{ l}} = 12,15 \text{ Tn}$$

- Residuos de hidrocarburos

El cálculo del volumen del tanque de fangos está regulado según el reglamento *MARPOL, Anexo I* que trata de “*Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos*”.

La regla 17 de dicho reglamento trata de anques para residuos de hidrocarburos (fangos), e indica que todos los buques cuyo arqueado bruto sea 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 (fangos) que no sea posible eliminar de otro modo cumpliendo las prescripciones de dicho Anexo I, 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.

Se indica en las interpretaciones de dicha regla que la capacidad del tanque de fangos ser:

El valor de  $K_1$  a considerar es de 0,005 ya que se utiliza MDO.

Respecto de los buques que no lleven agua de lastre en los tanques de combustible líquido, la capacidad mínima del tanque de fangos  $V_1$  será calculada conforme a la fórmula siguiente:

$$V_1 = K_1 CD \text{ (m}^3\text{)}$$

siendo:  $K_1 = 0.01$  para los buques en los que se purifique fueloil pesado destinado a la máquina principal, ó 0,005 para los buques en que se utilice diesel oil o fueloil pesado que no haya de ser purificado antes de su uso.

$C$  = consumo de fueloil diario (toneladas métricas).

$D$  = periodo máximo de travesía entre puertos en que se puedan descargar los fangos a tierra (días). Si no se dispone de datos exactos se aplicará una cifra de 30 días.

La autonomía del buque en días será:

$$D = 7000 \text{ millas} * \frac{1 \text{ h}}{15 \text{ millas}} * \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} = 19,44 \text{ dias}$$

El consumo diario de MDO en m<sup>3</sup> será el consumo calculado dividido por su peso específico (840 Tn/m<sup>3</sup>):

$$\begin{aligned} \text{Consumo} &= 4 * 2665 \text{ Kw} * 80\% * 24 \text{ h} * \frac{185 \text{ g}}{1 \text{ Kw} * \text{ h}} * \frac{1 \text{ t}}{10^6 \text{ g}} * \frac{1 \text{ m}^3}{0,84 \text{ Tn}} \\ &= 45,07 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Por lo que el volumen final del tanque de fangos será de:

$$V = 0,005 * 45,07 * 19,44 = 4,38 \text{ m}^3. \rightarrow (\text{Suponiendo densidad igual a } 1 \text{ t/m}^3)$$

$$\text{Peso del tanque de fangos} = 4,38 \text{ Tn}$$

En la siguiente tabla se resumen las diferentes partidas de los consumos del buque transportados en tanques

Combustible MDO	773.06 Tn	920.30 m <sup>3</sup>
Aceite	2,94 Tn	3,19 m <sup>3</sup>
Agua Dulce	102 Tn	102 m <sup>3</sup>
Aguas Grises	12,15 Tn	12,15 m <sup>3</sup>
Aceite Hidráulico	16 Tn	17,77 m <sup>3</sup>
Fangos	4,38 Tn	4,38 m <sup>3</sup>
<b>CONSUMOS</b>	<b>910,53 Tn</b>	<b>1059,79 m<sup>3</sup></b>

Xg = 18 m, se considera a la mitad del espacio de tanques de carga y consumos

Kg = 4,75 m, se considera a la mitad de la altura entre la cubierta de doble fondo (h = 1,50 m) y la cubierta principal (h = 8,00 m)

- Víveres:

Se recomiendan 5 Kg por persona y día en buques mercantes, llegando a los 15 Kg para los buques de pasaje. En este caso tomaremos como referencia 5 Kg por persona y día.

$$P_{\text{víveres}} = 5 \text{ Kg/pers} * \text{ día} * 30 \text{ personas} * 10^{-3} * 19,44 \text{ días} = 2,92 \text{ Tn}$$

El centro de gravedad se mide en el plano del ANEXO I.

$$Xg_{\text{ víveres}} = 54 \text{ m}$$

$$Kg_{\text{ pertrechos}} = 11 \text{ m}$$



### 3.2 Tripulación y pasaje

A efectos de pesos consideraremos las siguientes cifras:

- Tripulación :125 kg por persona (tripulación = 30 personas)
- Pasaje: 125 kg por persona (pasaje = 40 náufragos )

$$\text{Peso trip. y pasaje} = (125*30+125*40)* 10^{-3} = 8,750 \text{ Tn}$$

Xg = 48,9 m, se considera al 75% de la eslora total (L = 66,6 m)

Kg = 10,60 m, se considera a la altura de la cubierta A (h=10,60m)

### 3.3 Pertrechos

Se considera como pertrechos aquellos elementos que el armador añade al buque, como repuestos o necesidades adicionales (pinturas, estachas y cabos, cargos de los distintos tripulantes....)

El peso de los pertrechos es muy variable, un rango normal podría estar entre las 10 y las 100 toneladas, según el tamaño del buque y el estándar del armador. Supondremos un valor estimado de:

$$\text{Peso pertrechos} = 75 \text{ Tn.}$$

Xg = 46,62 m, se considera al 70% de la eslora total (L = 66,6 m)

Kg = 8 m, se considera a la altura del puntal del buque.

### 3.4 Carga útil

El RPA del buque nos fija un peso muerto mínimo de 2000 Tn de Peso Muerto, que se repartirán entre la carga transportada en tanques bajo cubierta y la carga transportada en cubierta.

Cuando se transporte carga en cubierta, no se transportará carga en tanques, ya que la capacidad de carga útil se destinará a carga en cubierta. El peso máximo transportado en cubierta será de 820 Tn, peso suficiente para alcanzar las 2000 Tn de peso muerto (Cuaderno 5, Situación de Carga 7).



Su centro de gravedad longitudinal ( $X_g$ ) se estimará a  $3/4$  hacia proa de la longitud de la cubierta de carga. La longitud de la cubierta de carga según la restricción correspondiente a la superficie de cubierta aplicada en el Cuaderno 1 es del 55,23% de la eslora entre perpendiculares (58,25 m). Restando el valor de la longitud de cubierta a popa de la perpendicular de popa, obtenemos el  $X_g$  de la carga en cubierta:

$$X_{g_{carga\ cubierta}} = \frac{3}{4} * (55,23\% * 58,25) - 4,24 = 19,90\ m$$

El centro de gravedad vertical ( $K_g$ ) de la carga en cubierta se estimará como una altura igual al puntal más 1 metro:

$$K_{g_{carga\ cubierta}} = 8 + 1,5 = 9,5\ m$$

- Carga en tanques bajo cubierta: Los tanques bajo cubierta tienen una capacidad total de 405,06 Tn. Se recuerdan a continuación los pesos distribuidos en tanques en el Cuaderno 4.

- Espumógeno: Capacidad de tanques = 39,51 m<sup>3</sup>  
Densidad relativa = 1,03  
Peso de espumógeno = 40,70 Tn
- Dispersante: Capacidad de tanques = 28 m<sup>3</sup>  
Densidad relativa = 0,995  
Peso de dispersante = 27,86 Tn
- Residuos Hidrocarburos: Capacidad de tanques = 356,35 m<sup>3</sup>  
Densidad relativa = 0,94  
Peso de hidrocarburos = 336,50 Tn

El valor del peso de la carga útil que consideraremos será el de la carga en cubierta:

Carga Útil (en cubierta)= 820 Tn.

$X_g = 19,90\ m$

$K_g = 9,50\ m$ .





Por lo tanto el peso muerto tendrá el siguiente valor:

*Peso muerto = Consumos + Víveres + Trip. y pasaje + Pertrechos + Carga útil =*

$$= 910,53 + 2,92 + 8,75 + 75 + 820 = 1817,2 \text{ Tn}$$

Y su centro de gravedad, la ponderación de los centros de gravedad calculados. Estos valores son simplemente estimativos. En los siguientes cuadernos se calcularán con mayor exactitud.

El peso que falta hasta las 2000 Tn de Peso Muerto corresponden a aguas de lastre necesarias para controlar los trimados y calados del buque. En el Cuaderno 5 se explican los pesos de agua de lastre utilizados en cada situación de carga.

Como valor del Peso Muerto escogeremos el mínimo requerido por RPA, ya que en condiciones de máxima carga, el buque llevaría los tanques de lastre llenos.

**Peso Muerto = 2000 Tn**

**XG<sub>peso muerto</sub> = 23,89 m**

**\*\*Valor estimativo**

**KG<sub>peso muerto</sub> = 5,04 m**

**\*\*Valor estimativo**

Para finalizar la etapa del peso muerto, se presenta a continuación una tabla con los diferentes pesos del peso muerto.

### 3.5 Tabla desglose peso muerto

	Peso (Tn)	XG (m)	ML (Tn*m)	KG (m)	MV (Tn*m)
Consumos	910,53	18,00	16389,54	4,75	4325,02
Víveres	2,92	54,00	157,50	11,00	32,08
Tripulación y pasaje	8,75	48,90	427,88	10,60	92,75
Pertrechos	75,00	46,62	3496,50	8,00	600,00
Carga útil	820,00	19,90	16318,00	9,50	7790,00
Aguas de Lastre	-----	-----	-----	-----	-----
Peso Muerto	2000,00	18,39	36789,42	6,42	12839,85

## 4. Cálculo del desplazamiento

El desplazamiento viene dado por:

$$\Delta = PR + DWT = 2458 + 2000 = 4458$$

El desplazamiento obtenido a partir de las dimensiones principales del buque obtenido en el Cuaderno 1 es de  $\Delta = 4479$  Tn

Se tiene una diferencia de 21 Tn (0,47% del total), entre los cálculos previos y los cálculos finales, por lo que se considera válido el dimensionado de pesos.

Calculando el valor del desplazamiento a partir de sus dimensiones se obtiene el siguiente valor:

$$\Delta = Cb * Lw * B * T = 0,661 * 63,961 * 16,2 * 6,4 = 4493 \text{ Tn}$$

Los valores de Cb y Lw se obtienen de las hidrostáticas del buque al calado de diseño. En las hidrostáticas obtenidas con MaxSurf, se obtiene un valor del desplazamiento de 4495 Tn. Las hidrostáticas al calado de diseño se presentan en el ANEXO II

$$\Delta_{\text{Pesos}} < \Delta_{\text{formas}} \quad 4458 \text{ Tn} < 4495 \text{ Tn}$$

El desplazamiento calculado por pesos es 37 toneladas menor que el desplazamiento por formas, esto nos da un extra de 37 toneladas para carga en cubierta.

La carga total que se podría transportar en cubierta sería 857 Toneladas.

Se presenta a continuación una tabla resumen del desplazamiento y en la que se calculará su centro de gravedad según la ponderación de los centros de gravedad del peso en rosca y del peso muerto

	Peso (Tn)	XG (m)	ML (Tn*m)	KG (m)	MV (Tn*m)
Peso en Rosca (PR)	2458,00	33,00	81120,02	5,86	14414,45
Peso Muerto (DWT)	2000,00	18,39	36789,42	6,42	12839,85
Desplazamiento ( $\Delta$ )	4458,00	26,45	117909,44	6,11	27254,31

**Desplazamiento = 4458 Tn**

**XG Desplazamiento = 26,45 m**

**KG Desplazamiento = 6,11 m**

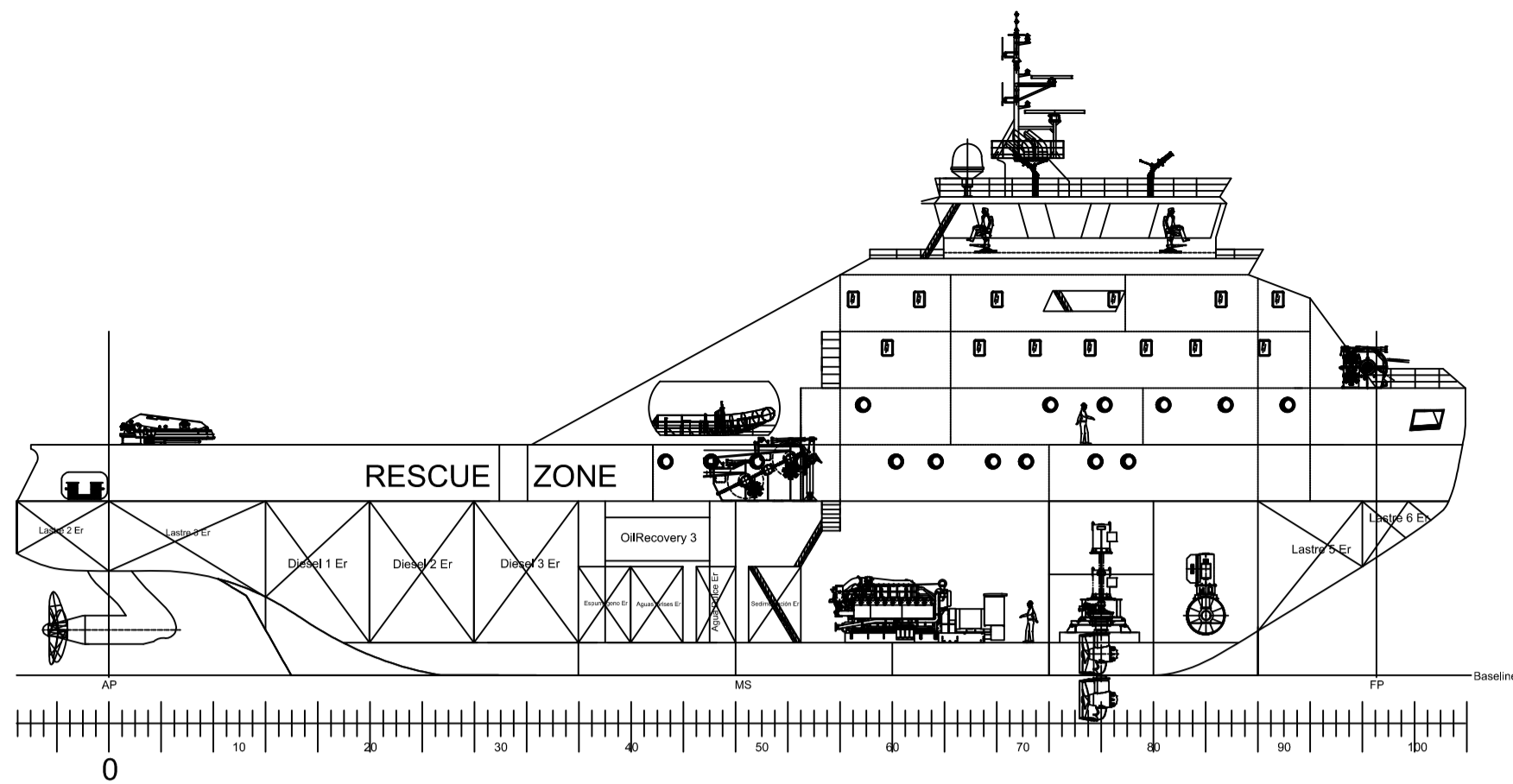
## 5. Tabla resumen de pesos

	Peso	% PR	%DWT	%Δ	Xg	Kg
Peso en Rosca (PR)	Estructura	39,10	----	21,56	29,32	5,57
	Máquinas	40,59	----	22,38	36,00	4,00
	Equipo y hab.	16,47	----	9,08	42,07	11,31
	<b>PESO EN ROSCA(incl. margen)</b>	<b>2458,00</b>	<b>100,00</b>	<b>----</b>	<b>55,14</b>	<b>33,00</b>
Peso Muerto (DWT)	Consumos	----	45,53	20,42	18,00	4,75
	Víveres	----	0,15	0,07	54,00	11,00
	Trip. y pasaje	----	0,44	0,20	48,90	10,60
	Pertrechos	----	3,75	1,68	46,62	8,00
	Carga útil	----	41,00	18,39	19,90	9,50
	<b>PESO MUERTO</b>	<b>2000,00</b>	<b>----</b>	<b>100,00</b>	<b>44,86</b>	<b>18,39</b>
<b>Desplazamiento (Δ)</b>		<b>----</b>	<b>----</b>	<b>100,00</b>	<b>26,45</b>	<b>6,11</b>



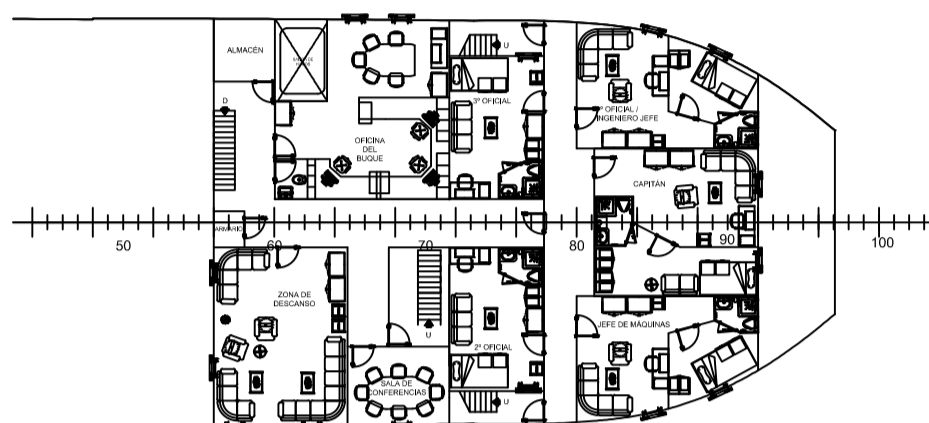
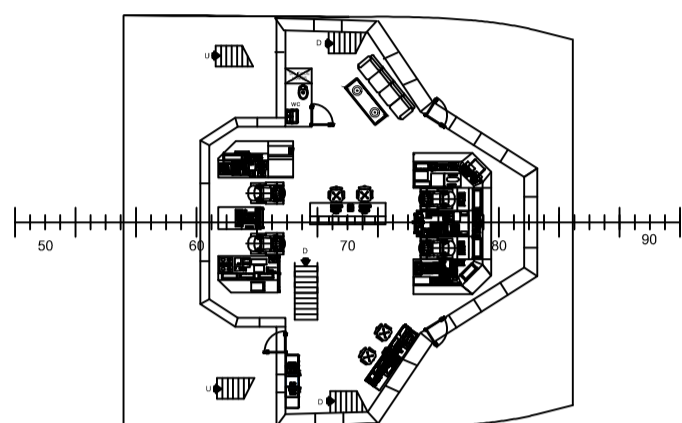
# ANEXO I:

## Disposición general

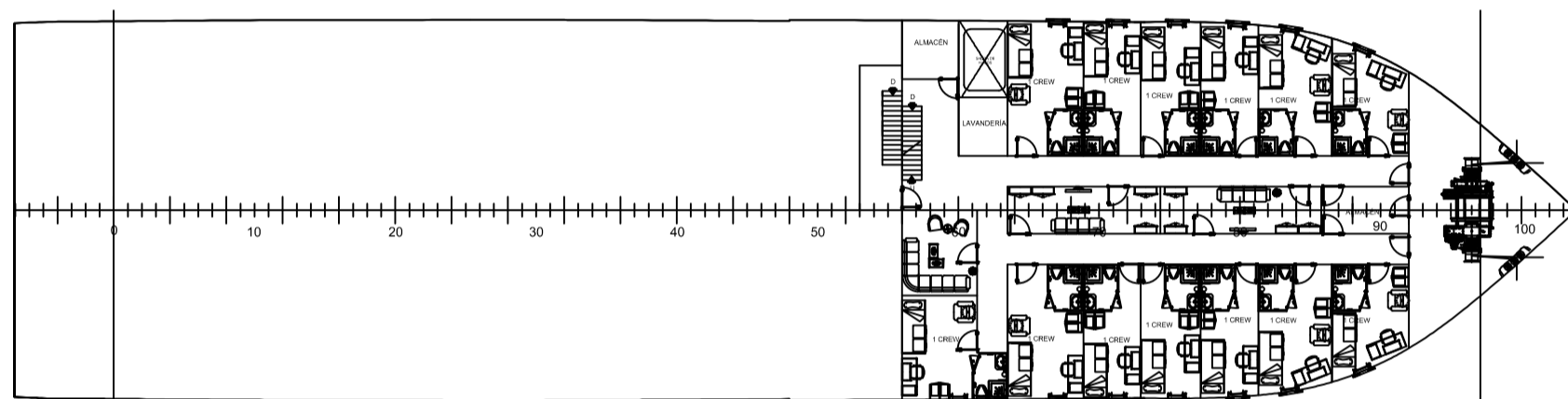


PERIL LONGITUDINAL

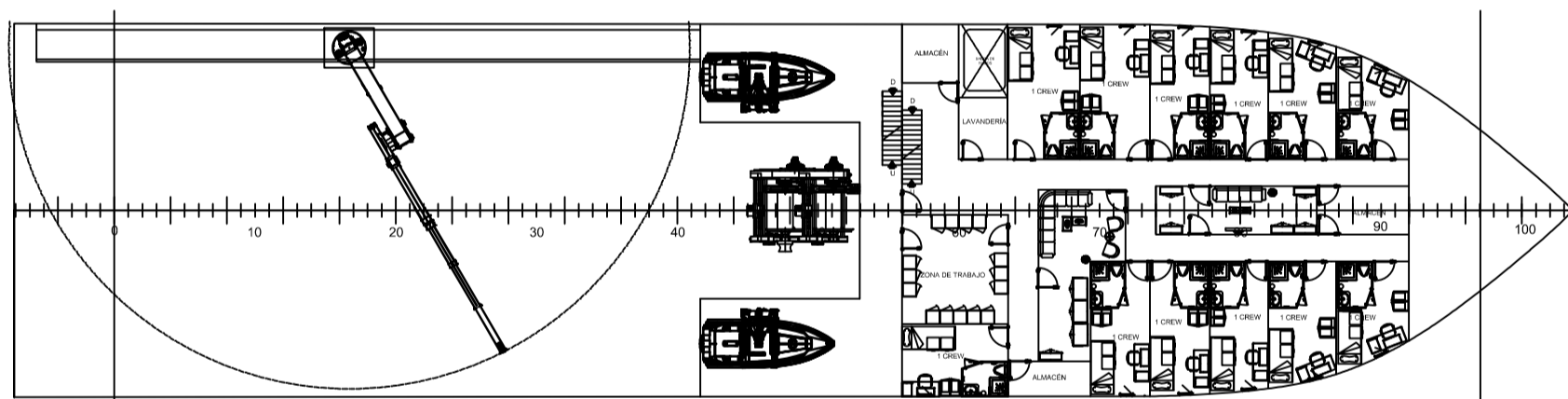
CUBIERTA PUENTE (h = 19.10 m)



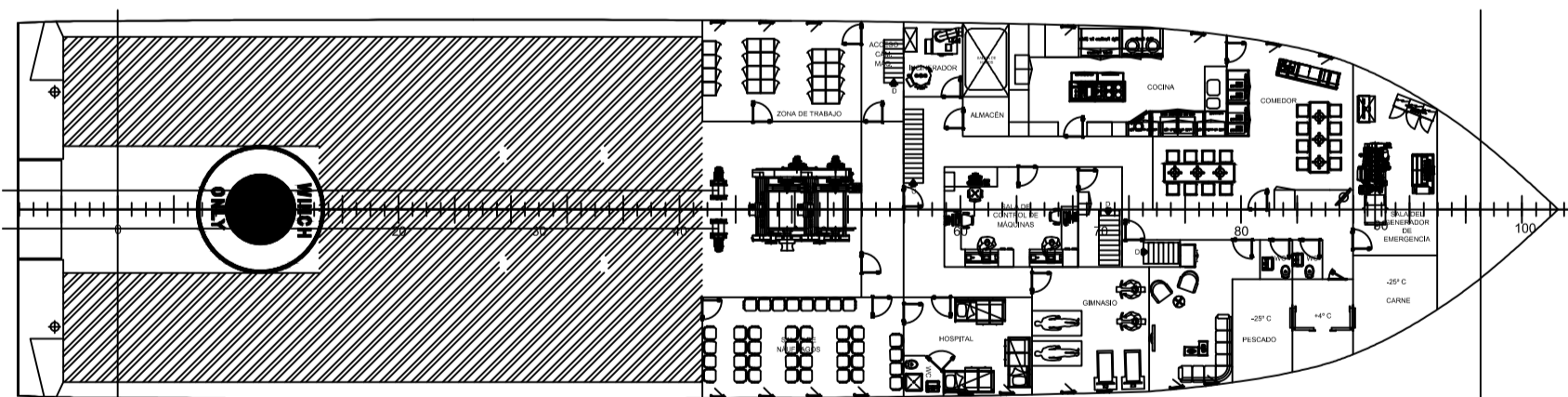
CUBIERTA C (h = 15.80 m)



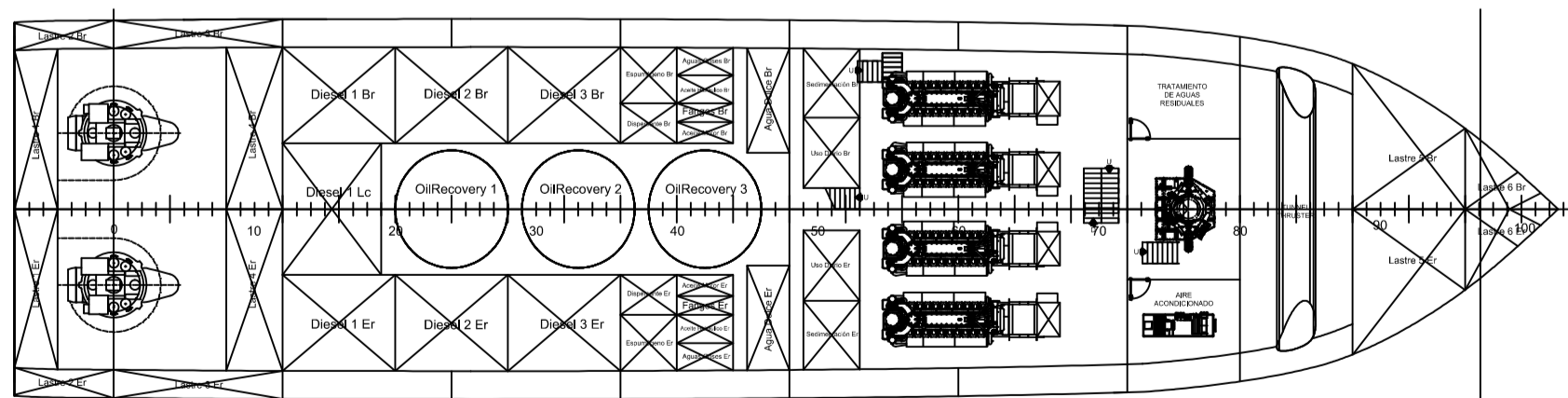
CUBIERTA B (h = 13.20 m)



CUBIERTA A (h = 10.60 m)



CUBIERTA PRINCIPAL (h = 8.00 m)



TANK TOP (h = 8.00 m)

**DIMENSIONES PRINCIPALES**

Eslora total ..... 66.50 m  
 Eslora entre perpendiculares..... 58.25 m  
 Manga de trazado ..... 16.20 m  
 Puntal de trazado ..... 8,00 m  
 Calado de diseño ..... 6.40 m

PROYECTO <b>REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 100 TPF</b>		CODIGO <b>14-04</b>
AUTOR MIGUEL PÉREZ-LAFUENTE RECUNA		
REFERENCIA CUADERNO 2 - ANEXO I		ESCALA <b>1:300</b>
FECHA 06 JUNIO 2015	PLANO DISPOSICIÓN GENERAL	



# ANEXO II: Hidrostáticas al Calado de Diseño



Se presentan a continuación las hidrostáticas del buque al calado de diseño (T = 6,40 m):

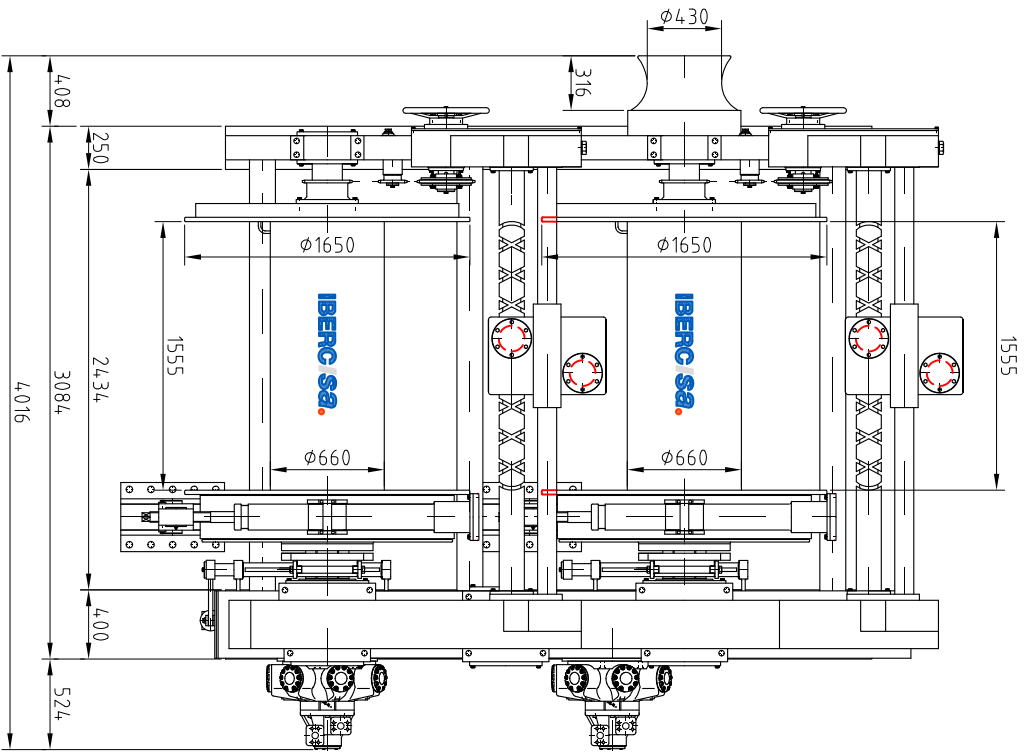
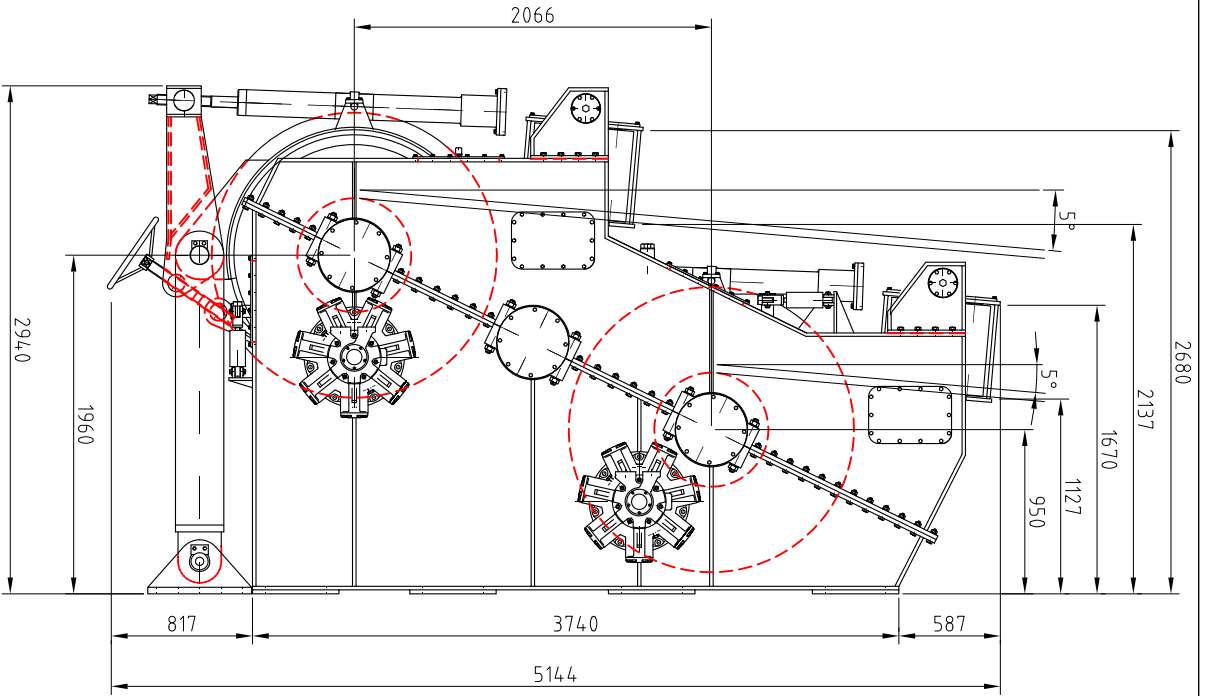
Displacement	4495	t
Volume (displaced)	4384,993	m <sup>3</sup>
Draft Amidships	6,4	m
Immersed depth	6,4	m
WL Length	63,961	m
Beam max extents on WL	16,2	m
Wetted Area	1537,013	m <sup>2</sup>
Max sect. area	100,992	m <sup>2</sup>
Waterpl. Area	942,466	m <sup>2</sup>
Prismatic coeff. (Cp)	0,679	
Block coeff. (Cb)	0,661	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,978	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,91	
LCB length	28,585	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	25,482	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	44,691	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	39,84	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	3,609	m
KG fluid	0	m
BMt	4,247	m
BML	64,242	m
GMt corrected	7,856	m
GML	67,851	m
KMt	7,856	m
KML	67,851	m
Immersion (TPc)	9,66	tonne/cm
MTc	52,354	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	616,265	tonne.m
Length:Beam ratio	3,948	
Beam:Draft ratio	2,531	
Length:Vol <sup>0.333</sup> ratio	3,908	
Precision	Highest	217 stations



# ANEXO III: Catálogos de Equipos







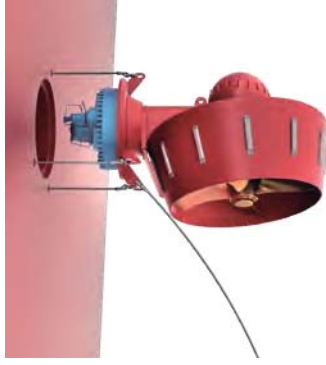
NO DE PIEZAS	MATERIAL	TREATAMIENTOS	PESO KG.	CORRECCION	NOMBRE	FECHA
1	24.500					
●	○	FECHA	NOMBRE	No tomen medidas sobre el dibujo. Trabaja solamente con las dimensiones acotadas. En caso de duda PREGUNTEN.		
DIBUJADO	22-12-09	JUAN		Tolerancias generales para cotas sin tolerancias SEGUN NORMAS DIN 7168. Grado de precisión FINO para elementos de mecanizado y BASTO para elementos de caldería.		
REVISADO	22-12-09	A A P		IBERC/SA		
ESCALA	MAQUINILLA DE REMOLQUE			VICO-ESPAÑA		
MODIFICACION	MR-H/80/2/1000-48/1/IS			HOJAS	1	1
				PLANO Nº	20360480	

# Underwater mountable thrusters

A robust, heavy-duty L-drive azimuth thruster specifically designed for extended and reliable DP operation on offshore rigs and drillships. Compact construction affords advantages for mounting at the shipyard and during maintenance. UUC models have two ways of connecting the lifting wires for underwater removal and mounting. From inside the ship to the thruster flange or externally to the lifting lugs on the thruster flange. Fixed and controllable pitch propeller options are available with closed loop hydraulics.

### Mounting options

- USE models for installation in dry conditions, mounting direct to the hull or a container
- USL models with bottom well and foundation for vertical drive motor. Wet mounting from the top through a wet casing



### Technical data

Thruster type	MCR (kW)	Input Speed (rpm)	Prop. Dia (mm)
UUC 305	3200	720	3000
			3200
UUC 355	3800	720	3500
UUC 405	4600	720	3800
UUC 445	5200	720	4100
UUC505	6500	750	4200
			4500

All data subject to change without prior notice

# Retractable thrusters

The retractable range uses components from the Rolls-Royce standard azimuth thruster range and provides fast hydraulic lifting and lowering of the unit, enabling it to retract into the hull when not in use, reducing the vessels drag. The UL models are designed for horizontal drive with automatic drive shaft disconnection system. ULE models are designed for vertical drive. Both are available with CP or FP propellers.



The lifting and lowering is activated by a push button on the bridge. Unlocking/locking in position and the engagement of the drive shaft coupling is automatic.

### Drive shaft arrangement

A complete assembly with a solid shaft including bearings and a remote controlled clutch and a flexible coupling for prime mover.

### Technical data UL

Thruster type	Max Input Power (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt (t)	Prop. Type	Prop. dia (mm)
UL 601	440	1500 - 1800	6	FP	1300
UL 901	660	1000 - 1800	12	FP	1600
UL1201	880	750 - 1800	16.5	FP / CP	1800
UL 1401	1200	750 - 1800	24	FP / CP	2000
UL 2001	1500	750 - 1800	27.5	FP / CP	2300
UL 255	2200	900 - 1800	47	FP / CP	2800
UL 305	3000	750 - 1600	66	FP	3000
UL 355	3700	720 - 1200	97	FP	3500

All data subject to change without prior notice

### Technical data ULE

Thruster type	Max Input Power (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt (t)	Prop. Type	Prop. dia (mm)
ULE 1201	880	1000	21	FP	1800
ULE 2001	1500	720 - 1800	32	FP / CP	2300
ULE 255	2200	720 - 750	43	FP	2800
UL 355	3700	720 - 1200	97	FP	3500

All data subject to change without prior notice

PROPULSORS



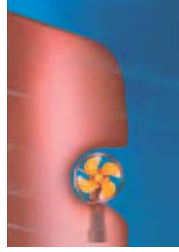
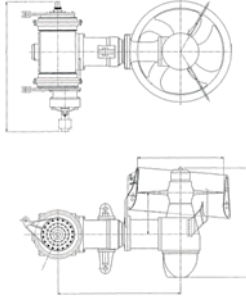
## Swing-up/Combi thrusters

**TCNS/TCNC range** - In the lowered position these thrusters act as azimuth thrusters, vectoring thrust in any desired direction for propulsion or station keeping.

When raised it swings-up into a garage so that nothing extends below the ships baseline. Combi units swing-up into a specially shaped recess in the hull so it can function as a tunnel thruster in the raised position, and as an azimuth thruster when lowered. They also function well as a 'get you home' emergency propulsor.

### Options

- Available in powers from 880 to 3,000kW
- Suitable for electric or diesel drive
- FP or CP propellers



## Swing-up thrusters

**TCNS/C range** - These units can be rapidly swung down and incorporate an improved nozzle design with the thruster lower section angled 5° downwards when fully deployed. This offset directs the propeller slipstream to limit the Coanda effect, which can reduce effective thrust. The angle of tilt can be manually increased by 3.5° to obtain the best thruster performance match to the hull.

Units are supplied complete with a small hull module carrying all the lifting, locking, steering and transmission systems. This weld-in module has a small footprint and can be trimmed by the yard to suit the installation. The yard provides the rest of the garage so it can be designed to match the hull lines.

### Features

- High bollard pull
- Integral hull mounting module
- CP or FP propellers



### Technical data

Unit Type	Max. power (kW)	Input speed (rpm)	Weight (kg)		Main dimensions (mm)			
			Thruster w/ steering gear	+ Hull Module	A Width	B Length	C Prop dia.	D Stem Length
TCNS/TCNC 73/50-180	880	1800	9500	10000	2529	2050	1894	2500
TCNS/TCNC 92/62-220	2000	1800	17000	17000	2810	2856	2228	3127
TCNS/TCNC 120/85-280*	3000	720 - 750	45000	50000	4238	3575	2800	4000
TCNS/C 075	1000	1500 - 2000	11100	16200	2670	2235	1700	5655**
TCNS/C 100	2000	1500 - 1800	19400	29100	2900	2807	2200	4246**

\* Delivery upon special request

\*\* From top of hull module

PROPULSORS

# FIRE MONITOR

## Model FM251HJF-C-02

**FIREFIGHTING**



### Design Data

- Max capacity: 2500 m<sup>3</sup>/h water  
500 m<sup>3</sup>/h foam
- Pressure class: PN 16
- Standard flange: DIN 2633 FF
- Size: ND 250 waterway  
ND 100 foam branch
- Weight: 500 kg
- Elevation: -30°/+60° max
- Azimuth sweep: 330° max

### GENERAL DESCRIPTION

JASON model FM 251HJF, is a single flow path twin barrel marine fire fighting monitor, designed for applications, such as Fire Fighting Vessels, Supply Vessels and Ocean going Tugs. It is electric hydraulic remote controlled and fitted with Jet/Fog type water nozzle and air aspirating type foam pipe. Adjustment of the water jet pattern from straight stream to fog shape and change between water and foam is by push buttons on the monitor control panel. This special capability makes the remote controlled nozzle a far better tool against fire than more conventional fixed nozzle monitors equipped with a jet deflector.

### MAIN DATA

Manufacturer:	Jason Engineering AS
Model:	FM251HJF-C-02
Type:	Single flow path monitor with two branch pipes. Jet/Fog type water nozzle and air aspirating type foam pipe. Electric/hydraulic remote control
Type of nozzle fitted:	Jet/fog water nozzle and foam branch pipe
Operation:	Electric joystick remote control. Two hand wheels for back-up control. The hand wheels can be engaged/disengaged by pulling/pushing them out-in
Swivel gear:	Worm and wheel type, sealed and greased for life.



JASON ENGINEERING AS  
PO BOX 2151 Strømsø  
3003 DRAMMEN  
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50  
FAX: + 47 32 20 45 60

jason@jason.no  
www.jason.no

# FIRE MONITOR

## Model FM251HJF-C-02

FIREFIGHTING



### MATERIALS

All "wet parts" in cast bronze and high grade stainless steel, cast iron gear housing. Jason make split type ball bearing system in high grade carbon steel, heat threaded. Teflon/carbon composite water seals.

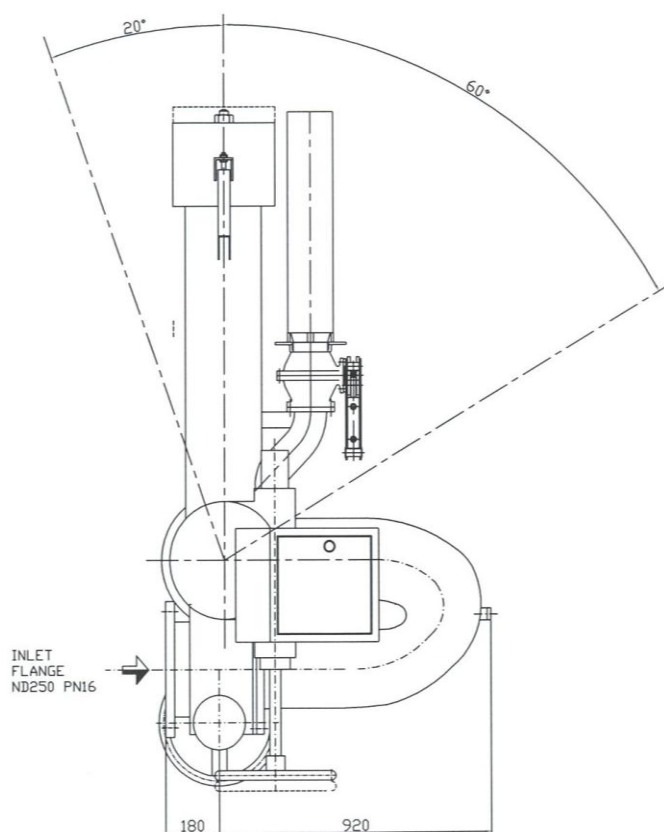
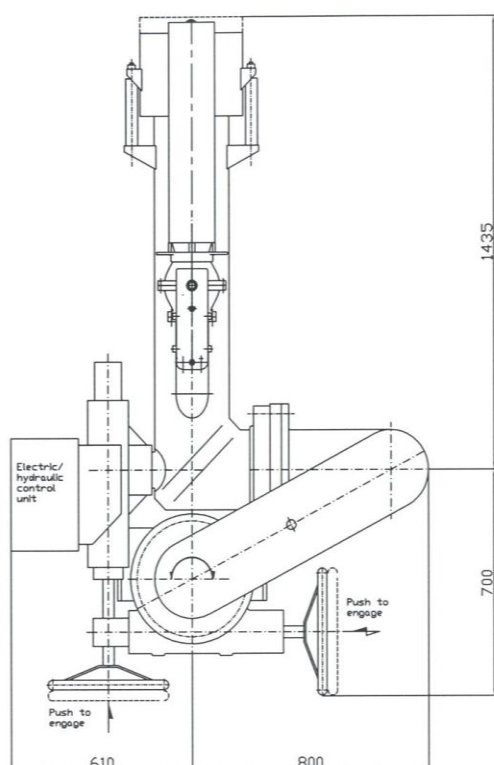
### REMOTE CONTROL SYSTEM

The monitor and nozzle are controlled by a self-contained hydraulic system. The entire hydraulic system including a small el. motor driven pump and control valves, all mounted within a stainless steel cabinet, fitted on the monitor its self. Two hydraulic motors operate monitor movement and cylinders control the nozzle and changeover valve between water and foam. Remote control is then by Joy-stick and push buttons on a small portable control box with flexible cable and plug-in connector.

### PERFORMANCE DATA (EXAMPLE ONLY)

Capacity:	2400 m <sup>3</sup> /h water - 300 m <sup>3</sup> /h foam
Inlet pressure:	14 bar
Length of jet:	150 m (water) – 65 m (foam)
Reaction force:	35 kN

### MAIN DIMENSIONS



JASON ENGINEERING AS  
PO BOX 2151 Strømsø  
3003 DRAMMEN  
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50  
FAX: + 47 32 20 45 60

jason@jason.no  
www.jason.no

# FIREWATER PUMP

## OGF 300X450

### FIREFIGHTING



- Axial or radial split
- Impeller in-between bearings
- Very compact weight and size
- 90 and 180 degree executions
- CCW or CW rotation

### DESIGN DATA

OGF 300x450 model is designed for fire fighting and firewater duties.  
The pump can be direct diesel engine driven, electrical motor driven or PTO gear driven.

Single stage, double suction centrifugal pump. Horizontal mounting with side-side, bottom-top, side-top and bottom-side suction/discharge execution.

Shaft seal:	Soft gland packing or mechanical seal
Bearings:	Grease lubricated ball bearings
Materials:	Casing in Ni-Al-Bronze or Nodular Cast Iron, Impeller in Ni-Al-Bronze Shaft in stainless steel.
Coating:	Carboline epoxy. Makers standard
Weight :	1250 kgs

### PERFORMANCE DATA

Capacity :	1500 –3300 m <sup>3</sup> /h	Fluid:	Sea water
Total head:	110 –170 mlc	Density:	1025 kg/m <sup>3</sup>
Speed:	1000-1600 rpm	Viscosity:	1 cSt
Power consumption:	1618 kW (max)	Temperature:	35°C
Driver rating:	1700 kW (max)	NPSH required:	3-8 meters
		NPSH available:	4-9 meters

### APPROVALS AND TESTING

OGF 300X450 is designed to fit the FiFi I (1 pump) or FiFi II (3 pumps) class requirements for offshore vessels. Class approval as required.

Performance test in accordance with ISO 2548 engineering grade 2  
Hydrostatic pressure tested to max 27 bar  
(1,5 times pump delivery pressure against closed discharge valve).



JASON ENGINEERING AS  
PO BOX 2151 Strømsø  
3003 DRAMMEN  
NORWAY

PH: + 47 32 20 45 50  
FAX: +47 32 20 45 60

Jason@jason.no  
www.jason.no

Pumptype **300x450OGF-II**  
1 Stage

Customer  
Service  
Vendor Reference

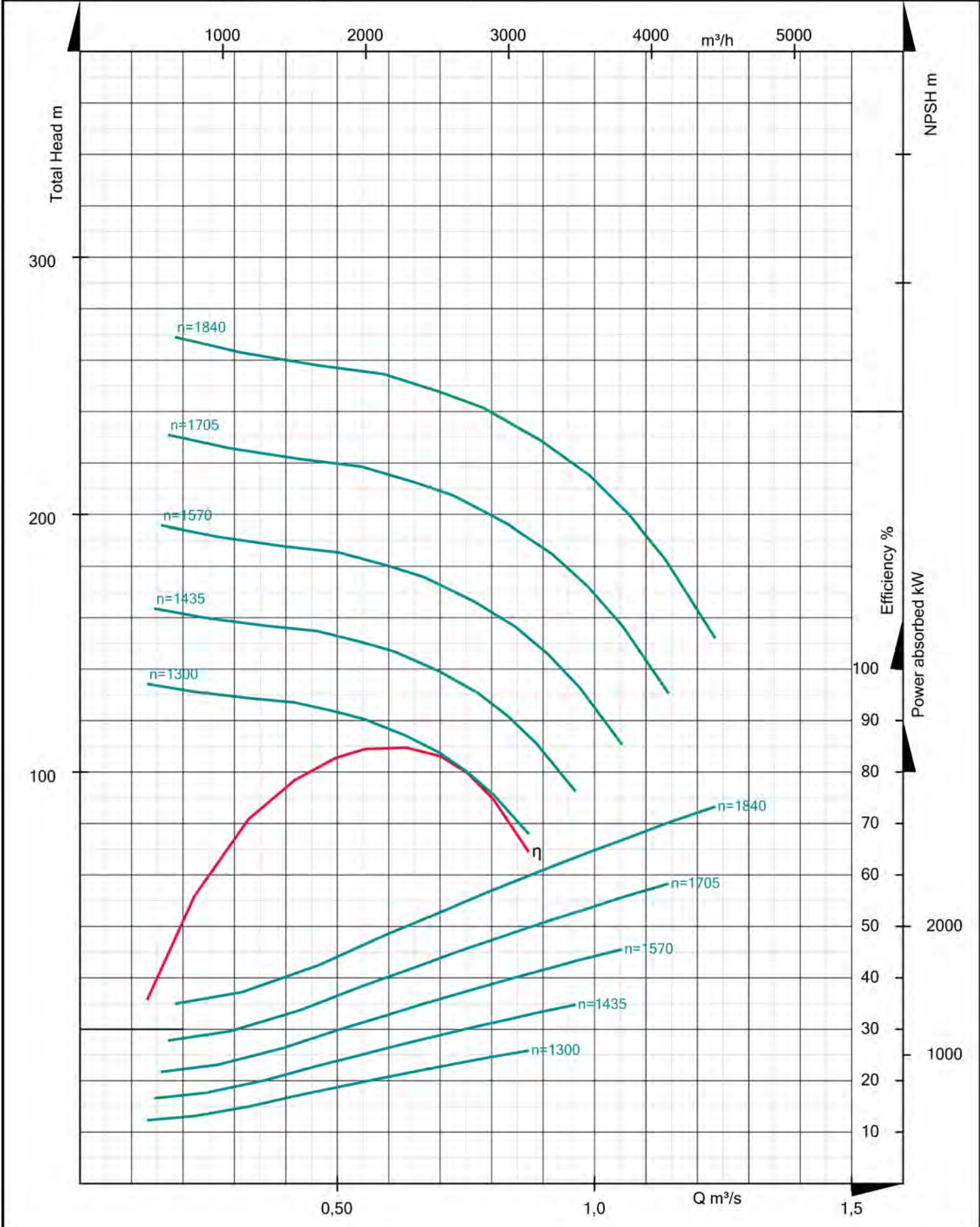
Signature  
Date  
2010-05-12

Speed [rpm] 1300  
Impeller no. 0  
D<sub>2</sub> [mm] 663

Dutypoint

Liquid Sea water  
Density kg/m<sup>3</sup> 1025

Kin. viscosity [mm<sup>2</sup>/s] 1





# Diesel engines

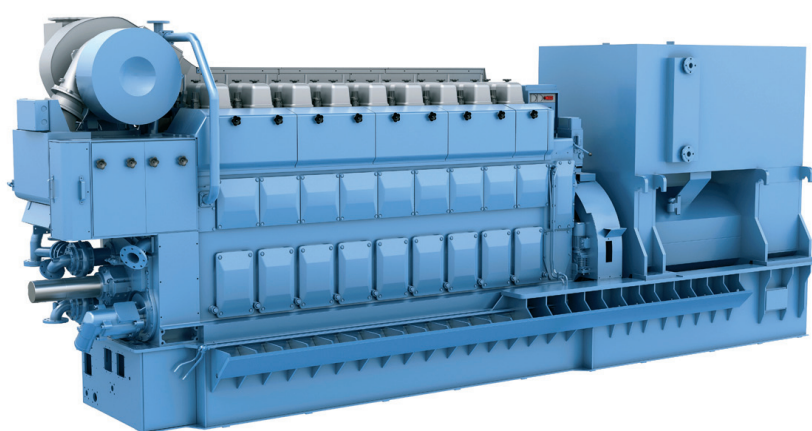
Bergen C25:33L - generating set

## Features

- world leading fast load response
- extremely stable frequency
- super silent resilient mounting
- Bergen C25:33L certified to meet IMO Tier II requirements (except Bergen C25:33L on 720/750 rpm)
- competitive fuel- and lubricating oil consumption
- no leakage of fuel to lubricating oil system
- possibility of single bearing alternator
- high power to weight ratio
- power pack unit
- proven low life cycle cost
- service friendly
- 24 / 7 support by Rolls-Royce global service network

## Choose Rolls-Royce engines for cost-effective operation.

For more than sixty years of operation, we have produced four stroke medium speed engines for marine propulsion, marine generating set and power generation to customers world wide.



## Technical data for the Rolls-Royce C-engine at 720 to 1000 rpm

Engine type		C25:33L6A	C25:33L8A	C25:33L9A
Number of cylinders		6	8	9
Engine speed	RPM	900/1000	900/1000	900/1000
Mean piston speed	m/sec.	10/11	10/11	10/11
Max.cont rating (MCR)	kW	1920/2000	2560/2665	2880/3000
Max.cont rating altern, ( $\eta=0.96$ )	kW	1843/1920	2457/2558	2764
Max.cont rating altern, ( $\text{Cos}\phi =0.8$ )	kVa	2304/2400	3071/3197	3455
Mean effective pressure (BMEP)	Bar	26.4/24.7	26.4/24.7	26.4/24.7
Specific fuel consumption	g/kWh	182/185	182/185	182/185
Specific lubricating oil consumption	g/kWh	0.7	0.7	0.7
Cooling water temp. engine outlet	°C	90	90	90

Engine ratings are according to ISO 3046/1. The above figures are based on conditions of 0-45°C ambient air temperature and max. 32°C seawater temperature. Specific fuel oil consumption is based on MDO with a net calorific value of 42.7 MJ/kg and no engine driven pumps. If engine driven pumps, add 0,5% for each pump.

### Heavy fuel operation

The engines are designed for operations on Heavy fuel with viscosity up to 700 cSt at 50°C ISO 8217 RMH77. Ratings will be specified subject to type of application.

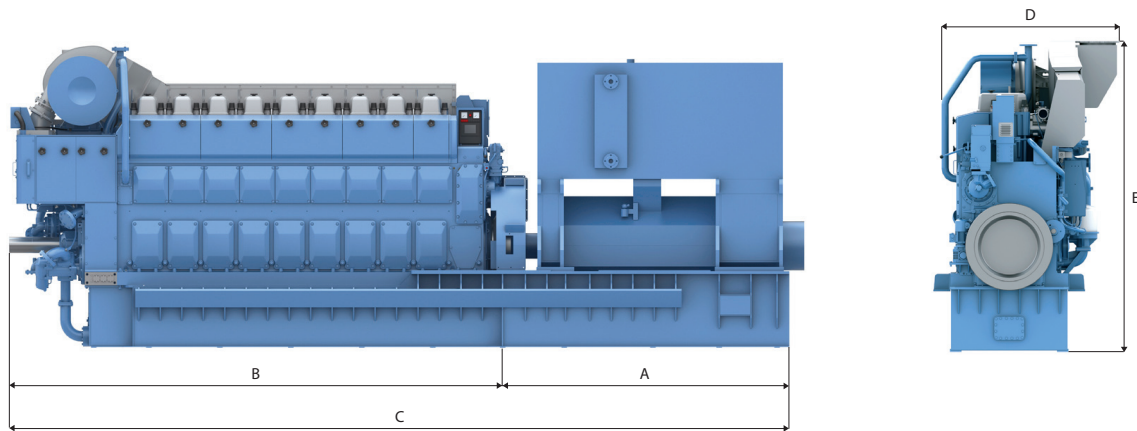
### Waste heat recovery

Necessary data for arranging waste heat recovery plants (exhaust gas and cooling water) are available upon request.

### Note

Due to continuous development, some data may be change without notice.

# Fact Sheet



## Principal dimensions

Cylinder dia. 250 mm. Piston stroke 330 mm.

All dimensions in mm.

Engine type	A	B	C	D	E	Engine**	Alternator	Total
C25:33L6A	2799	4176	6975	1898	3195	21500 kg	9985 kg	31485 kg
C25:33L8A	2999	4936	7935	1898	3195	27800 kg	12200 kg	40000 kg
C25:33L9A	2999	5316	8315	1992	3230	31000 kg	12200 kg	43200 kg

Dimensions given apply for resiliently mounted engines. Choice of alternator may effect the given dimensions and weights.

Engine\*\* = weight engine and foundation.

Weight dry engine.



**Rolls-Royce**

Rolls-Royce Marine AS  
Engines - Bergen  
P.O. Box 924, N-5808 Bergen, Norway  
Tel: +47 815 20 070 Fax: +47 55 53 61 04  
E-mail: engines.bergen@rolls-royce.com  
www.rolls-royce.com

© 2012 Rolls-Royce plc  
Whilst this information is given in good faith, no warranty or representation is given concerning such information, which must not be taken as establishing any contractual or other commitment binding upon Rolls-Royce plc or any of its subsidiary or associated companies.