



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2019/2020**

---

*PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Julián Rodríguez Cortegoso

**TUTOR**

Fernando Lago Rodríguez

**FECHA**

Septiembre, 2019

## 2.1. RPA



### **GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA** **TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2019-2020*

**PROYECTO NÚMERO: GENO-1920-04.**

**TIPO DE BUQUE:** Petrolero Suezmax 150000 TPM.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV GL, MARPOL, SOLAS.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Crudo de densidad máxima 0,86 t/m<sup>3</sup>.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos (85 % MCR – 10 % MM) y 10000 millas.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Cámara de bombas.

**PROPULSIÓN:** Diésel eléctrica.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 25 personas con camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este equipo.

Ferrol, 10 septiembre 2019

**ALUMNO: D. JULIÁN RODRÍGUEZ CORTEGOSO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2019/2020**

---

*PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 2**

**CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DEL  
PESO EN ROSCA Y DE SUS PARTIDAS  
CORRESPONDIENTES**

## ÍNDICE

2.1. RPA .....	2
2.2. Introducción .....	7
2.3. Cálculo del peso de acero.....	8
2.3.1. Peso de acero .....	8
2.3.1.1. Método de D.G.M. Watson.....	8
2.3.1.2. Método de Sv. Aa. Harvald y J. Juncher .....	9
2.3.1.3. Petroleros con doble fondo y doble casco.....	10
2.3.1.4. Resultado final .....	10
2.3.2. Centro de gravedad de la estructura de acero .....	10
2.3.2.1. Coordenada longitudinal .....	10
2.3.2.2. Coordenada vertical.....	11
2.3.2.3. Coordenada transversal.....	11
2.3.3. Peso de la amurada .....	11
2.3.4. Centro de gravedad de la amurada .....	11
2.3.5. Resumen de la estructura de acero .....	12
2.4. Cálculo del peso de la maquinaria .....	13
2.4.1. Peso de los generadores diésel.....	13
2.4.2. Centro de gravedad de los generadores diésel .....	13
2.4.3. Generador de emergencia.....	14
2.4.4. Centro de gravedad del generador de emergencia.....	14
2.4.5. Peso de los motores eléctricos .....	14
2.4.6. Centro de gravedad de los motores eléctricos .....	15
2.4.7. Peso de la maquinaria restante .....	15
2.4.8. Centro de gravedad de la maquinaria restante .....	16
2.4.9. Peso de la instalación eléctrica.....	16
2.4.10. Centro de gravedad de la instalación eléctrica .....	16
2.4.11. Resumen de la maquinaria.....	16
2.5. Cálculo de equipos y habilitación .....	17
2.5.1. Equipos de carga y descarga .....	18
2.5.1.1. Peso de las grúas de carga y descarga .....	18
2.5.1.2. Centro de gravedad de las grúas de carga .....	18
2.5.1.3. Grúas de provisiones .....	19
2.5.1.4. Centro de gravedad de las grúas de provisiones .....	19
2.5.1.5. Bombas de carga y descarga.....	20
2.5.1.6. Centro de gravedad de las bombas de carga y descarga .....	20

2.5.2. Peso de los tanques no estructurales .....	20
2.5.3. Centro de gravedad de los tanques no estructurales .....	20
2.5.4. Peso de los equipos de amarre y fondeo.....	20
2.5.5. Centro de gravedad de los equipos de amarre y fondeo.....	22
2.5.6. Peso de la hélice .....	23
2.5.7. Centro de gravedad de la hélice .....	23
2.5.8. Peso de las tuberías y bombas del casco.....	23
2.5.9. Centro de gravedad de las tuberías y bombas del casco.....	23
2.5.10. Habilitación.....	23
2.5.10.1. Cubierta principal .....	24
2.5.10.2. Centro de gravedad de la cubierta principal .....	24
2.5.10.3. Cubierta A.....	25
2.5.10.4. Centro de gravedad de la cubierta A.....	25
2.5.10.5. Cubierta B.....	26
2.5.10.6. Centro de gravedad de la cubierta B .....	26
2.5.10.7. Cubierta C.....	26
2.5.10.8. Centro de gravedad de la cubierta C.....	27
2.5.10.9. Puente .....	27
2.5.10.10. Centro de gravedad del puente .....	27
2.5.10.11. Resultados finales.....	27
2.5.11. Peso del aire acondicionado.....	28
2.5.12. Centro de gravedad del aire acondicionado.....	28
2.5.13. Peso de portillos y ventanas .....	28
2.5.14. Centro de gravedad de portillos y ventanas.....	28
2.5.15. Peso de la chimenea .....	28
2.5.16. Centro de gravedad de la chimenea .....	28
2.5.17. Equipos de salvamento .....	28
2.5.18. Centro de gravedad de los equipos de salvamento .....	29
2.5.19. Equipos contra incendios.....	29
2.5.19.1. Peso de la instalación contra incendios en cámara de máquinas.....	29
2.5.19.2. Centro de gravedad de la instalación CI en cámara de máquinas.....	29
2.5.19.3. Peso de la instalación contra incendios por espuma .....	29
2.5.19.4. Centro de gravedad de la instalación CI por espuma .....	29
2.5.20. Peso de la pintura.....	29
2.5.21. Centro de gravedad de la pintura .....	30
2.5.22. Peso de la protección catódica .....	30
2.5.23. Centro de gravedad de la protección catódica .....	30

2.5.24. Peso del equipo de navegación .....	30
2.5.25. Centro de gravedad del equipo de navegación.....	30
2.5.26. Peso de la caldera .....	30
2.5.27. Centro de gravedad de la caldera.....	31
2.5.28. Peso de la escala real .....	31
2.5.29. Centro de gravedad de la escala real .....	31
2.5.30. Peso del equipo de gobierno .....	31
2.5.31. Centro de gravedad del equipo de gobierno .....	32
2.5.32. Peso del incinerador .....	32
2.5.33. Centro de gravedad del incinerador.....	32
2.5.34. Peso del separador de sentinas .....	32
2.5.35. Centro de gravedad del separador de sentinas .....	33
2.5.36. Resumen del equipo y habilitación .....	33
2.6. Desglose del peso en rosca .....	35
2.7. Comprobación del peso muerto .....	37
2.8. Bibliografía.....	38
Anexo I: Buque base.....	39
Anexo II: Plano .....	41

## 2.2. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se analizará de forma más detallada los diferentes pesos del buque. Este análisis tiene como objetivo conocer el peso en rosca del buque y los centros de gravedad longitudinal y transversal.

Se calcularán tres grupos de pesos: el peso del acero, el peso de la maquinaria y el peso de habilitación y equipos. Cada grupo, a su vez, se dividirá en sus partidas correspondientes.

Las dimensiones principales del buque del proyecto obtenidas en el *Cuaderno 3: Diseño de formas* son:

Dimensiones	Valor	Unidades
L <sub>pp</sub>	263,6	m
B	48	m
D	24	m
T	17,2	m
Δ	186563	t
v	15	kn
C <sub>b</sub>	0,823	-
C <sub>p</sub>	0,826	-
C <sub>m</sub>	0,996	-
C <sub>wf</sub>	0,896	-

La primera aproximación del peso en rosca obtenida en el *Cuaderno 1: Dimensionamiento. Elección de la cifra de mérito, definición de alternativas y selección de la más favorable* se muestra en la siguiente tabla:

Peso del acero	22922 t
Peso de la máquina principal	456 t
Peso restante de la maquinaria	909 t
Peso de habilitación y equipo	2787 t
Peso total	27074 t
Margen del 10%	2707 t
<b>PESO EN ROSCA</b>	<b>29781 t</b>

## 2.3. CÁLCULO DEL PESO DE ACERO

Se emplearán diversos métodos para estimar el peso del acero de una manera más aproximada.

### 2.3.1. PESO DE ACERO

#### 2.3.1.1. MÉTODO DE D.G.M. 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 siguiente ecuación obtenida del libro *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*:

$$P_{AC} = K \cdot E^{1,36} \cdot (0,65 + 0,5 \cdot Cb_{80D})$$

Siendo:

$$E = L_{PP} \cdot (B + T) + 0,85 \cdot L_{PP} \cdot (D - T) + 0,85 \cdot \sum l_s h_s + 0,75 \cdot \sum l_c h_c$$

El primer sumando considera aquellas superestructuras que se encuentran por encima de la cubierta a la que se mide el puntal del buque. Se considera que una superestructura llega al costado, cuando su dimensión en manga es igual o superior al 75 % de la manga del buque. El resto son casetas.

En el barco del proyecto se diferencian dos casetas, una de ellas destinada a la habilitación y al puente de gobierno y la otra a la chimenea, y cuentan con las siguientes dimensiones:

Caseta	$h_c$ (m)	$l_c$ (m)	$l_c \cdot h_c$ (m <sup>2</sup> )
Cubierta principal (hab.)	3	16,8	50,4
Cubierta principal (chim.)	4,25	9,6	40,8
Cubierta A (hab.)	3	16,8	50,4
Cubierta A (chim.)	4,25	9,6	40,8
Cubierta B (hab.)	3	16,8	50,4
Chimenea	11,5	7,2	82,8
Cubierta C	3	16,8	50,4
Puente	3	16,8	50,4
<b>Total</b>	-	-	<b>416,4</b>

Ahora sustituyendo, se obtiene el siguiente valor de  $E$ :

$$E = 263,6 \text{ m} \cdot (48 \text{ m} + 17,2 \text{ m}) + 0,85 \cdot 263,6 \text{ m} \cdot (24 \text{ m} - 17,2 \text{ m}) + 0,75 \cdot 416,4 \text{ m}^2 = 19023$$

$$E = 19023$$

$Cb_{80D}$  se puede estimar por la fórmula:

$$Cb_{80D} = Cb + (1 - Cb) \cdot \frac{(0,8 \cdot D - T)}{3 \cdot T} = 0,823 + (1 - 0,823) \cdot \frac{(0,8 \cdot 24 \text{ m} - 17,2 \text{ m})}{3 \cdot 17,2 \text{ m}} = 0,83$$

$$Cb_{80D} = 0,83$$

Los valores del coeficiente  $K$ , se reproducen en la siguiente tabla:

COEFICIENTE DE PESO ESTRUCTURAL

Tipo de buque	Rango de K	Rango de E
<b>Petroleros</b>	0.029 - 0.035	1500 - 40000
<b>Quimiqueros</b>	0.036 - 0.037	1900 - 2500
<b>Graneleros</b>	0.029 - 0.032	3000 - 15000
<b>Portacontenedores</b>	0.033 - 0.040	6000 - 13000
<b>Cargueros</b>	0.029 - 0.037	2000 - 7000
<b>Frigoríficos</b>	0.032 - 0.035	2000 - 5000
<b>Cabotaje</b>	0.027 - 0.032	1000 - 2000
<b>De suministro a plat.</b>	0.041 - 0.051	800 - 1300
<b>Remolcadores</b>	0.44	350 - 450
<b>Arrastreros</b>	0.041 - 0.042	250 - 1300
<b>De investigación</b>	0.045 - 0.046	1350 - 1500
<b>Ferries</b>	0.024 - 0.037	2000 - 5000
<b>De Pasaje</b>	0.037 - 0.038	5000 - 15000

Los petroleros actuales con doble fondo y doble casco tienen un coeficiente K mayor que el indicado en esa tabla.

Interpolando con el valor de  $E$  obtenido, se obtiene un valor del factor  $K$ :

$$K = 0,0317$$

Conocidos todos los valores, ya se puede obtener el peso del acero del buque del proyecto:

$$P_{AC} = 0,0317 \cdot 19023^{1,36} \cdot (0,65 + 0,5 \cdot 0,83) = 22316 \text{ t}$$

$$P_{AC} = \mathbf{22316 \text{ t}}$$

### 2.3.1.2. MÉTODO DE SV. AA. HARVALD Y J. JUNCHER

Este método es más sencillo que el anterior pero también da una buena aproximación ya que permite estimar el peso de la estructura del barco en función de sus características principales.

La fórmula propuesta en el libro *El proyecto básico del buque mercante* es la siguiente:

$$P_{AC} = C_s \cdot (L_{PP} \cdot B \cdot D + Sup)$$

Donde:

$$C_s = C_{so} + 0,064 \cdot \exp(-0,50 \cdot u - 0,10 \cdot u^{2,45})$$

El valor de  $C_{so}$  se obtiene de la siguiente tabla:

Tipo	Cso
Granelero	0,0700
Petrolero VLCC	0,0645
Petrolero	0,0752
P. Productos	0,0664
Carga general de 1 Cta.	0,0700
id 2 Ctas.	0,0760
id 3 Ctas.	0,0820
Frigoríficos	0,0609
Remolcadores	0,0892
Buques de suministro	0,0974

En este caso será el correspondiente al petrolero, siendo  $C_{so} = 0,0752$ .

El valor de  $u$  se obtiene a partir del desplazamiento:

$$u = \log\left(\frac{\Delta}{100}\right) = \log\left(\frac{186563}{100}\right) = 3,3$$

El valor del coeficiente  $C_s$  será:

$$C_s = 0,0752 + 0,064 \cdot \exp(-0,50 \cdot 3,3 - 0,10 \cdot 3,3^{2,45}) = 0,077$$

$Sup$  es el volumen en  $m^3$  de superestructuras y casetas:

Compartimento	$h_c$ (m)	$l_c$ (m)	$b_c$ (m)	Volumen ( $m^3$ )
Cubierta principal (hab.)	3	16,8	25	1260
Cubierta principal (chim.)	4,25	9,6	25	1020
Cubierta A (hab.)	3	16,8	25	1260
Cubierta A (chim.)	4,25	9,6	25	1020
Cubierta B (hab.)	3	16,8	25	1260
Chimenea	11,5	7,2	6,2	513,36
Cubierta C	3	16,8	25	1260
Puente	3	16,8	14,8	745,92
<b>Total</b>	-	-	-	<b>8339,28</b>

Quedando finalmente el peso del acero:

$$P_{AC} = 0,077 \cdot (263,6 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} \cdot 24 \text{ m} + 8339,28 \text{ m}^3) = 24091 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{AC} = 24091 \text{ t}}$$

### 2.3.1.3. PETROLEROS CON DOBLE FONDO Y DOBLE CASCO

En este método se han analizado buques con pesos muertos entre 45000 y 300000 t por lo que también es aplicable al barco del proyecto:

$$P_{AC} = 0,0658 \cdot L_{PP}^{1,7} \cdot B^{0,102} \cdot D^{0,886}$$

Sustituyendo con las dimensiones del barco del proyecto:

$$P_{AC} = 0,0658 \cdot 263,6^{1,7} \cdot 48^{0,102} \cdot 24^{0,886} = 21291 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{AC} = 21291 \text{ t}}$$

### 2.3.1.4. RESULTADO FINAL

De la media de estos tres métodos se obtiene el peso final del acero:

$$P_{AC} = \frac{22316 \text{ t} + 24091 \text{ t} + 21291 \text{ t}}{3} = 22565,8 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{AC} = 22565,8 \text{ t}}$$

## 2.3.2. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA ESTRUCTURA DE ACERO

### 2.3.2.1. COORDENADA LONGITUDINAL

La coordenada longitudinal se calcula con la fórmula de J.L. García Garcés propuesta en *El proyecto básico del buque mercante* aplicable a *Graneleros con  $L_{PP}$  entre 75 y 280 m*, pero que en nuestro caso será la elegida por ser el barco más similar:

$$XG = 0,48245 \cdot L_{PP} + 0,117 = 0,48245 \cdot 263,6 \text{ m} + 0,117 = 127,3 \text{ m}$$

$$\mathbf{XG = 127,3 \text{ m (desde la perpendicular de popa)}}$$

Es un valor coherente, ya que las formas en la proa se afinan, por lo que el centro de gravedad estará más cercano a popa que a proa.

### 2.3.2.2. COORDENADA VERTICAL

Para el cálculo de la coordenada vertical se emplearán tres fórmulas:

1. La fórmula de J.L. García Garcés para *Graneleros con  $L_{PP}$  entre 75 y 280 m*:

$$KG = 0,41635 \cdot D + 1,7306 = 0,41635 \cdot 24 \text{ m} + 1,7306 = 11,7 \text{ m}$$

2. Mandel propone la siguiente fórmula:

$$KG = 0,6 \cdot D = 0,6 \cdot 24 \text{ m} = 14,4 \text{ m}$$

3. La fórmula propuesta por el libro *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*:

$$\begin{aligned} KG &= 0,01 \cdot D \cdot \left( 46,6 + 0,135 \cdot (0,81 - Cb) \cdot \frac{L_{PP}^2}{D^2} \right) + \left( \frac{L_{PP}}{B} - 6,5 \right) \cdot 0,008 \cdot D = \\ &= 0,01 \cdot 24 \text{ m} \cdot \left( 46,6 + 0,135 \cdot (0,81 - 0,823) \cdot \frac{263,6^2 \text{ m}^2}{24^2 \text{ m}^2} \right) + \\ &\quad + \left( \frac{263,6 \text{ m}}{48 \text{ m}} - 6,5 \right) \cdot 0,008 \cdot 24 \text{ m} = 10,94 \text{ m} \end{aligned}$$

Para obtener el cálculo de la coordenada vertical se realizará la media del primer y tercer método, quedando el segundo descartado por tener un valor mayor al esperado.

$$KG = \frac{11,7 \text{ m} + 10,94 \text{ m}}{2} = 11,3 \text{ m}$$

$$\mathbf{KG = 11,3 \text{ m (desde la línea base)}}$$

### 2.3.2.3. COORDENADA TRANSVERSAL

No es necesario el cálculo de la coordenada transversal porque el barco es simétrico babor-estribor, por lo que el valor de esta coordenada será cero y estará situada en el centro.

### 2.3.3. PESO DE LA AMURADA

El peso de la amurada se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$P_A = (6 - 0,0021875 \cdot L_{PP}^2 + 1,125 \cdot L_{PP}) \cdot \frac{l_a}{1000}$$

Siendo:

$l_a$  la longitud de la amurada, en m

$$P_A = (6 - 0,0021875 \cdot 263,6^2 \text{ m}^2 + 1,125 \cdot 263,6 \text{ m}) \cdot \frac{20 \text{ m}}{1000} = 3 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_A = 3 \text{ t}}$$

### 2.3.4. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA AMURADA

El centro de gravedad de la amurada se sitúa en:

$$\mathbf{XG = 256,8 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG = 24,8 \text{ m}}$$

### 2.3.5. RESUMEN DE LA ESTRUCTURA DE ACERO

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la estructura de acero:

Concepto	Peso (t)	XG (m)	M. Long. (t·m)	KG (m)	M. Vert. (t·m)
Estructura de acero	22565,8	127,3	2872418,6	11,3	255699,7
Amurada	3,0	256,8	773,2	24,8	74,5
<b>Total</b>	<b>22568,8</b>	<b>127,3</b>	<b>2873191,8</b>	<b>11,3</b>	<b>255774,2</b>

## 2.4. CÁLCULO DEL PESO DE LA MAQUINARIA

El peso de la maquinaria se obtendrá a partir de los resultados del *Cuaderno 6: Predicción de potencia y selección de planta propulsora* y del *Cuaderno 10: Definición de la planta propulsora y sus auxiliares*.

Para estimar el peso de la maquinaria se realizará un desglose que permite desempeñar el cálculo de una manera más exacta:

### 2.4.1. PESO DE LOS GENERADORES DIÉSEL

Los generadores diésel que instalaremos han sido previamente definidos en el *Cuaderno 10*. Estos serán del fabricante *MAN*, concretamente el modelo 16V del tipo 32/44 CR y su peso viene establecido en la siguiente tabla:

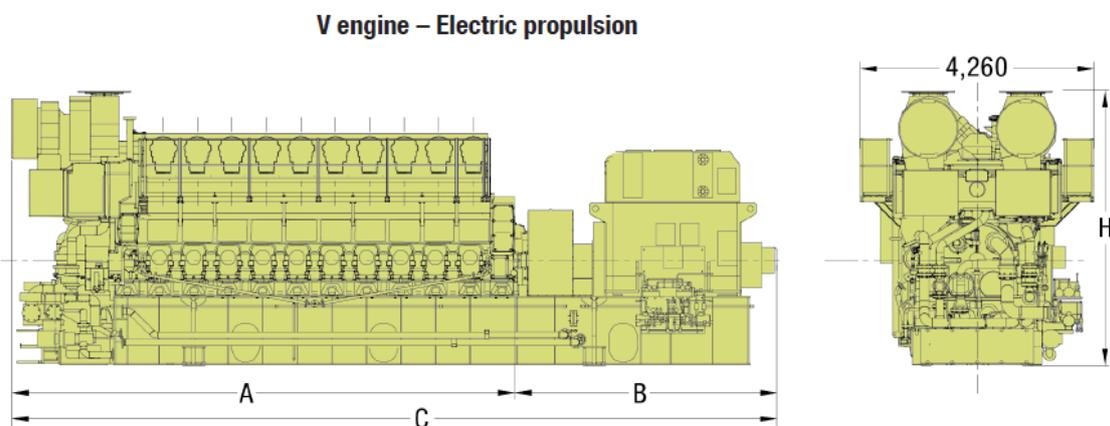


Figure 10: Main dimensions and weights V engine

No. of cylinders, config.	A	B	C	H	Dry mass
	mm				t
12V	5,382	4,201	11,338	5,014	117
14V	6,012		11,968		131
<b>16V</b>	6,642		12,598		<b>144</b>
18V	7,272		13,228		159
20V	7,902		13,858		172

The dimensions and weights are given for guidance only.

Como dispondremos de tres unidades, el peso total será:

$$P_{GD} = 3 \cdot 144 \text{ t} = 432 \text{ t}$$

$$P_{GD} = 432 \text{ t}$$

### 2.4.2. CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS GENERADORES DIÉSEL

El centro de gravedad de los generadores eléctricos está en la cubierta 3 de la cámara de máquinas:

$$XG = 23,9 \text{ m}$$

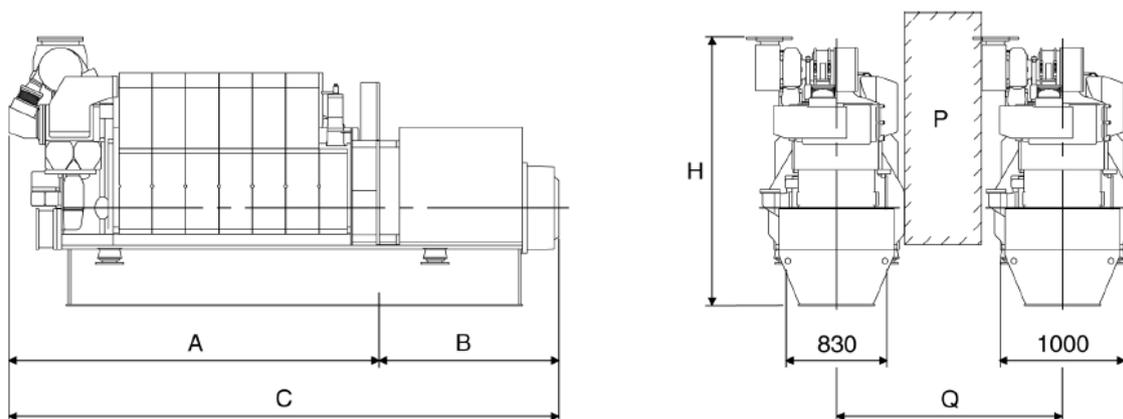
$$KG = 13,5 \text{ m}$$

### 2.4.3. GENERADOR DE EMERGENCIA

Este barco contará con un generador de emergencia que ha sido determinado en el Cuaderno 11.

El generador seleccionado para la situación de emergencia también será del fabricante MAN, concretamente el modelo 5L16/24, que cuenta con las siguientes características:

#### General



Cyl. no	A (mm)	* B (mm)	* C (mm)	H (mm)	** Dry weight GenSet (t)
5 (1000 rpm)	2807	1400	4207	2337	9.5
5 (1200 rpm)	2807	1400	4207	2337	9.5
6 (1000 rpm)	3082	1490	4572	2337	10.5
6 (1200 rpm)	3082	1490	4572	2337	10.5
7 (1000 rpm)	3557	1585	5142	2337	11.4
7 (1200 rpm)	3557	1585	5142	2415	11.4
8 (1000 rpm)	3832	1680	5512	2415	12.4
8 (1200 rpm)	3832	1680	5512	2415	12.4
9 (1000 rpm)	4107	1680	5787	2415	13.1
9 (1200 rpm)	4107	1680	5787	2415	13.1

$$P_{GE} = 9,5 t$$

### 2.4.4. CENTRO DE GRAVEDAD DEL GENERADOR DE EMERGENCIA

Este generador irá situado en la cubierta A del guardacalor:

$$XG = 17,6 m$$

$$KG = 29,4 m$$

### 2.4.5. PESO DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Para la propulsión serán necesarios dos motores eléctricos capaces de suministrar una potencia de 9319,6 kW cada uno a la hélice.

Los motores que se instalarán serán del fabricante ABB, concretamente el modelo AMZ 0710 con una potencia de hasta 12500 kW aproximadamente.

Debido a la falta de información en el catálogo de los motores elegidos, su peso se estimará a partir del siguiente:

Cuaderno 2: Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes.

Julián Rodríguez Cortegoso

<b>HOJA DE DATOS</b>					
<b>Motor trifásico de inducción - Rotor de jaula</b>					
Cliente	:				
Línea del producto	:	Línea Master - MGF - Baja y Alta Tensión - TEAAC - R. de Jaula			
Carcasa	:	14407			
Potencia	:	16000 kW			
Frecuencia	:	60 Hz			
Polos	:	4			
Rotación nominal	:	1794 rpm			
Deslizamiento	:	0,33 %			
Voltaje nominal	:	2200-2200 V			
Corriente nominal	:	5040-5040 A			
Corriente de arranque	:	29700-29700 A			
Ip/In	:	5,9			
Corriente en vacío	:	506-506 A			
Par nominal	:	85217 Nm			
Par de arranque	:	60 %			
Par máxima	:	220 %			
Categoría	:	B			
Clase de aislación	:	F			
Elevación de temperatura	:	80 K			
Tiempo de rotor bloqueado	:	11 s (caliente)			
Factor de servicio	:	1,00			
Régimen de servicio	:	S1			
Temperatura ambiente	:	-20°C - +40°C			
Altitud	:	1000 m			
Protección	:	IP55			
Masa aproximada	:	33219 kg			
Momento de inercia	:	862,13 kgm <sup>2</sup>			
Nivel de ruido	:	94 dB(A)			
Rodamiento	Delantero	Trasero	Carga	Factor de potencia	Rendimiento (%)
	_FZLB 22-300	_FZLQ 22-225	100%	0,90	97,2
	Intervalo de lubricación ---	---	75%	0,90	97,3
	Cantidad de grasa ---	---	50%	0,87	97,0

De este motor se estima que el peso de los motores del buque del proyecto será de:

$$P_M = n^{\circ} \text{ motores} \cdot \text{peso motor} = 2 \cdot \frac{12500 \text{ kW} \cdot 33219 \text{ kg}}{16000 \text{ kW}} = 51,9 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_M = 51,9 \text{ t}}$$

#### 2.4.6. CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos irán situados en un compartimento que se encuentra entre el doble fondo y la cámara de máquinas:

$$\mathbf{XG = 31,7 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG = 4,5 \text{ m}}$$

#### 2.4.7. PESO DE LA MAQUINARIA RESTANTE

El peso de la maquinaria restante se obtiene mediante formulación del libro *El proyecto básico del buque mercante*:

$$P_{MR} = Km \cdot (MCO)^{0,7}$$

El coeficiente  $Km$  depende del tipo de buque y en petroleros tiene un valor de 0,59.

$MCO$  en BHP es la suma de todas las potencias de los generadores diésel.

$$P_{MR} = 0,59 \cdot (3 \cdot 9600 \text{ kW} \cdot 1,34102)^{0,7} = 958,6 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{MR} = 958,6 \text{ t}}$$

#### 2.4.8. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA MAQUINARIA RESTANTE

Este centro de gravedad se situará en el centro de la cámara de máquinas:

$$XG = 27,2 \text{ m}$$

$$KG = 17,5 \text{ m}$$

#### 2.4.9. PESO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Al tratarse de una propulsión diésel eléctrica, el apartado de la instalación eléctrica tiene una importante relevancia en el peso de la maquinaria.

El peso de la instalación eléctrica se obtiene de la siguiente ecuación aplicable a barcos con una eslora superior a sesenta metros y propuesta en el libro *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*:

$$P_{IE} = lc + \frac{Pm}{1000}$$

Donde:

$Pm$  es la potencia de los motores propulsores en kW. En la propulsión eléctrica cuando hablamos de las máquinas primarias nos referimos a los generadores diésel, por lo tanto, emplearemos el valor correspondiente a esa potencia.

$lc$  es la longitud de cables, en km. Para buques tanque se calcula como sigue:

$$lc = 1,82 + 0,268 \cdot L_{PP} + 0,000597 \cdot L_{PP}^2$$

En el barco del proyecto la longitud de cables será:

$$lc = 1,82 + 0,268 \cdot 263,6 \text{ m} + 0,000597 \cdot 263,6^2 \text{ m}^2 = 114 \text{ km}$$

Conocidos todos los valores, ya se puede calcular el peso de la instalación eléctrica:

$$P_{IE} = 114 \text{ km} + \frac{3 \cdot 9600 \text{ kW}}{1000} = 142,7 \text{ t}$$

$$P_{IE} = 142,7 \text{ t}$$

#### 2.4.10. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Una gran parte de la instalación eléctrica se encuentra en la popa del barco, donde está situada la cámara de máquinas:

$$XG = 27,2 \text{ m}$$

$$KG = 17,5 \text{ m}$$

#### 2.4.11. RESUMEN DE LA MAQUINARIA

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la maquinaria:

Concepto	Peso (t)	XG (m)	M. Long. (t·m)	KG (m)	M. Vert. (t·m)
Generadores diésel	432,0	23,9	10324,4	13,5	5832,0
Generador de emergencia	9,5	17,6	167,2	29,4	279,3
Motores eléctricos	51,9	31,7	1645,4	4,5	233,6
Maquinaria restante	958,6	27,2	26073,6	17,5	16775,3
Instalación eléctrica	142,7	27,2	3882,7	17,5	2498,1
<b>Total</b>	<b>1594,7</b>	<b>26,4</b>	<b>42093,2</b>	<b>16,1</b>	<b>25618,2</b>

## 2.5. CÁLCULO DE EQUIPOS Y HABILITACIÓN

El peso de los equipos y habilitación se obtendrá a partir de los resultados del *Cuaderno 12: Equipos y servicios* y del *Cuaderno 7: Disposición general*.

Al igual que en los dos apartados anteriores, el peso de los equipos y de la habilitación se desglosa en diferentes partidas:

- Equipos de carga y descarga.
- Tanques no estructurales.
- Equipos de amarre y fondeo.
- Hélice.
- Tuberías y bombas del casco.
- Habilidadación.
- Aire acondicionado.
- Portillos y ventanas.
- Chimenea.
- Equipos de salvamento.
- Equipos contra incendios.
- Pintura.
- Protección catódica.
- Equipos de navegación.
- Calderas.
- Escalas reales.
- Equipo de gobierno.
- Incinerador.
- Separador de sentinas.

## 2.5.1. EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA

### 2.5.1.1. PESO DE LAS GRÚAS DE CARGA Y DESCARGA

Se dispone de dos grúas (una a babor y otra a estribor) en el centro de la cubierta principal destinadas al manejo de las mangueras de carga y descarga. Las características principales han sido definidas en el *Cuaderno 11* y son las siguientes: tienen un alcance de hasta 30 metros, una capacidad de 25 t y son eléctricas. El peso se obtiene de las tablas del libro *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*:

PESO DE GRUAS				
PESO GRUA (TM)				
Q (Tm)	E (m)	HIDRAU.	ELECTRICA	p (m)
2	5	7.0		0.55
	7	7.5		0.55
3	10	9.5		0.80
	12	10.0	13.7	0.80
	14	10.5	14.5	0.80
	16	11.0	15.0	0.80
5	14	12.5	17.5	1.00
	16	14.0	17.7	1.00
	18	14.5	18.1	1.30
	20	15.5	18.5	1.30
	22	16.0	19.0	1.30
10	16	23.0	28.5	1.50
	18	23.5	29.2	1.50
	20	26.0	30.1	1.80
	22	28.0	30.8	1.80
15	16	28.0	34.0	1.80
	18	28.5	34.3	1.80
	20	29.5	34.6	2.00
	22	30.5	35.1	2.00
16	20	32.0	37.0	1.80
	22	33.0	39.0	1.80
	24	35.0	41.0	1.80
	26		43.0	2.00
	28		45.0	2.00
	30		47.0	2.00
20	20	38.0	45.0	1.80
	24	43.0	48.0	2.00
	26	46.0	50.0	2.00
	28		52.0	2.00
	30		54.0	2.00
25	22	48.0	51.0	2.00
	26	54.0	56.0	2.20
	30		61.0	2.40

$$P_{GRÚAS DE CARGA} = 2 \cdot 61 t = 122 t$$

$$P_{GRÚAS DE CARGA} = 122 t$$

### 2.5.1.2. CENTRO DE GRAVEDAD DE LAS GRÚAS DE CARGA

El centro de gravedad de las grúas se sitúa en el centro de los tanques de carga N<sup>04</sup>:

$$XG = 134,8 m$$

$$YG (ER) = 12,5 m$$

$$YG (BR) = -12,5 m$$

$$KG = 28,2 m$$

### 2.5.1.3. GRÚAS DE PROVISIONES

Este barco cuenta con dos grúas dedicadas a la carga y descarga de provisiones y equipos. Tienen un alcance de hasta 22 m con una capacidad de 12,5 t y son eléctricas. El peso se obtiene de las tablas del libro *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*:

PESO DE GRUAS				
Q (Tm)	E (m)	PESO GRUA (TM)		p (m)
		HIDRAU.	ELECTRICA	
2	5	7.0		0.55
	7	7.5		0.55
3	10	9.5		0.80
	12	10.0	13.7	0.80
	14	10.5	14.5	0.80
	16	11.0	15.0	0.80
5	14	12.5	17.5	1.00
	16	14.0	17.7	1.00
	18	14.5	18.1	1.30
	20	15.5	18.5	1.30
	22	16.0	19.0	1.30
10	16	23.0	28.5	1.50
	18	23.5	29.2	1.50
	20	26.0	30.1	1.80
	22	28.0	30.8	1.80
15	16	28.0	34.0	1.80
	18	28.5	34.3	1.80
	20	29.5	34.6	2.00
	22	30.5	35.1	2.00
16	20	32.0	37.0	1.80
	22	33.0	39.0	1.80
	24	35.0	41.0	1.80
	26		43.0	2.00
	28		45.0	2.00
	30		47.0	2.00
20	20	38.0	45.0	1.80
	24	43.0	48.0	2.00
	26	46.0	50.0	2.00
	28		52.0	2.00
	30		54.0	2.00
25	22	48.0	51.0	2.00
	26	54.0	56.0	2.20
	30		61.0	2.40

Al no disponer del peso de una grúa con una capacidad de 12,5 toneladas, siendo conservadores tomaremos el peso correspondiente al de una de 15 toneladas:

$$P_{GRÚAS DE PROVISIONES} = 2 \cdot 35,1 t = 70,2 t$$

$$P_{GRÚAS DE PROVISIONES} = 70,2 t$$

### 2.5.1.4. CENTRO DE GRAVEDAD DE LAS GRÚAS DE PROVISIONES

Las grúas de provisiones están situadas sobre la cubierta C de la superestructura:

$$XG = 24,3 m$$

$$YG (ER) = 12,5 m$$

$$YG (BR) = -12,5 m$$

$$KG = 34,8 m$$

#### 2.5.1.5. BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA

El peso de este equipo se obtiene mediante la expresión:

$$P_B = 0,7 \cdot PM^{0,5} = 0,7 \cdot 150000^{0,5} = 271,1 t$$

$$\mathbf{P_B = 271,1 t}$$

#### 2.5.1.6. CENTRO DE GRAVEDAD DE LAS BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA

El centro de gravedad de las bombas de carga y descarga se encuentra en el centro de la cámara de bombas, situada a proa de la cámara de los motores eléctricos, debajo de la cámara de máquinas. Midiendo en la disposición general:

$$\mathbf{XG = 44,0 m}$$

$$\mathbf{KG = 4,5 m}$$

#### 2.5.2. PESO DE LOS TANQUES NO ESTRUCTURALES

El peso de los tanques no estructurales se obtiene mediante formulación:

$$P_{TV} = a + b \cdot MCR (kW)$$

Siendo:

*a* y *b* dos coeficientes que en potencias superiores a 736 kW toman valores de 1,2 y 0,0009 respectivamente.

*Pm* es la potencia de los motores propulsores en kW. En la propulsión eléctrica emplearemos el valor correspondiente a la potencia de los generadores diésel:

$$P_{TV} = 1,2 + 0,0009 \cdot 3 \cdot 9600 kW = 27,1 t$$

$$\mathbf{P_{TV} = 27,1 t}$$

#### 2.5.3. CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS TANQUES NO ESTRUCTURALES

El centro de gravedad de estos tanques se encuentra en el centro de cámara de máquinas:

$$\mathbf{XG = 27,2 m}$$

$$\mathbf{KG = 17,5 m}$$

#### 2.5.4. PESO DE LOS EQUIPOS DE AMARRE Y FONDEO

El cálculo de esta partida viene determinado por el numeral del equipo del barco del proyecto.

El numeral de equipo es un número obtenido en función de las dimensiones principales del barco que determina el número y el peso de las anclas de las que debe disponer el barco, el número y el tamaño de las cadenas de las anclas, los elementos de amarre, etc.

La sociedad de clasificación *DNV GL* en la *Parte 3, Capítulo 11, Sección 1* proporciona una fórmula que permite obtener el numeral de equipo:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 \cdot B \cdot H + 0,1 \cdot A$$

Donde:

$\Delta$  es el desplazamiento a la línea de carga de verano.

Cuaderno 2: Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes.

Julián Rodríguez Cortegoso

$H$  es la altura total, incluidas las superestructuras y casetas con manga mayor de  $B/4$ , desde el calado de verano hasta la cubierta más alta.

$A$  es el área lateral del buque por encima de la línea de francobordo de verano, incluyendo superestructuras y casetas con manga mayor a  $B/4$ .

En la siguiente tabla se muestran las dimensiones de las casetas del barco, obtenidas de la disposición general realizada en el *Cuaderno 7*:

Caseta	Altura (m)	Longitud (m)	Área lateral (m <sup>2</sup> )
Amurada	1,5	20,0	30,0
Francobordo	6,8	263,6	1792,5
Cubierta principal (hab.)	3,0	16,8	50,4
Cubierta principal (chim.)	4,25	9,6	40,8
Cubierta A (hab.)	3,0	16,8	50,4
Cubierta A (chim.)	4,25	9,6	40,8
Cubierta B (hab.)	3,0	16,8	50,4
Cubierta C (hab.)	3,0	16,8	50,4
Puente de navegación	3,0	16,8	50,4
<b>Suma</b>	<b>31,8</b>	<b>-</b>	<b>2156,1</b>

Sustituyendo en la fórmula:

$$EN = 186563^{2/3} t + 2 \cdot 48 m \cdot 31,8 m + 0,1 \cdot 2156,1 m^2 = 6533$$

$$EN = 6533$$

Entrando con este valor en la siguiente tabla:

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		
		Number	Mass per anchor kg	Total length m	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes	
					VL K1 mm	VL K2 mm	VL K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN
6500 to 6899	C*	2	20000	770		124	111	300	1471
6900 to 7399	D*	2	21500	770		127	114	300	1471
7400 to 7899	E*	2	23000	770		132	117	300	1471

El numeral de equipo seleccionado estará en el rango de 6500-6899 y de esta manera el valor obtenido se aproxima al límite inferior siendo así lo suficiente conservadores en caso de que se produjera alguna modificación.

Obtenemos los siguientes elementos:

- Dos anclas más una de respeto de 20000 kg cada una.
- Cadena con concreto de una longitud total de 770 m, con un diámetro de 111 mm para acero de grado K3.

El peso de las anclas se obtiene de manera sencilla:

$$P_{ANCLAS} = 3 \cdot 20 t = 60 t$$

$$P_{ANCLAS} = 60 t$$

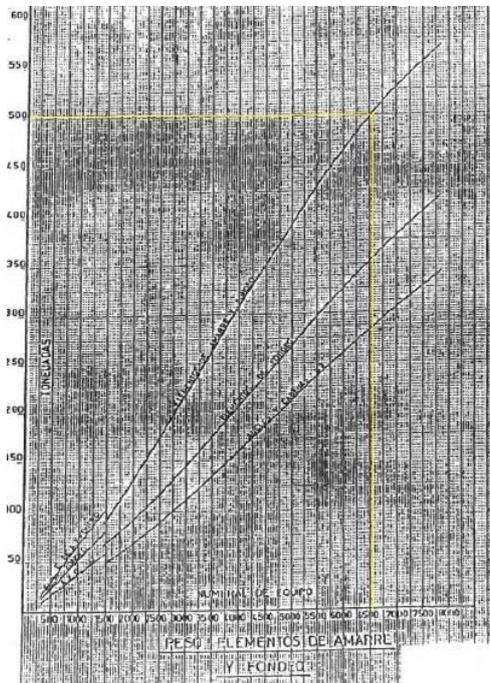
Para obtener el peso de la cadena, entrando en la tabla del fabricante *Trillo*:

Diámetro Cadena (mm)	Cadena Concreto kg/27.5m
111	7569

$$P_{CADENA} = 770 m \cdot \frac{7569 kg}{27,5 m} = 211,9 t$$

$$P_{CADENA} = 211,9 t$$

Para obtener el peso total del equipo de amarre y fondeo, entrando en la gráfica del libro *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*:



De esa gráfica se obtiene un peso de equipos de amarre y fondeo de:

$$P_{AYF} = 500 t$$

De los cuales, de amarre serán:

$$P_A = 500 t - 211,9 t - 60 t = 228,1 t$$

$$P_A = 228,1 t$$

### 2.5.5. CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS EQUIPOS DE AMARRE Y FONDEO

El centro de gravedad de estos equipos irá situado a proa del buque:

$$XG_{AMARRE} = 260 m$$

$$KG_{AMARRE} = 20,8 m$$

$$XG_{FONDEO} = 254,4 m$$

$$KG_{FONDEO} = 20,8 m$$

### 2.5.6. PESO DE LA HÉLICE

Este barco cuenta con una hélice de paso fijo y su peso se obtiene mediante formulación:

$$P_H = n^{\circ} \text{ hélices} \cdot 0,08 \cdot D^3$$

$D$  es el diámetro de la hélice, que ha sido obtenida en el *Cuaderno 6* y le corresponde un valor de 8,2 m.

$$P_H = 1 \cdot 0,08 \cdot 8,2^3 \text{ m}^3 = 44,1 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_H = 44,1 \text{ t}}$$

### 2.5.7. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA HÉLICE

Este centro de gravedad se obtiene midiendo en el plano del barco:

$$\mathbf{XG = 5,9 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG = 4,4 \text{ m}}$$

### 2.5.8. PESO DE LAS TUBERÍAS Y BOMBAS DEL CASCO

Este peso se obtiene con la siguiente fórmula:

$$P_{TBC} = 0,0047 \cdot L_{PP} \cdot \sqrt{L_{PP} \cdot B} = 0,0047 \cdot 263,6 \text{ m} \cdot \sqrt{263,6 \text{ m} \cdot 48 \text{ m}} = 139,4 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{TBC} = 139,4 \text{ t}}$$

### 2.5.9. CENTRO DE GRAVEDAD DE LAS TUBERÍAS Y BOMBAS DEL CASCO

Este centro de gravedad se supondrá en la sección media:

$$\mathbf{XG = 131,8 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG = 12 \text{ m}}$$

### 2.5.10. HABILITACIÓN

Para el cálculo de este peso se han de tener en cuenta los siguientes valores aportados en el libro *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*:

Espacio	Densidad (kg/m <sup>2</sup> )
Camarote de oficiales	135
Camarote de tripulación	160
Comedores y salones	120
Pasillos	80
Aseo individual	250
Aseo público	200
Cocina	200
Gambuza seca y paños	60
Lavadero y secadero	150
Gambuza frigorífica	190

Con estos valores y agrupando la habitación en cubiertas, obtenemos los siguientes resultados:

### 2.5.10.1. CUBIERTA PRINCIPAL

La cubierta principal cuenta con los siguientes espacios:

CUBIERTA PRINCIPAL			
Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
Tronco acceso CCMM	9,6	80	768
Gambuza vegetales	20,4	190	3876
Gambuza pescado	9,6	190	1824
Espacio común gambuzas	8,4	60	504
Gambuza de carne	12	190	2280
Gambuza seca	34,6	60	2076
Montacargas	5,8	60	348
Pañol equipo de seguridad	7,4	60	444
Local CI	4	60	240
Tronco escaleras y ascensor	15,75	80	1260
Aire Acondicionado	51,65	200	10330
Cables	4	60	240
Tuberías	6,8	60	408
Tripulación Suez	24,8	135	3348
Aseo tripulación Suez	4	250	1000
Hospital	26,4	200	5280
Aseo hospital	4,8	250	1200
Lavandería	22,4	150	3360
Local de secado	11,2	150	1680
Sala de espuma y control de fuego	44,8	200	8960
Vestuarios femeninos	16,8	200	3360
Vestuarios masculinos	16,8	200	3360
Gimnasio	28	200	5600
Pasillo	30	80	2400
<b>TOTAL</b>	<b>420</b>	<b>-</b>	<b>64146</b>

### 2.5.10.2. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CUBIERTA PRINCIPAL

Este centro de gravedad se supondrá en el centro de la cubierta principal:

$$XG = 33,2 \text{ m}$$

$$KG = 25,5 \text{ m}$$

### 2.5.10.3. CUBIERTA A

La cubierta A la componen:

CUBIERTA A			
Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
Comedor de oficiales	33,6	120	4032
Sala de reuniones	21,12	120	2534,4
Despensa oficiales	18	60	1080
Montacargas	5,8	60	348
Pañol equipo de seguridad	7,4	60	444
Cocina	39	200	7800
Local CI	4	60	240
Tronco escaleras y ascensor	14	80	1120
Cables	4	60	240
Tuberías	6,8	60	408
Despensa tripulantes	16,2	60	972
Aire acondicionado	6,8	60	408
Comedor de tripulantes	38,08	120	4569,6
Zona de recreo	10,67	120	1280,4
Sala de fumadores	13,97	120	1676,4
Salón de tripulantes	30,8	120	3696
Sala de control de la carga	30,8	200	6160
Oficina	19,6	200	3920
Aseos femeninos	14	200	2800
Aseos masculinos	14	200	2800
Salón de oficiales	30,8	120	3696
Pasillo	40,56	80	3244,8
<b>TOTAL</b>	<b>420</b>	<b>-</b>	<b>53469,6</b>

### 2.5.10.4. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CUBIERTA A

El centro de gravedad de esta cubierta se supone en el medio:

$$XG = 33,2 \text{ m}$$

$$KG = 28,5 \text{ m}$$

### 2.5.10.5. CUBIERTA B

Para la cubierta B tenemos:

CUBIERTA B			
Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
Camarotes tripulación	234,96	160	37593,6
Aseos individuales tripulación	68	250	17000
Pañol de ropa	7	60	420
Pañol equipo de seguridad	7,4	60	444
Local CI	4	60	240
Tronco de escaleras y ascensor	14	80	1120
Cables	4	60	240
Tuberías	6,8	60	408
Aire acondicionado	6,8	60	408
Pañol de limpieza	4,4	60	264
Pasillo	62,64	80	5011,2
<b>TOTAL</b>	<b>420</b>	-	<b>63148,8</b>

### 2.5.10.6. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CUBIERTA B

Su centro de gravedad se supondrá en la mitad de la cubierta:

$$XG = 33,2 \text{ m}$$

$$KG = 31,5 \text{ m}$$

### 2.5.10.7. CUBIERTA C

La cubierta C consta de:

CUBIERTA C			
Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
Camarotes oficiales	175,56	135	23700,6
Despacho de oficiales	61,4	120	7368
Aseos individuales oficiales	48	250	12000
Pañol de ropa	7	60	420
Pañol equipo de seguridad	7,4	60	444
Local CI	4	60	240
Tronco de escaleras y ascensor	14	80	1120
Cables	4	60	240
Tuberías	6,8	60	408
Aire acondicionado	6,8	60	408
Pañol de limpieza	4,4	60	264
Pasillo	58,56	80	4684,8
<b>TOTAL</b>	<b>401,76</b>	-	<b>51297,4</b>

Cuaderno 2: Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes.

Julián Rodríguez Cortegoso

#### 2.5.10.8. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CUBIERTA C

Como en el resto de las cubiertas, se supondrá en el centro:

$$XG = 33,2 \text{ m}$$

$$KG = 34,5 \text{ m}$$

#### 2.5.10.9. PUENTE

El puente está formado por los siguientes espacios:

PUENTE			
Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>2</sup> )	Peso (kg)
Puente	129,05	200	25810
Aseo individual	4,62	250	1155
Local CI	4	60	240
Tronco de escaleras y ascensor	14	80	1120
Cables	4	60	240
Tuberías	6,8	60	408
Aire acondicionado	6,8	60	408
Equipos de navegación	7,35	60	441
Equipos eléctricos	15,84	60	950,4
Sala de baterías	21,56	60	1293,6
<b>TOTAL</b>	<b>213,35</b>		<b>29381</b>

#### 2.5.10.10. CENTRO DE GRAVEDAD DEL PUENTE

El centro de gravedad del puente se sitúa en:

$$XG = 34,8 \text{ m}$$

$$KG = 37,5 \text{ m}$$

#### 2.5.10.11. RESULTADOS FINALES

En este apartado agruparemos los resultados obtenidos de cada cubierta obteniendo el peso final de la habilitación con su respectivo centro de gravedad:

HABILITACIÓN					
Cubiertas	Peso (t)	XG (m)	Mom. Long. (t·m)	KG (m)	Mom. Vert. (t·m)
Cubierta principal	64,1	33,2	2129,6	25,5	1635,7
Cubierta A	53,5	33,2	1775,2	28,5	1523,9
Cubierta B	63,1	33,2	2096,5	31,5	1989,2
Cubierta C	51,3	33,2	1703,1	34,5	1769,8
Puente	29,4	34,8	1022,5	37,5	1101,8
<b>TOTAL</b>	<b>261,4</b>	<b>33,4</b>	<b>8726,9</b>	<b>30,7</b>	<b>8020,3</b>

### 2.5.11. PESO DEL AIRE ACONDICIONADO

Una vez conocida la superficie de habilitación se obtiene el peso del aire acondicionado:

$$P_{AA} = 0,02 \cdot Sh = 0,02 \cdot 1871,9 \text{ m}^2 = 37,4 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{AA} = 37,4 \text{ t}}$$

### 2.5.12. CENTRO DE GRAVEDAD DEL AIRE ACONDICIONADO

Este centro de gravedad coincide con el de la habilitación:

$$\mathbf{XG = 33,4 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG = 30,7 \text{ m}}$$

### 2.5.13. PESO DE PORTILLOS Y VENTANAS

Este peso se obtiene mediante formulación:

$$P_{PYV} = 0,12 \cdot n$$

$n$  es el número de tripulantes (25).

$$P_{PYV} = 0,12 \cdot 25 = 3 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{PYV} = 3 \text{ t}}$$

### 2.5.14. CENTRO DE GRAVEDAD DE PORTILLOS Y VENTANAS

El centro de gravedad de los portillos y ventanas se sitúa en el centro de gravedad de la habilitación:

$$\mathbf{XG = 33,4 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG = 30,7 \text{ m}}$$

### 2.5.15. PESO DE LA CHIMENEA

El peso de la chimenea se obtiene de la siguiente fórmula:

$$P_{EF} = 0,0034 \cdot L \cdot B = 0,0034 \cdot 263,6 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} = 43 \text{ t}$$

$$\mathbf{P_{EF} = 43 \text{ t}}$$

### 2.5.16. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CHIMENEA

Se obtiene midiendo en el plano:

$$\mathbf{XG = 16,8 \text{ m}}$$

$$\mathbf{KG = 38,3 \text{ m}}$$

### 2.5.17. EQUIPOS DE SALVAMENTO

El peso de los equipos de salvamento se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$P_L = 9,5 + (n - 35) \cdot 0,1$$

Siendo  $n$  el número de personas a bordo o 35, el que sea mayor.

Al ser los botes de tipo cerrado se incrementará el peso en 3,5 t.

$$P_L = 9,5 + (35 - 35) \cdot 0,1 + 3,5 \text{ t} = 13 \text{ t}$$

Como contamos con dos equipos de salvamento el peso total será de:

$$P_L = 2 \cdot 13 t = 26 t$$

$$P_L = 26 t$$

### 2.5.18. CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS EQUIPOS DE SALVAMENTO

Estos equipos irán situados a popa y en la cubierta principal:

$$XG = 35,2 m$$

$$YG (ER) = 21 m$$

$$YG (BR) = -21 m$$

$$KG = 25,3 m$$

### 2.5.19. EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

#### 2.5.19.1. PESO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

La siguiente fórmula permite obtener el peso del equipo contra incendios en cámara de máquinas:

$$P_{IM} = 0,125 \cdot (0,0046 \cdot P_m + 0,0088 \cdot L_{PP} \cdot B)$$

$P_m$  es la potencia propulsora en kW. En nuestro caso emplearemos la relativa a los generadores diésel que son las máquinas primarias.

$$P_{IM} = 0,125 \cdot (0,0046 \cdot 3 \cdot 9600 kW + 0,0088 \cdot 263,6 m \cdot 48 m) = 30,5 t$$

$$P_{IM} = 30,5 t$$

#### 2.5.19.2. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA INSTALACIÓN CI EN CÁMARA DE MÁQUINAS

El centro de gravedad se sitúa en el centro de la cámara de máquinas:

$$XG = 27,2 m$$

$$KG = 17,5 m$$

#### 2.5.19.3. PESO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS POR ESPUMA

El peso se obtiene con la ecuación:

$$P_{IF} = \frac{4 \cdot L_{PP} \cdot B + 1400}{1000} = \frac{4 \cdot 263,6 m \cdot 48 m + 1400}{1000} = 52 t$$

$$P_{IF} = 52 t$$

#### 2.5.19.4. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA INSTALACIÓN CI POR ESPUMA

El centro de gravedad se sitúa en el centro de la zona de carga:

$$XG = 147,8 m$$

$$KG = 24 m$$

### 2.5.20. PESO DE LA PINTURA

El peso de la pintura en buques mayores de 12000 toneladas de acero se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_I = 0,006 \cdot P_{Ac}$$

El peso del acero fue calculado previamente obteniendo un valor de 22568,8 toneladas.

El peso de la pintura será de:

$$P_l = 0,006 \cdot 22568,8 t = 135,4 t$$

$$\mathbf{P_l = 135,4 t}$$

### 2.5.21. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA PINTURA

El centro de gravedad de la pintura se situará en el del acero, ya que tiene sentido que esté situado más a popa por tener las formas más llenas que en proa:

$$\mathbf{XG = 127,3 m}$$

$$\mathbf{KG = 11,3 m}$$

### 2.5.22. PESO DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA

El peso de la protección catódica del casco por ánodos de sacrificio:

$$P_{CC} = 0,0004 \cdot Sm \cdot a \cdot y$$

Como se desconoce el tipo de ánodos y el número de años, se usarán:

$a = 1$  para el *zinc*.

$y = 2$  años.

$Sm$  es la superficie mojada del casco y se empleará la obtenida en el Maxsurf: 19025,8 m<sup>2</sup>.

Ahora ya se puede calcular el peso de la protección catódica:

$$P_{CC} = 0,0004 \cdot 19025,8 m^2 \cdot 1 \cdot 2 años = 15,2 t$$

$$\mathbf{P_{CC} = 15,2 t}$$

### 2.5.23. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA PROTECCIÓN CATÓDICA

Este centro de gravedad coincide con el del acero:

$$\mathbf{XG = 127,3 m}$$

$$\mathbf{KG = 11,3 m}$$

### 2.5.24. PESO DEL EQUIPO DE NAVEGACIÓN

El peso de los equipos que integran este concepto es muy reducido y se recomienda tomar el peso del equipo de navegación como:

$$\mathbf{P_N = 2 t}$$

### 2.5.25. CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO DE NAVEGACIÓN

El equipo de navegación se encuentra en el puente de gobierno:

$$\mathbf{XG = 34,8 m}$$

$$\mathbf{KG = 37,5 m}$$

### 2.5.26. PESO DE LA CALDERA

Para la elección de las calderas se ha consultado el catálogo de la marca *Mitsubishi*. De acuerdo con los resultados obtenidos para la generación de vapor en el *Cuaderno 12* se dispondrá de una caldera con una capacidad de 35000 kg/h. Sus características se muestran a continuación:

Boiler type		MAC -20B	MAC -25B	MAC -30B	MAC -35B	MAC -40B	MAC -45B	MAC -50B	MAC -55B
Evaporation	kg/h	~	~	~	~	~	~	~	~
		20,000	25,000	30,000	35,000	40,000	45,000	50,000	55,000
Weight	ton	27.3	29.5	31.6	33.8	44.2	47.0	48.7	53.9

$$P_{CALDERA} = 33,8 t$$

### 2.5.27. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CALDERA

El centro de gravedad de la caldera se encuentra en la cámara de máquinas, concretamente en:

$$XG = 15,5 m$$

$$KG = 19,7 m$$

### 2.5.28. PESO DE LA ESCALA REAL

El peso de la escala real se obtiene mediante formulación:

$$P_{ER} = 0,15 \cdot ES$$

Siendo *ES* la longitud de la escala real en metros. Midiendo en el plano se obtiene una longitud de 19,3 metros.

El barco dispone de dos escaleras reales, por tanto:

$$P_{ER} = 2 \cdot 0,15 \cdot 19,3 m = 5,8 t$$

$$P_{ER} = 5,8 t$$

### 2.5.29. CENTRO DE GRAVEDAD DE LA ESCALA REAL

Irán situadas en el extremo de babor y estribor, sobre la cubierta principal y un poco más a popa de la sección media del barco:

$$XG = 112,9 m$$

$$YG (ER) = 24 m$$

$$YG (BR) = -24 m$$

$$KG = 24 m$$

### 2.5.30. PESO DEL EQUIPO DE GOBIERNO

El peso del equipo de gobierno se calcula como:

$$P_G = n^{\circ} \text{ timones} \cdot (0,0224 \cdot A \cdot v^{\frac{2}{3}} + 2)$$

*A* es el área del timón en m<sup>2</sup>. Este valor se ha calculado en el *Cuaderno 6: Predicción de potencia y selección de planta propulsora*:

$$\text{Área timón} = 83,66 m^2$$

*V* es la velocidad en prueba a plena carga en nudos y se obtiene a partir de la velocidad en servicio, *vs*, como:

$$v = 1,06 \cdot v_s = 1,06 \cdot 15 kn = 15,9 kn$$

Como este barco dispone un timón, el peso del equipo de gobierno será:

$$P_G = 1 \cdot (0,0224 \cdot 83,66 \text{ m}^2 \cdot 15,9^{\frac{2}{3}} + 2) = 13,8 \text{ t}$$

$$P_G = 13,8 \text{ t}$$

### 2.5.31. CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO DE GOBIERNO

Se sitúa en la perpendicular de popa y a media altura:

$$XG = 0 \text{ m}$$

$$KG = 6 \text{ m}$$

### 2.5.32. PESO DEL INCINERADOR

Contaremos con un incinerador que será de la marca *Detegasa*, concretamente el modelo *IRLA-10* que permite quemar tanto residuos sólidos como lodos con una capacidad de 25 kg/h y 13 l/h respectivamente. Sus principales características y dimensiones vienen en la siguiente tabla:

INCINERATOR MODELS	IRA-	IRLA-
IRA/IRLA-	10	
KCAL/H	100.000	
KW	116	
IMO Sludge (L/H)	-	13
Solid Waste (KG/H)	25	
MAX. Burner Consumption (kg/h)	8,5	
MAX. Electric Power (kw)	6,00	12,70
Aprox incinerator weight (kg)	1510	1550
Fan weight	205	

$$P_{\text{INCINERADOR}} = 1,55 \text{ t}$$

### 2.5.33. CENTRO DE GRAVEDAD DEL INCINERADOR

El incinerador irá situado en el primer nivel de la caseta del guardacalor:

$$XG = 20,4 \text{ m}$$

$$KG = 25,3 \text{ m}$$

### 2.5.34. PESO DEL SEPARADOR DE SENTINAS

En el *Cuaderno 12* se decide instalar un separador de sentinas del fabricante *Victor Marine*, concretamente el modelo *CS5000* con una capacidad de 5 m<sup>3</sup>/h. Su especificación técnica se muestra a continuación:

Cuaderno 2: Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes.

Julián Rodríguez Cortegoso

### Specifications

Capacity	5.00 m <sup>3</sup> /hr (1320 US gal/hr)
<b>Dimensions</b>	
Width (inc. Maint.)	1690mm (2452mm)
Depth (inc. Maint.)	1069mm (1715mm)
Height (inc. Maint.)	1548mm (2000mm)
<b>Weight</b>	
Dry	770kg
Wet	1650kg
<b>Power</b>	
50 Hz (60Hz)	1.5kW (1.8kW)
inc. heater	2.5kW (2.8kW)
<b>Connections</b>	
Inlet Suction	50mm (2")
Overboard	40mm (1 1/2")
Return to bilge	40mm (1 1/2")
Recovered Oil	40mm (1 1/2")
Flush Valve	15mm (1/2")
Pressure Relief	25mm (1")
<b>Pressure</b>	
Operating	1.38 Bar (20 psi)
Maximum	3.45 Bar (50 psi)
<b>Water Requirement</b>	
No back-washing required. Clean water required for oil content monitor and commissioning. Recommended pressure 0.5 - 4 bar.	
<b>Air Requirement</b>	
Air Pressure of 4-7 bar for operation of pneumatic valves only.	



$$P_{SEPARADOR SENTINAS} = 1,65 \text{ t}$$

### 2.5.35. CENTRO DE GRAVEDAD DEL SEPARADOR DE SENTINAS

El centro de gravedad de este equipo está en la cámara de máquinas:

$$XG = 35,9 \text{ m}$$

$$KG = 3,3 \text{ m}$$

### 2.5.36. RESUMEN DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN

En la siguiente tabla se muestra un resumen de todas las partidas que componen el equipo y la habilitación:

Concepto	Peso (t)	XG (m)	M. Long. (t·m)	KG (m)	M. Vert. (t·m)
Grúas de carga y descarga	122,0	134,8	16445,6	28,2	3434,3
Grúas de provisiones	70,2	24,3	1705,9	34,8	2443,0
Bombas de carga	271,1	44,0	11928,8	4,5	1220,0
Tanques no estructurales	27,1	27,2	737,7	17,5	474,6
Amarre	228,1	260,0	59297,7	20,8	4732,4
Fondeo	271,9	254,4	69179,5	20,8	5642,6
Hélice	44,1	5,9	260,2	4,4	194,1
Tuberías y bombas del casco	139,4	131,8	18367,6	12,0	1672,3
Habilitación	261,4	33,4	8726,9	30,7	8020,3
Aire Acondicionado	37,4	33,4	1249,7	30,7	1148,5
Portillos y ventanas	3,0	33,4	100,1	30,7	92,0
Chimenea	43,0	16,8	722,7	38,3	1645,5
Equipos de salvamento	26,0	35,2	915,2	25,3	657,8
Equipo CI en CCMM	30,5	27,2	829,0	17,5	533,4
Equipo CI por espuma	52,0	147,8	7687,3	24,0	1248,3

Cuaderno 2: Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes.

Julián Rodríguez Cortegoso

---

Pintura	135,4	127,3	17236,8	11,3	1534,4
Protección catódica	15,2	127,3	1937,5	11,3	172,5
Equipos de navegación	2,0	34,8	69,6	37,5	75,0
Calderas	33,8	15,5	523,9	19,7	664,5
Escalas reales	5,8	112,9	653,7	24,0	139,0
Equipo de gobierno	13,8	0,0	0,0	6,0	83,1
Incinerador	1,6	20,4	31,6	25,3	39,2
Separador de sentinas	1,7	35,9	59,2	3,3	5,4
<b>TOTAL</b>	<b>1837</b>	<b>119,1</b>	<b>218666</b>	<b>19,5</b>	<b>35872</b>

## 2.6. DESGLOSE DEL PESO EN ROSCA

En la siguiente tabla se muestra un resumen de todos los pesos estudiados anteriormente:

Concepto	Peso (t)	XG (m)	M. Long. (t·m)	KG (m)	M. Vert. (t·m)
<b>ACERO</b>					
Estructura de acero	22565,8	127,3	2872418,6	11,3	255699,7
Amurada	3,0	256,8	773,2	24,8	74,5
<b>Total</b>	<b>22568,8</b>	<b>127,3</b>	<b>2873191,8</b>	<b>11,3</b>	<b>255774,2</b>
<b>MAQUINARIA</b>					
Generadores diésel	432,0	23,9	10324,4	13,5	5832,0
Generador de emergencia	9,5	17,6	167,2	29,4	279,3
Motores eléctricos	51,9	31,7	1645,4	4,5	233,6
Maquinaria auxiliar	958,6	27,2	26073,6	17,5	16775,3
Instalación eléctrica	142,7	27,2	3882,7	17,5	2498,1
<b>Total</b>	<b>1594,7</b>	<b>26,4</b>	<b>42093,2</b>	<b>16,1</b>	<b>25618,2</b>
<b>EQUIPOS Y HABILITACIÓN</b>					
Grúas de carga y descarga	122,0	134,8	16445,6	28,2	3434,3
Grúas de provisiones	70,2	24,3	1705,9	34,8	2443,0
Bombas de carga	271,1	44,0	11928,8	4,5	1220,0
Tanques no estructurales	27,1	27,2	737,7	17,5	474,6
Amarre	228,1	260,0	59297,7	20,8	4732,4
Fondeo	271,9	254,4	69179,5	20,8	5642,6
Hélice	44,1	5,9	260,2	4,4	194,1
Tuberías y bombas del casco	139,4	131,8	18367,6	12,0	1672,3
Habilitación	261,4	33,4	8726,9	30,7	8020,3
Aire Acondicionado	37,4	33,4	1249,7	30,7	1148,5
Portillos y ventanas	3,0	33,4	100,1	30,7	92,0
Chimenea	43,0	16,8	722,7	38,3	1645,5
Equipos de salvamento	26,0	35,2	915,2	25,3	657,8
Equipo CI en CCMM	30,5	27,2	829,0	17,5	533,4
Equipo CI por espuma	52,0	147,8	7687,3	24,0	1248,3
Pintura	135,4	127,3	17236,8	11,3	1534,4
Protección catódica	15,2	127,3	1937,5	11,3	172,5
Equipos de navegación	2,0	34,8	69,6	37,5	75,0
Calderas	33,8	15,5	523,9	19,7	664,5
Escalas reales	5,8	112,9	653,7	24,0	139,0
Equipo de gobierno	13,8	0,0	0,0	6,0	83,1
Incinerador	1,6	20,4	31,6	25,3	39,2
Separador de sentinas	1,7	35,9	59,2	3,3	5,4
<b>Total</b>	<b>1837</b>	<b>119,1</b>	<b>218666</b>	<b>19,5</b>	<b>35872</b>
<b>TOTAL</b>	<b>26000</b>	<b>120,5</b>	<b>3133951</b>	<b>12,2</b>	<b>317265</b>

Cuaderno 2: Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes.

Julián Rodríguez Cortegoso

---

Al peso en rosca final habrá que añadirle un margen. A la posición longitudinal se le sumará un metro para desplazar el centro de gravedad más hacia proa, pasa lo mismo con la posición vertical, a la que se le sumará un metro. El peso en rosca final:

Margen	11,5 %	1	-	<b>1</b>	-
<b>PESO EN ROSCA</b>	<b>29000</b>	<b>121,5</b>	<b>3133951</b>	<b>13,2</b>	<b>317265</b>

## 2.7. COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO

La suma de todos los componentes del peso muerto da un valor total que como mínimo será igual a las 150000 toneladas especificadas en la RPA. A continuación, va a comprobarse si se obtienen dichas 150000 toneladas a partir del peso en rosca que se acaba de calcular y del desplazamiento obtenido en el *Cuaderno 3* con el programa *Maxsurf Modeler*:

$$PM = \Delta - PR = 186563 \text{ t} - 29000 \text{ t} = 157563 \text{ t}$$

El valor del peso muerto es superior al exigido, lo cual es razonable por tratarse de una primera aproximación.

## 2.8. BIBLIOGRAFÍA

Fernando Junco Ocampo: *Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento.*

Ricardo Alvariño, Juan José Azpíroz, Manuel Meizoso: *El proyecto básico del buque mercante.*

<https://www.dnvgl.com/>

## ANEXO I: BUQUE BASE



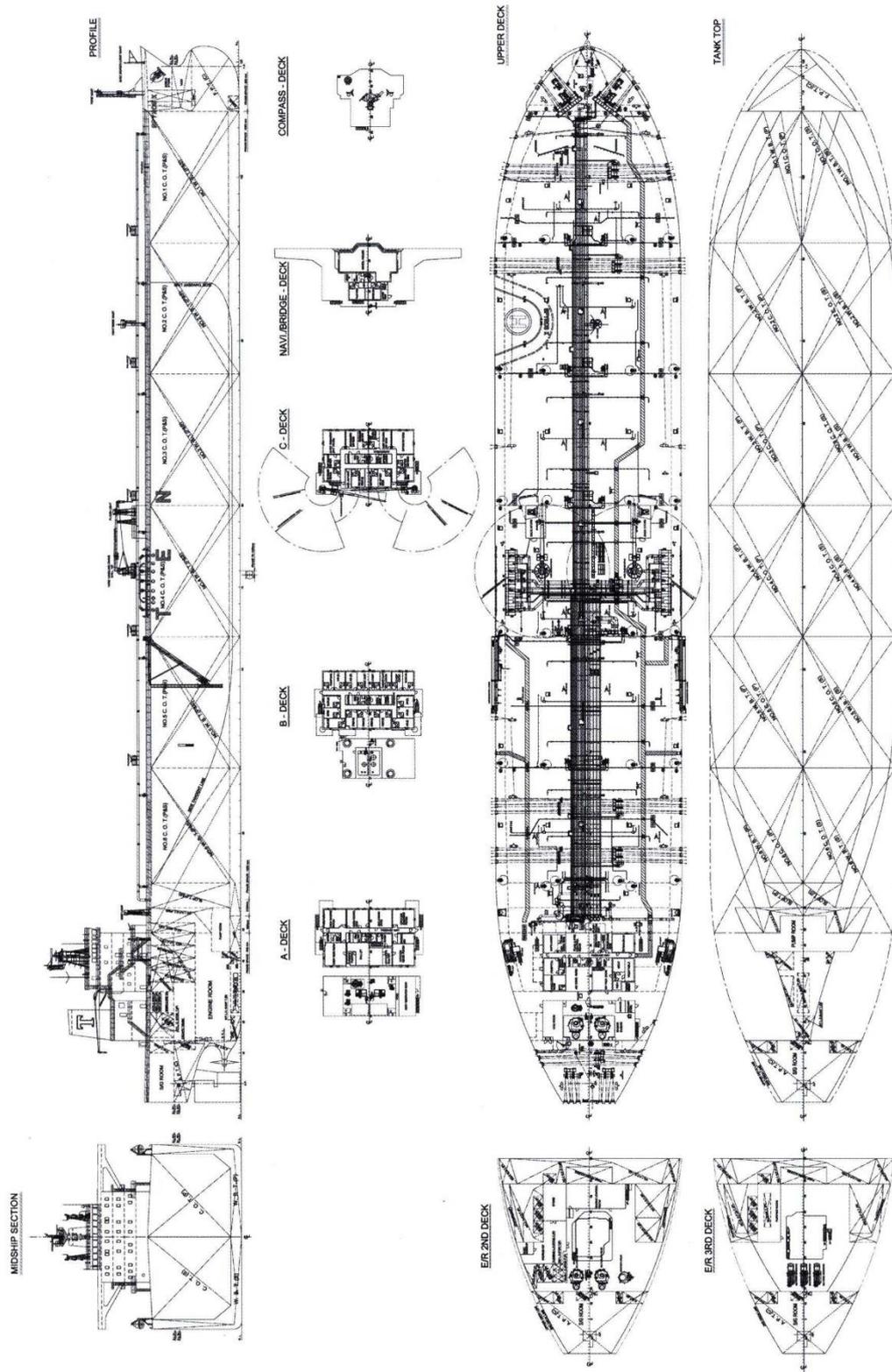
# SPYROS K: Suezmax tanker for Tsakos Energy Navigation Ltd

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**  
 Vessel's name: **Spyros K**  
 Hull No.: **S2034**  
 Owner/operator: **Tsakos Energy Navigation Limited**  
 Country: **Greece**  
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**  
 Country: **Korea**  
 Model test establishment used: **MOERI, Korea**  
 Flag: **Liberia**  
 IMO number: **9565948**  
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**  
 Total number of sister ships still on order: **nil**

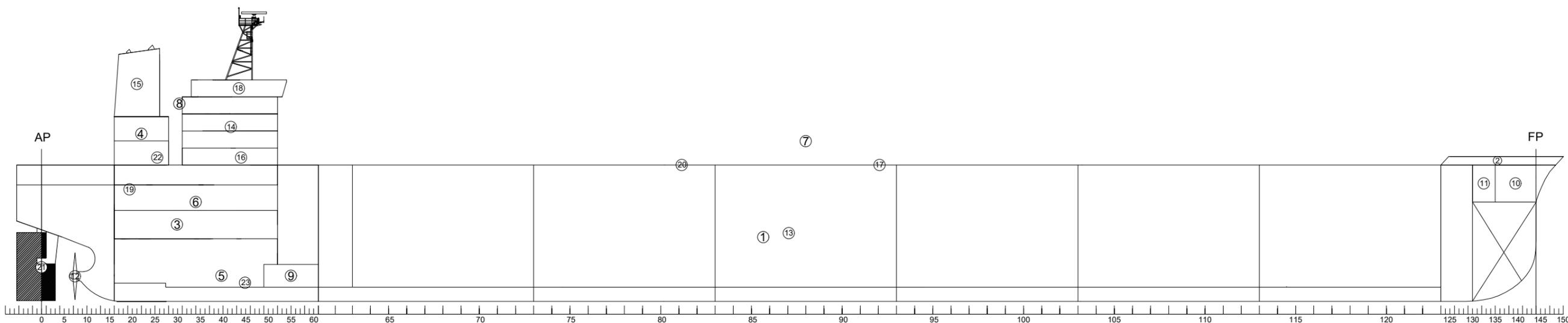
### TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.2m  
 Length bp: 264m  
 Breadth moulded: 48m  
 Depth moulded  
 To main deck: 23.1m  
 To upper deck: 23.1m  
 Width of double skin  
 Side: 2.5m  
 Bottom: 2.8m  
 Draught  
 Scantling: 17.15m  
 Design: 16m  
 Gross: 81,000tonnes  
 Deadweight  
 Design: 145,000dwt  
 Scantling: 158,000dwt  
 Speed, service: 15.7knots @ 90% mCR with 15% sea margin  
 Cargo capacity  
 Liquid volume: 170,000m<sup>3</sup>  
 Bunkers  
 Heavy oil: 4500m<sup>3</sup>  
 Diesel oil: 200m<sup>3</sup>  
 Water ballast: 54,000m<sup>3</sup>  
 Daily fuel consumption  
 Main engine only: 69.3tonnes/day  
 Classification society and notations: ABS A1(E), Oil Carrier, ESP, CRS, AB-CM, CPS, UWILD, +AMS, +ACCU, TCM, COW, VEC-L, BWE, ENVIRO, HM2+R, CRC, RW, PMA, GP  
 % high tensile steel used in construction: abt. 40%  
 Main engine  
 Design: 2-stroke, direct revidible, crosshead  
 Model: 6S70MC-C7 Tier II  
 Manufacturer: Hyundai-MAN B&W  
 Number: 1  
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO  
 Output of each engine: 18,660kW x 91rpm  
 Propeller  
 Material: Ni-Al-Bronze  
 Designer/manufacturer: HHI  
 Number: 1  
 Fixed/controllable pitch: Fixed  
 Diameter: 8.2m  
 Speed: 91rpm  
 Diesel-driven alternators  
 Number: 3  
 Engine make/type: HHI/ Himsen 6H21/32  
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO  
 Output/speed of each set: 1050kW/ 720rpm  
 Alternator make/type: HHI-EES/ HFC7-564-14E  
 Output/speed of each set: 987kW/ 720rpm  
 Boilers  
 Number: 2 x Aux. boilers  
 1 x comp. boiler  
 Type: oil fired, vertical, water tube & forced draft  
 Make: Aalborg  
 Output, each boiler: 37,200kg/h  
 Aux boiler: 1500kg/h oil fired  
 Comp. boiler: 1200kg/h exh. Gas

Cargo cranes/ cargo gear  
 Number: 2  
 Make: Oriental  
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest  
 Performance: 15tonnes/ 17.4m outreach  
 Other cranes  
 Number: 2  
 Make: Oriental  
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest  
 Tasks: Provisions  
 Performance: 6.3tonnes/ 4m outreach, 2tonnes/ 4m outreach  
 Mooring equipment  
 Number: 9  
 Make: Rolls-Royce  
 Type: Hydraulic/ high pressure  
 Special lifesaving equipment  
 Number of each and capacity: 2 x 29 persons  
 Make: Hyundai lifeboats Co., Ltd  
 Type: Totally enclosed lifeboat  
 Cargo tanks  
 Number: 6  
 Grades of cargo carried: Crude oil  
 Coated tanks, make and type: Nippon/Epoxy  
 Cargo pumps  
 Number: 3  
 Type: Centrifugal steam turbine  
 Make: Shinko pump Japan  
 Stainless steel: Impeller shaft  
 Capacity: 4000m<sup>3</sup>/h x 135mTH  
 Cargo control system  
 Make: ACE valve Korea  
 Type: Console & VDU  
 Ballast control system  
 Make: ACE valve Korea  
 Type: Console & VDU  
 Complement  
 Officers: 11  
 Crew: 18  
 Bridge control system  
 Make: Nabtesco  
 Type: M-8000III  
 Fire detection system  
 Make: Autronica Dire and Security  
 Type: Autoprime  
 Fire extinguishing systems  
 Cargo holds: NK/ Deck foam  
 Engine room: NK/ CO<sub>2</sub> Seaplus/ Low pressure system  
 Public spaces: Sanjoo  
 Radars  
 Number: 2  
 Make: JRC  
 Models: JMA-9132-SA/ 9122-9XA  
 Waste disposal plant  
 Incinerator: Teamtec GS500CS  
 Waste compactor: Sanjoo/ TT 160  
 Sewage plant: Jonghap/ JMC-18N073  
 Contract date: 14 July 2009  
 Launch/float-out date: 1 February 2011/ 11 February 2011  
 Delivery date: 12 May 2011



## ANEXO II: PLANO



NÚMERO	CONCEPTO
1	Acero, Pintura, Protección catódica
2	Amurada
3	Generadores diésel
4	Generador de emergencia
5	Motores eléctricos
6	Maquinaria restante, Instalación eléctrica, Tanques no estructurales, Equipos CI en CCMM
7	Grúas de C/D
8	Grúas de provisiones
9	Bombas de carga
10	Equipo de amarre
11	Equipo de fondeo
12	Hélice
13	Tuberías y bombas del casco
14	Habilitación, Aire Acondicionado, Portillos y ventanas
15	Chimenea
16	Equipos de salvamento
17	Equipo CI por espuma
18	Equipos de navegación
19	Caldera
20	Escalas reales
21	Equipo de gobierno
22	Incinerador
23	Separador de sentinas

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM			A3	
Número del proyecto	Fecha	Nombre y apellidos	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR	
GENO-1920-04	1/09/2020	Julián Rodríguez Cortegoso		
Escala	1:750	DISTRIBUCIÓN DE PESOS	Número de plano: 1	
			Hoja: 1/1	