

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**15 105 P / BUQUE LNG DE MEMBRANA DE 145.000 m<sup>3</sup>**

ALUMNO: ISMAEL GRANDAL MOURIZ

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

**CUADERNO 13**

**PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**





DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2014-2015

**PROYECTO NÚMERO: 15 105 P**

**TIPO DE BUQUE:** Buque tanque LNG de membrana

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

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** gas natural licuado con capacidad para 145.000 m<sup>3</sup>.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 19,5 nudos a la velocidad de servicio, 85% MCR + 15% MM. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** los habituales en este tipo de buque.

**PROPULSIÓN:** Propulsión Diesel eléctrico. Dos líneas de ejes

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 35 tripulantes en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Las habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Abril de 2015

ALUMNO: D. Ismael Grandal Mouriz

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DEFINICIÓN DEL TRÁFICO OPERATIVO DEL BUQUE.....	5
3. PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN.....	6
3.1. COSTE DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	6
3.2. COSTE DE LA MANO DE OBRA.....	30
4. PRESUPUESTO GLOBAL.....	42
5. GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO.....	42
6. COSTE DE CONSTRUCCIÓN Y DE ADQUISICIÓN.....	44
7. ESQUEMA DE FINANCIACIÓN.....	45
8. BIBLIOGRAFÍA.....	46

## 1-INTRODUCCIÓN

Como última fase de nuestro proyecto elaboraremos el presupuesto de nuestro buque y realizaremos el estudio de la viabilidad. Para ello utilizaremos todos los datos obtenidos en los cuadernos anteriores.

El análisis de la viabilidad lo disponemos a partir de una serie de datos como la rentabilidad, las necesidades de mercado, la competencia...etc. Es por lo tanto un estudio dirigido a realizar una proyección del éxito o fracaso de un proyecto.

Para la realización del presupuesto utilizaremos el libro del profesor Junco Ocampo "Proyectos de buques y artefactos: anteproyecto y dimensionamiento preliminar. Contrato de construcción".

Recordamos las características de nuestro buque:

<b>L</b>	269,7
<b>B</b>	43,2
<b>D</b>	26,3
<b>T</b>	11,5
<b>Volumen</b>	145.000
<b><math>\Delta</math></b>	105.379
<b>V</b>	19,5
<b>Fn</b>	0,1950
<b>Cb</b>	0,7673
<b>Cm</b>	0,9971
<b>Cp</b>	0,7905

## 2-DEFINICIÓN DEL TRÁFICO OPERATIVO DEL BUQUE

Nuestro buque ha sido proyectado para transportar gas natural licuado principalmente entre los puertos de Ferrol y Trinidad y Tobago.

La distancia entre ambos puertos es la que se puede ver en la siguiente imagen:



Hay una distancia entre puertos de 3.943,85 millas. Nuestra velocidad de servicio es de 19,5 nudos.

Con esto, el buque tardaría entre 7 y 8 días en llegar de un puerto a otro, dependiendo, entre otras cosas, del estado del mar.

Tenemos una autonomía a la velocidad de servicio de aproximadamente 25 días, con lo que nos llega de sobra.

### **3-PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN**

El coste de construcción para realizar el presupuesto del buque se dividirá en:

- Coste de los materiales
- Coste de la mano de obra
- Costes varios del astillero

Una vez ya conocido el coste de construcción del buque, se le descontarán las ayudas en concepto de primas a la construcción naval y se le añadirá un porcentaje de beneficio industrial.

El coste de los materiales podemos dividirlo en:

- Casco
- Equipo, armamento e instalaciones
- Maquinaria auxiliar de cubierta
- Instalación propulsora
- Maquinaria auxiliar de la propulsión
- Cargos y respetos
- Instalaciones especiales

#### **3.1-COSTE DE MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **CASCO**

##### **Acero laminado**

El coste unitario del acero laminado según el libro “Proyecto de Buques y Artefactos”, puede estimarse en 450 €/t.

Para obtener los costos habrá que multiplicar estos precios unitarios por sus correspondientes pesos brutos.

Casco

Para el acero del casco vamos a multiplicar el peso neto por un factor de 1,15, con el fin de obtener el peso bruto

$$\text{Peso bruto de aceros} = 28.787 \cdot 1,15 = 33.105,05 \text{ t.}$$

Por tanto, el coste del acero será:

$$\text{Cacero casco} = \mathbf{14.897.272,5 \text{ €.}}$$

Palos

Para obtener el coste de los palos utilizamos la siguiente expresión:

$$P_{pa} = 0,0046 \cdot L^{2/3} \cdot L_{pa} = 3,84 \text{ t.}$$

Por tanto el coste de los palos será su peso por el coste del acero

$$\text{Cacero palos} = \mathbf{1.728 \text{ €}}$$

Donde tomamos  $L_{pa} = 20$ .

**Resto de materiales del casco**Piezas fundidas y forjadas

Su costo puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$C_{ff} = 4 \cdot L \cdot D = \mathbf{28.375 \text{ €}}$$

Materiales auxiliares de construcción del casco

Estimamos su costo como 50 € por cada tonelada de acero estructural. Cogiendo ese dato del cuaderno 2 tenemos:

$$C = 50 \cdot 28787 = \mathbf{1.439.350 \text{ €}}$$

Timón y accesorios

$$C_{tim} = 40 \cdot L_{tim}^2 \cdot H_{tim}$$

Donde:

$L_{tim}$ : es la longitud del timón (7,63 m.)

$H_{tim}$ : altura del timón (12,1 m.)

Por tanto:

$$\underline{\underline{C_{tim} = 28.177 \text{ €}}}$$

Preparación de superficies

Se toma un coste unitario de imprimación de 2 € por metro cuadrado y de granallado de superficies externas de 8 € por metro cuadrado, e internas de 15 € por metro cuadrado.

$$\underline{\underline{C_{imprimación} = 2 \cdot \text{Superficie total} = 2 \cdot 42552.62 = 85.105,24 \text{ €}}}$$

$$\underline{\underline{C_{granallado (exterior)} = 8 \cdot \text{Superficie exterior} = 8 \cdot 21276.31 = 170.210,48 \text{ €}}}$$

$$\underline{\underline{C_{granallado (interior)} = 15 \cdot \text{Superficie interior} = 15 \cdot 21276.31 = 319.144,65 \text{ €}}}$$

Pintura y control de corrosión

*Pintura exterior del casco (obra viva)*

$$C_{ov} = S_{ov} \cdot K_{ov} \cdot e_{ov} = 54.662,3 \text{ €}$$

Estimaremos el coste unitario como  $K_{ov} = 0.011 \text{ €/m}^2/\text{micra}$  de espesor. Será pintura epoxy.

Tomaremos espesor estándar de 350  $\mu$ .



$$Sov = 14.198 \text{ m}^2 \text{ (Maxsurf)}$$

#### *Pintura exterior del casco (obra muerta)*

Estimaremos el coste unitario como  $Kov = 0.011 \text{ €/m}^2/\text{micra}$  de espesor. Será pintura epoxy.

$$C_{\text{pintura (om)}} = 0.011 \cdot 7078,31 \cdot 185 = \mathbf{14.404,36 \text{ €}}$$

#### *Pintura interior del casco*

Estimaremos el coste unitario como  $Kov = 0.011 \text{ €/m}^2/\text{micra}$  de espesor. Será pintura epoxy.

$$C_{\text{pintura (interior casco)}} = 0.011 \cdot 21067,31 \cdot 100 = \mathbf{23.174 \text{ €}}$$

#### *Pintura de tuberías*

Se estima su costo mediante la expresión:

$$C_{\text{pt}} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot \text{BHP} + 0,18 \cdot L) \cdot K = 0,18 \cdot (0,057 \cdot 47670 + 0,18 \cdot 269,7) \cdot 4,8 = \mathbf{2.389,60 \text{ €}}$$

Donde K tomará el valor de 4,80 por haber elegido una pintura de tipo zinc-epoxy.

#### *Galvanizado y Cementado*

El costo se estimará como el 7,5% del costo total de pintado del casco (interior y exterior de obra viva y obra muerta).

$$C_{\text{galvanizado}} = 0,075 \cdot (C_{\text{pinturaOV}} + C_{\text{pinturaOM}}) = 0,075 \cdot (37578,36) = \mathbf{2.818,37 \text{ €}}$$

#### *Protección catódica*

El costo de la protección catódica por ánodos de sacrificio puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{\text{pc}} = 1,55 \cdot S_m = 1,55 \cdot 14198 = \mathbf{22.006,9 \text{ €}}$$

<b>CASCO</b>	
<b>Acero laminado</b>	
Casco	14897272,5
Palos	1728
<b>Resto mat. Casco</b>	
Piezas fundidas y forjadas	28375
Mat. Aux. constr.	1439350
Timón	28177
<u>Prep. Sup.</u>	
Imprimación	85105,24
Granallado (ext.)	170210,48
Granallado (int.)	319144,65
<u>Pintura y corrosión</u>	
Pintura OV	54662,3
Pintura OM	14404,36
Pintura int. Casco	23174
Pintura tuberías	2389,6
Galvanizado y cementado	2818,37
Protección catódica	22006,9
<b>TOTAL</b>	<b>17088818,4</b>

## EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES

### Equipos de amarre y fondeo

#### Anclas

El coste total puede estimarse tomando un coste unitario de 2500 €/t.

$$\text{Canclas} = 2500 \cdot T = 2500 \cdot (3 \text{ anclas} \cdot 26 \text{ t}) = \mathbf{195.000 \text{ €}}$$

#### Cadenas, cables y estachas

Estimaremos su coste mediante la expresión:

$$\text{Ccce} = 0,15 \cdot K \cdot d^2 \cdot Lc = 0,15 \cdot 0,305 \cdot 1272 \cdot 770 = \mathbf{568.184,35 \text{ €}}$$

Donde:

$K = 0,305$ , por tratarse de acero de alta resistencia.

$d$ : es el diámetro de cadena  $d = 127$  mm

$L_c$ , es la longitud total de cadenas (770 m.)

## **Medios de salvamento**

### Botes salvavidas

Estimaremos su costo en función de su tipo y capacidad mediante la expresión:

$$C_{bo} = K_{bo} \cdot N_p^{2/3} = 3000 \cdot 35^{2/3} = 32.099,62 \text{ €}$$

Donde:

$K = 3000$  por tratarse de botes de motor cerrados.

$N_p$ : es el número de personas de capacidad del bote.  $N_p = 26$

Como tenemos dos botes salvavidas:  $26.329,15 \cdot 2 = \mathbf{64.199,24}$

### Bote de rescate

Uno de los botes salvavidas tendrá la función de bote de rescate.

### Balsas salvavidas

$$C_{ba} = K_{ba} \cdot N_p^{1/3} = 1200 \cdot 20^{1/3} = 3.257,30 \text{ €}$$

Como tenemos dos balsas salvavidas de 20 personas deberemos multiplicar por 2:

$$C_{ba} = 2 \cdot C_{ba} = 2 \cdot 2180,54 = \mathbf{6.514,60 \text{ €}}$$

Donde:  $K_{ba} = 1200$  por tratarse de balsas arriables

$$C_{ba} = K_{ba} \cdot N_p^{1/3} = 1200 \cdot 15^{1/3} = 2.959,45 \text{ €}$$

Como tenemos dos balsas salvavidas de 15 personas deberemos multiplicar por 2:

$$C_{ba} = 2 \cdot C_{ba} = 2 \cdot 2180,54 = \mathbf{5.918,90 \text{ €}}$$

Donde:  $K_{ba} = 1200$  por tratarse de balsas arriables

### Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas

El costo del pescante de cada bote salvavidas puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{pb} = K_{pb} \cdot N_p^{2/3} = 4000 \cdot 35^{2/3} = 42.799,5 \text{ €}$$

Donde:

$K_{pb}$  es 4000 , por ser botes cerrados

$N_p$ , es el número de personas de capacidad del bote.

Como tenemos dos botes salvavidas, multiplicamos por dos el valor obtenido.

$$C_{pb} = \mathbf{85.599 \text{ €}}$$

### Varios

El costo de los aros, chalecos, señales, aparatos lanzacabos y elementos diversos de salvamento se puede estimar mediante la expresión:

$$C_v = 2500 + 30 \cdot N = 2500 + 30 \cdot 35 = \mathbf{3.550 \text{ €}}$$

Donde N es el número total de personas a bordo,  $N = 35$ .

### **Habilitación de alojamientos**

Estimamos su costo mediante la expresión:

$$C_h = K_h \cdot S_h = 230 \cdot 2040 = \mathbf{469.200 \text{ €}}$$

Donde:

$S_h$ : es el área de la habitación en  $m^2$ ,  $S_h = 2040 \text{ m}^2$

$K_h$ : es 230 €/m<sup>2</sup>.

### **Equipos de fonda y hotel**

#### Cocina y oficinas

$$C_{co} = K_{co} \cdot N = 420 \cdot 35 = \mathbf{14.700 \text{ €}}$$

Donde:

$K_{co}$  vale 420, por ser el valor para buques oceánicos.

N es el número total de personas a bordo (35).

Gambuzas frigoríficas

$$C = 1800 \cdot V^{2/3} = 1800 \cdot 203^{2/3} = \mathbf{62.173,2 \text{ €}}$$

Siendo V el volumen neto de la gambuza.,  $V = 203 \text{ m}^3$

Equipos de lavandería y varios

Se estima el costo como 240€ por persona de la tripulación que permanece a bordo.

$$C_{\text{lavandería}} = 240 \cdot 35 = \mathbf{8.400 \text{ €}}$$

**Equipos de acondicionamiento en alojamientos**Equipos de acondicionamiento

Para los equipos de calefacción y aire acondicionado puede tomarse el coste unitario de 60€/m<sup>2</sup> de espacio de habitación.

$$C_{\text{acondicionamiento}} = 60 \cdot 2040 = \mathbf{122.400 \text{ €}}$$

Varios

Estimamos su costo en 72€ por persona

$$C_{\text{varios}} = 72 \cdot 35 = \mathbf{2.520 \text{ €}}$$

**Equipos de navegación y comunicaciones**

Su costo se estima a partir de los rangos unitarios dados en la tabla. Como la tecnología del buque proyecto es elevada seleccionaremos costos altos dentro de sus rangos.

Equipos de navegación

EQUIPO	COSTE (€)
Compás magnético	2500
Compás giroscópico	40000
Piloto automático	6000
Radar de movimiento verdadero	51600
Radar de movimiento relativo	12000
Radiogoniómetro	6000
Receptor de cartas	4800
Corredera	6000
Sonda	4200
GPS	7200
<b>TOTAL EQUIPOS NAVEG.</b>	<b>140300</b>

Equipos auxiliares de navegación

Se estima aplicando un 8% al costo anterior:

$$C_{\text{equipos auxiliares}} = 0.08 \cdot 140300 = \mathbf{11.224 \text{ €}}$$

Comunicaciones externas

Se estima su costo en unos **100.000 €**

Comunicaciones internas

Se estima su costo en **30.000 €**

**Medios contraincendios**

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{\text{im}} = 8,4 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m = 8,4 \cdot 40 \cdot 43,2 \cdot 24,3 = \mathbf{352.719,36 \text{ €}}$$

Donde:

Lm: es la eslora de cámara de máquinas en metros, Lm = 40.0 m

Dm: es el puntal de cámara de máquinas en metros, Dm = 24,3 m

### **Instalación eléctrica**

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{\text{instalacióneléctr}} = 480 \cdot Kw^{0,77} = 480 \cdot 47.670^{0,77} = \mathbf{1.920.834,75 \text{ €}}$$

Donde:

KW = potencia instalada en Kw

### **Tuberías**

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_t = 2705 \cdot (0,015 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m + 0,18L) + K_t \cdot BHP + 1,5 \cdot (3 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m + Q_b + 4 \cdot S_h).$$

$$C_t = 2705 \cdot (0,015 \cdot 40 \cdot 43,2 \cdot 24,3 + 0,18 \cdot 269,7) + 8 \cdot 47670 + 1,5 \cdot (3 \cdot 40 \cdot 43,2 \cdot 23,4 + 265675 + 4 \cdot 2040)$$

$$C_t = \mathbf{2.388.753,45 \text{ €}}$$

Donde:

Kt = 5, 6 u 8, dependiendo de que el motor propulsor quemee combustible ligero o pesado. Como en nuestro caso usamos fuel tomaremos el valor Kt = 8.

Lm: eslora de cámara de máquinas, Lm = 40.0 m

Dm: puntal de cámara de máquinas, Dm = 24,3 m

Qb: volumen de bodegas en m<sup>3</sup> (265.675)

### **Accesorios de equipo, armamento e instalaciones**

Puertas metálicas, ventanas y portillos

$$C_{ppv} = 2705 \cdot N^{0,48}$$

Tendremos, por tanto:

$$C_{ppv} = 14.904 \text{ €}$$

Escaleras, pasamanos y candeleros

$$C_{espc} = 12,2 \cdot L^{1,6}$$

Tendremos

$$C_{espc} = 94.573,47 \text{ €}$$

Escotillas de acceso, lumbreras y registros

$$C_{eslr} = 12,6 \cdot L^{1,5} :$$

Por tanto:

$$C_{eslr} = 55.807,42 \text{ €}$$

Accesorios de fondeo y amarre

$$C_{aafa} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815}$$

$$C_{aafa} = 404.435,55 \text{ €}$$

Escalas reales

Su costo se estimará mediante la fórmula:

$$C_{erp} = 2000 + 1350 \cdot (D - 0,03 \cdot L) \cdot N_{er} = 2000 + 1350 \cdot (26,3 - 0,03 \cdot 269,7) \cdot 2$$

$$C_{erp} = 53.164,3 \text{ €}$$

Donde :

$N_{er}$  es el número de escalas que en nuestro caso es 2.

Toldas, fundas y accesorios de estiba y respetos

$$C_{tf} = 40 \cdot (L + (B + D))^{0,68} = 40 \cdot (269,7 + (43,2 + 26,3))^{0,68} = 2.102,66 \text{ €}$$



<b>EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES</b>	
<b>Amarre y fondeo</b>	
Anclas	195000
Cadenas, cables y estachas	568184,35
<b>Medios de salvamento</b>	
Botes salvavidas	64199,24
Balsas salvavidas	12433,5
Disp. de lanzamiento	85599
Varios	3550
<b>Habilitación de alojamientos</b>	469200
<b>Equipos de fonda y hotel</b>	
Cocina y oficios	14700
Gambuzas frigoríficas	62173,2
Equipos de lav. Y varios	8400
<b>Eq. de acondic. alojamientos</b>	
Eq acondicionamiento	122400
Varios	2520
<b>Equipos de nav. y com.</b>	
Equipos de navegación	140300
Equipos auxiliares	11224
Comunicaciones externas	100000
Comunicaciones internas	30000
<b>Medios contraincendios</b>	352719,36
<b>Instalación eléctrica</b>	1920834,75
<b>Tuberías</b>	2388753,45
<b>Accesorios de eq, arm e inst</b>	
Puertas, ventanas y portillos	14904
Escaleras, pasamanos y cand.	94573,47
Escotillas, lumb. y registros	55807,42
Accesorios de fondeo y am.	404435,55
Escalas reales	53164,3
Toldas, fundas y accesorios	2102,66
<b>TOTAL</b>	<b>7177178,25</b>

## MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

### Equipo de gobierno

#### Servomotor

Su costo se evaluará mediante la siguiente expresión, en función del par M (t·m)

$$C_{sm} = 3700 \cdot M^{2/3} = 3700 \cdot 917,18^{2/3} = \mathbf{349.278,15 \text{ €}}$$

### Equipo de fondeo y amarre

#### Molinete

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_m = 300 \cdot d^{1,3} = 300 \cdot 127^{1,3} = \mathbf{162.954,40 \text{ €}}$$

#### Cabrestante

El costo unitario de cada cabestrante puede estimarse con la fórmula:

$$C_{cb} = 2250 \cdot T_{cb}^{1,6} = 2250 \cdot 10^{1,6} = \mathbf{89.574 \text{ €}}$$

En que Tcb es la tracción del cabestrante, Tcb = 10 t

#### Chigres de maniobra y sus equipos de accionamiento

El costo unitario de maquinillas de amarre de tipo normal puede estimarse, en función de la tracción Tma, con la expresión

$$C_{ma} = 7800 \cdot T_{ma}^{2/3} = 7800 \cdot 10^{2/3} = \mathbf{36.204,40 \text{ €}}$$

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA	
Servomotor	349278,15
Fondeo y amarre	
Molinete	162954,4
Cabrestante	89574
Chigre	36204,4
<b>TOTAL</b>	<b>638010,95</b>

## INSTALACIÓN PROPULSORA

### Máquinas generadoras

$$C_{mg} = 40 \cdot Nc^{0,85} \cdot \frac{DIA^{2,2}}{rpm^{0,75}} \cdot n$$

Donde:

Nc: número de cilindros de los motores generadores

DIA: diámetro de los cilindros del motor (500)

rpm: .revoluciones por minuto (500)

n: número de motores

En nuestro caso tenemos dos tipos de motores (y un par de cada tipo), por tanto:

Para el motor 18V50DF

$$C_{mg} = 7.648.532,61 \text{ €}$$

Para el motor 16V50DF

$$C_{mg} = 6.919.878,65 \text{ €}$$

$$C_{\text{Total máquinas generadoras}} = \mathbf{14.568.411,26 \text{ €}}$$

### Máquinas propulsoras

$$C_{mp} = 2400 \cdot \left(\frac{kW}{rpm}\right)^{2/3} + 13200 \cdot \left(\frac{kW}{rpm}\right)^{2/3}$$

Donde:

kkW: potencia eléctrica entregada (30 MW)

rrpm: revoluciones por minuto (740)

Como tenemos dos motores propulsores:

$$C_{mp} = 339.874,71 \text{ €}$$

## **Línea de ejes**

### Acoplamiento y embragues

El costo de un acoplamiento elástico puede estimarse con la fórmula:

$$C_{ae} = 1700 \cdot (\text{BHP/RPM}) \cdot n = 1700 \cdot (21500/600) \cdot 2 = 121.833,33 \text{ €}$$

### Reductora

El costo de reductores y reductores-inversores puede estimarse con la fórmula:

$$C_r = 25.000 \cdot Pr^{0,5} \cdot 2 = 25000 \cdot 9^{0,5} \cdot 2 = 150.000 \text{ €}$$

En que Pr es el peso en t. Como desconocemos el peso de la reductora en esta fase preliminar lo estimaremos en 9 toneladas.

### Líneas de ejes y chumaceras

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{ec} = 3,6 \cdot \text{BHP} \cdot n = 3,6 \cdot 21500 \cdot 2 = 154.800 \text{ €}$$

## **Bocina y su cierre**

Para estimar su costo puede emplearse la expresión:

$$C_{bc} = 7,515 \cdot \text{BHP}^{0,85} \cdot n = 7,515 \cdot 21500^{0,85} \cdot 2 = 72.365,51 \text{ €}$$

### Hélices

Los costes unitarios de hélices de paso fijo están en una banda comprendida entre 4.500 € y 8.000 € por tonelada, dependiendo del material de las mismas.

Precios más bajos para hélices de bronce, aumentando el mismo cuando son de CuNiAl.

En el caso del buque de proyecto, se toma el valor alto de la gama (CuNiAl), por lo que:

$$\text{Chélice} = 8000 \cdot Ph \cdot n = 8000 \cdot 58,32 \cdot 2 = \mathbf{933.120 \text{ €}}$$

<b>INSTALACIÓN PROPULSORA</b>	
<b>Máquinas generadoras</b>	14568411,3
<b>Máquinas propulsoras</b>	339874,71
<b>Línea de ejes</b>	
Acoplamientos y embragues	121833,33
Reductora	150000
Línea de ejes y chum.	154800
<b>Bocina y su cierre</b>	72365,51
Hélices	933120
<b>TOTAL</b>	<b>16340404,8</b>

## MÁQUINAS AUXILIARES DE PROPULSIÓN

### Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares

Su costo puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{crl} = 6000 + (K1 + K2) \cdot \text{BHP} = 6000 + 2,4 \cdot 47670 = \mathbf{120.408 \text{ €}}$$

Donde K1 vale 1.2 o 2.4 para motores de 2 o 4 tiempos, respectivamente, y K2 vale 1 o 0 según existe o no enfriador central de placas de titanio. En nuestro caso K1 = 2,4 y K2 = 0.

Aunque nuestro propulsor no es un motor de dos tiempos, tomaremos las constantes de éste por ser las más altas.

### Equipos de generación de vapor

Su costo puede estimarse con la expresión:

$$C_{gv} = 15 \cdot (N_{ca} \cdot Q_{vg}) + 4,8 \cdot (N_{cf} \cdot Q_{vf}) + 6,6 \cdot N_{cm} \cdot Q_{cm} = 4,8 \cdot 2 \cdot 66.56 = \mathbf{638,98 \text{ €}}$$

Donde:

$N_{ca}$  = N° de calderetas de gases de escape

$N_{cf}$  = N° de calderetas de quemadores,  $N_{cf} = 2$

$N_{cm}$  = N° de calderetas mixtas

$Q_{vg}$  = producción de vapor de cada caldereta de gases de escape, en t/h

$Q_{cm}$  = producción de vapor de cada caldereta mixta, en t/h

$Q_{vf}$  = producción de vapor caldereta de quemadores t/h,  $Q_{vf} = 66.56$  t/h

### **Purificadoras estáticas**

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C = 1000 + 0,2 \cdot \text{BHP} = 1000 + 0,2 \cdot 47670 = \mathbf{10.534 \text{ €}}$$

### **Equipo de arranque de motores**

Su costo se puede estimar mediante la expresión:

$$C = 78 \cdot N_{co} \cdot Q_{co} = 78 \cdot 8 \cdot 3.6 = \mathbf{2.246,4 \text{ €}}$$

Donde:

$N_{co}$ : número de compresores

$Q_{co}$ : caudal unitario en m<sup>3</sup>/h.

### **Equipo de manejo de lodos. Trasiegos y derrames**

Su costo medio puede estimarse en **1.500 €**

### **Equipo de tratamiento por aditivos para limpieza**

Su costo puede estimarse, en función de la potencia propulsora, mediante la expresión:

$$C_{ta} = 24 \cdot \text{BHP}^{2/3} = 24 \cdot 47670^{2/3} = \mathbf{31.553,05 \text{ €}}$$

### **Equipos de mezcla de combustible**

Su costo medio puede estimarse en **42.000 €**

### **Equipos auxiliares de casco**

Bombas de contraincendios, de lastre, de servicios generales y sus sentinas

Su costo puede expresarse mediante la ecuación:

$$C_{il} = 600 \cdot k_1 \cdot Q_{bs}^{1/3} + 960 \cdot k_2 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 960 \cdot k_3 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 1100 \cdot K_4 \cdot Q_{bs}$$

Donde:

$Q_{bs}$  = caudal de la bomba de sentinas, en m<sup>3</sup>/h

$Q_{ci}$  = caudal de la bomba de contraincendios en m<sup>3</sup>/h

El caudal de la bomba de sentinas es de 67.5 m<sup>3</sup>/h

El caudal de la bomba contraincendios es de 90 m<sup>3</sup>/h

Donde  $C_m$  vale 11.0 o 18.0, para buques de eslora inferior o superior a 35 m, respectivamente. En nuestro caso  $C_m = 18$ .

Las constantes  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  y  $K_4$  dependen del Registro Bruto, como se indica en la tabla siguiente:

GT	<150	<1000	<2000	<4000	>4000
K1	1	2	2	2	3
K2	1	2	2	2	3
K3	0	0	2.5	4	4
K4	0	0	1	1	1

$$C_{il} = 600 \cdot 3 \cdot 67.5^{1/3} + 960 \cdot 3 \cdot 90^{1/3} + 960 \cdot 4 \cdot 90^{1/3} + 1100 \cdot 1 \cdot 67.5 = \mathbf{111.693,97 \text{ €}}$$

#### Separadoras de sentinas con sus bombas y alarmas

Su costo puede expresarse en función del arqueo bruto en la forma siguiente:

$$C_{ss} = 156 \cdot GT^{0.5} + 5100 \cdot K_{ss} = 156 \cdot 94765^{0.5} + 5100 \cdot 1 = \mathbf{53.122,92 \text{ €}}$$

En que  $K_{ss}$  vale 1 o 0 según haya o no control automático de descargas.

### **Equipos sanitarios**

#### Generador de agua dulce

El costo unitario puede estimarse con la fórmula:

$$C_{gad} = 1380 \cdot Q_{gad} = 1380 \cdot 4.55 = \mathbf{6.279 \text{ €}}$$

En que  $Q_{gad}$  es el caudal del generador, en t/día:

$$Q = 4.55 \text{ t/día}$$

Grupos Hidróforos

Su costo puede aproximarse con la expresión:

$$C_{gh} = 660 \cdot N^{0,5} = 660 \cdot 35^{0,5} = \mathbf{3.549,64 \text{ €}}$$

En que N es el número total de personas que pernoctan a bordo (tripulación, pasaje y personal de fonda).

Planta de Tratamiento de aguas fecales

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{tf} = 2640 \cdot N^{0,4} = 2640 \cdot 35^{0,4} = \mathbf{10.945,38 \text{ €}}$$

Incinerador de residuos sólidos

Su costo puede expresarse en la forma:

$$C_{ir} = 11400 \cdot N^{0,2} = 11400 \cdot 35^{0,2} = \mathbf{23.212,31 \text{ €}}$$

**Varios**Ventiladores de Cámara de Máquinas

Su costo puede aproximarse con la expresión:

$$C = 7,5 \cdot N_v \cdot Q_v^{0,5} + 5,52 \cdot K_f \cdot BHP^{0,5} = 7,5 \cdot 12 \cdot 72000^{0,5} + 5,52 \cdot 1 \cdot 47670^{0,5} = \mathbf{25.354,74 \text{ €}}$$

Donde:

$N_v$ , es el número de ventiladores;

$Q_v$  el caudal unitario, en m<sup>3</sup>/h,

$K_f$  vale 1 ó 0 según que el motor queme o no combustible pesado, nosotros como quemamos fuel tomamos  $K_f = 1$ .

Equipos de desmontaje

El costo de equipos de desmontaje en Cámara de Máquinas puede expresarse en la forma:

$$C_{ed} = 0,84 \cdot K_{ed} \cdot BHP = 0,84 \cdot 3 \cdot 47670 = 120.184,4 \text{ €}$$

En que K vale 1 para viga carril y 3 para puente grúa. En nuestro caso  $K=3$



Ademas como tenemos dos equipos de este tipo:

$$\text{Ced} = 2 \cdot \text{Ced} = \mathbf{240.256,8 \text{ €}}$$

### Taller de máquinas

Su costo oscila entre 3.600 y 13.200, según el nivel.

En nuestro caso: Ctaller = **8500 €**, por ser un buque de alto nivel de complejidad, por lo que supondremos que su taller ha de estar bien equipado.

<b>MÁQUINAS AUXILIARES DE PROPULSIÓN</b>	
<b>Eq. De cir, refr y lubricación</b>	120408
<b>Equipos gen. De vapor</b>	638,98
<b>Purificadoras estáticas</b>	10534
<b>Equipo de arranq de motores</b>	2246,4
<b>Eq. Manejo de lodos</b>	1500
<b>Equipo de trat y limpieza</b>	31553,05
<b>Equipo de mezcla de comb.</b>	42000
<b>Equipos auxiliares de casco</b>	
Bombas (Cl, lastre, sentinas..)	111693,97
Separadoras de sentinas	53122,92
<b>Equipos sanitarios</b>	
Generador de agua dulce	6279
Grupos hidróforos	3549,74
Planta trat aguas fecales	10945,38
Incinerador	23212,31
<b>Varios</b>	
Ventiladores Cám máq.	25354,74
Equipos de desmontaje	240256,8
Taller de máquinas	8500
<b>TOTAL</b>	<b>691795,29</b>

## INSTALACIONES ESPECIALES

### Equipos especiales de servicio de la carga

#### Tanques de carga especiales

Elegiremos la fórmula para buques refrigerados LPG por ser la que más se aproxima a nuestro caso. El costo de los tanques prismáticos de Buques LPG puede estimarse con la fórmula:

$$C_{tp} = 63 \cdot Q_m^{0,975}$$

Donde:

Qm: es la capacidad de nuestros tanques de carga (145.000 m<sup>3</sup>).

Por tanto tendremos que:

$$C_{tp} = \mathbf{6.786.945,34 \text{ €}}$$

La expresión anterior, referida siempre a aceros para bajas temperaturas, es independiente de su límite elástico

El costo del aislamiento de tanques prismáticos puede aproximarse con la expresión:

$$C_{ap} = 660 \cdot Q_m^{2/3}$$

Tendremos por tanto:

$$C_{ap} = \mathbf{1.821.612,23 \text{ €}}$$

El costo de los soportes de tanques prismáticos puede expresarse como:

$$C_{ap} = 38,1 \cdot Q_m^{0,82}$$

Tendremos por tanto:

$$C_{ap} = \mathbf{650.499,15 \text{ €}}$$

Equipos para manejo de líquidos

El costo de Bombas Centrífugas de Descarga puede aproximarse con la expresión:

$$C_{bc} = 30 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Q_b^{0,82} \cdot H_d^{0,35} \cdot N_b$$

$$C_{bc} = 677.932,84 \text{ €}$$

Donde:

$K1 = 1$  o  $1.4$ , según que el accionamiento sea eléctrico o por turbina de vapor.

$K2 = 1$  o  $2$ , según se utilicen materiales normales o acero inoxidable. Las nuestras son de acero inoxidable, con lo que  $K2 = 2$ .

$Q_b$  = caudal de cada bomba, en  $m^3/h$ .  $Q_b = 1700 m^3/h$

$H_d$  = altura de descarga, en m.  $H_d = 27 m$

$N_b$  = número de bombas,  $N_b = 8$

**Equipos de acondicionamiento y limpieza de espacios de carga**

El costo de Equipos de Ventilación y Desgasificación Portátiles pueden estimarse como:

$$C_{vp} = 3.600 \cdot N_{vp} = 3600 \cdot 4 = 14.400 \text{ €}$$

En que  $N_{vp}$  es el número de ventiladores portátiles.

El costo de Máquinas de Limpieza Fijas puede expresarse como:

$$C_{lf} = 6 \cdot L \cdot B = 6 \cdot 269,7 \cdot 43,2 = 69.906,24 \text{ €}$$

En que  $L$  y  $B$  son la eslora y la manga, en m.

Planta de relicuefacción

Puede estimarse con la fórmula:

$$C_{pr} = 9200 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Q^{2/3} = 23.868.451,34 \text{ €}$$

Donde:

$Q$  = volumen de tanques, en  $m^3$

$K1 = 0,93$  o  $1$ , según que la tubería sea de acero al C o acero inoxidable

$K_2 = 0,94$  o  $1$ , según se trate de un buque sencillo, con segregación única, o de un buque complejo, con varias segregaciones.

### **Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma**

#### Cabina y Puestos de Control

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{cc} = 1080 \cdot S_{cc}^{0,85} = 1080 \cdot 48^{0,85}$$

$$C_{cc} = \mathbf{29.005,40 \text{ €}}$$

En que  $S_{cc}$  es el área del cuarto de control de máquinas, en  $m^2$

En nuestro caso  $S_{cc} = 48 m^2$

#### Dispositivos de automatización y control reglamentarios

Su costo puede estimarse como:

$$C = 3240 \cdot K_1 \cdot (\text{BHP})^{1/3} = 3240 \cdot 1,5 \cdot 47670^{1/3} = \mathbf{176.218,42 \text{ €}}$$

En que  $K_1$  vale  $1$  o  $1.5$  según que la automatización sea solo para navegación libre, o también para maniobra. En nuestro caso  $K_1 = 1,5$ .

#### Restantes dispositivos de automatización y control

Su costo puede variar de  $12.000$  a  $50.000 \text{ €}$ , dependiendo del nivel de complejidad.

En nuestro caso debido a la complejidad de nuestro buque optaremos por un valor alto:

$$C = \mathbf{35.000 \text{ €}}$$

### **Instalaciones y equipos especiales contraincendios**

#### Instalaciones contraincendios de carácter estructural

Su costo puede estimarse como:

$$C_{ci} = K_{ci} + 5,5 \cdot S_h = 4600 + 5,5 \cdot 2040 = \mathbf{15.820 \text{ €}}$$

En que  $S_h$  es la superficie de alojamientos, en  $m^2$ , y  $K_{ci}$  vale  $16000$  para buques de pasaje, y  $4600$  para otros buques provistos de estas instalaciones.

Instalaciones Fijas de Contraincendios en Cubierta

Su costo puede estimarse como:

$$C = 11 \cdot (1 + 0,0013L) \cdot L \cdot B = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 269,7) \cdot 269,7 \cdot 43,2$$

$$C = \mathbf{173.096,12 \text{ €}}$$

Instalaciones Rociadoras de Agua

Su costo puede estimarse como:

$$C_{ra} = 4 \cdot Sh = 4 \cdot 2040 = \mathbf{8.160 \text{ €}}$$

Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas

Su costo puede estimarse como:

$$C_{dim} = 8 \cdot K1 \cdot Lm \cdot Dm \cdot B + 1.224 \cdot K2 \cdot Nch$$

$$C_{dim} = 8 \cdot 1 \cdot 40 \cdot 24,3 \cdot 43,2 + 1.224 \cdot 1 \cdot 3 = \mathbf{339.595,2 \text{ €}}$$

Donde:

$K1 = 0$  ó  $1$ , según que la Cámara de Máquinas sea atendida o desatendida.

$K2 = 1$  ó  $0$ , según exista o no detección de incendios en alojamientos. En nuestro caso

$K2 = 1$ .

$Lm =$  eslora de Cámara de Máquinas, en m.  $Lm = 40.0$

$Dm =$  puntal de cámara de máquinas, en m.  $Dm = 24,3$  m

$Nch =$  número de cubiertas en alojamientos.  $Nch = 3$

$B = 43,2$  m.

**Instalaciones y equipos especiales de seguridad**Planta de gas inerte

Su costo puede evaluarse mediante la expresión:

$$C_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{gingi} = 9000 \cdot 5000^{0,38} = \mathbf{229.008,24 \text{ €}}$$

Donde:

$K_{gi} = 360$  para plantas con generador y quemador propio, o  $9.000$  para plantas que utilizan gases de combustión de calderas.

$N_{gi} = 0,77$  para plantas con generador y quemador, o  $0,38$  para plantas que utilizan gases de combustión de calderas.

$Q_{gi}$  = capacidad de la planta, en  $m^3/h$ . En nuestro caso  $Q_{gi} = 5000 m^3/h$

INSTALACIONES ESPECIALES	
<b>Equipos esp de serv. De carga</b>	
Tanques de carga especiales	6786945,34
Aislamiento tanques	1821612,23
Soporte tanques	650499,15
Equipos manejo líquidos	677932,84
<b>Equipos de limpieza</b>	
Equipos de ventilación	14400
Máquinas de limpieza	69906,24
Planta de relicuefacción	23868451,3
<b>Equipos de automatización</b>	
Puestos de control	29005,4
Disp de automatización	176218,42
Dispositivos restantes	35000
<b>Inst. y equipos esp. CI</b>	
CI estructural	15820
CI en cubierta	173096,12
Rociadores	8160
Equipos det. De incendios	339595,2
<b>Equipos de seguridad</b>	
Planta de gas inerte	229008,24
TOTAL	34895650,5

Sumando todas las partidas, tenemos un coste total de materiales y equipos de:

$$C = 76.831.859 \text{ €}$$

### 3.2-COSTE DE LA MANO DE OBRA

#### CASCO

##### Acero laminado

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje de casco, asignables a acero laminado, son difíciles de estimar, por lo que no intentaremos dar, para evaluarlas, ningún método de validez general. Nos limitaremos, por tanto a identificar los factores

de los que pueden depender dichas horas y a dar un tipo genérico de fórmula que podría emplearse para estimarlas.

De acuerdo con lo anterior las horas de elaboración, prefabricación y montaje de casco podrían estimarse como:

$$H_c = K_{ba} \cdot P_{ac} \cdot (1 + K_f \cdot (1 - c_f)) \cdot (1 + K_b) \cdot (1 + K_e \cdot C_e) \cdot (1 + K_c \cdot (N_c - 1))$$

$$H_c = 60 \cdot 22604 \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - 0,7673)) \cdot (1 + 0,04) \cdot (1) \cdot (1 + 0,05 \cdot (1 - 1))$$

$$\mathbf{H_c = 1.852.620,32 \text{ horas}}$$

Donde:

$K_{ba}$ , es el índice de mano de obra de casco, en horas/tonelada neta. Normalmente  $20 < K_{ba} < 100$ . Tomaremos un índice intermedio,  $K_{ba} = 60$ .

$P_{ac}$ , es el peso neto de acero de la estructura, en toneladas.

$K_f$ , es el índice de coeficiente de forma, cuyo valor podría ser del orden de 0,3.

$C_f$ , es el coeficiente de forma, cogemos el de bloque.

$K_b$ , es el índice de bulbo, que puede ser del orden de 0,04, si hay bulbo, como es nuestro caso.

$K_e$ , es el índice de complejidad de acero especial, que puede ser del orden de 0,5. En nuestro caso como no tenemos acero especial  $K_e = 0$ .

$C_e$ , es el coeficiente de peso de acero especial, referido al peso total de acero, y expresado en tanto por uno.  $C_e = 0$ .

$K_c$ , es el coeficiente del número de cubierta que tomaremos igual a 0,05.

$N_c$ , es el número de cubiertas fuera de Cámara de máquinas y zonas extremas

#### Resto de materiales del casco

Las horas correspondientes a piezas fundidas y forjadas, y a aluminio, pueden estimarse con la expresión:

$$H_{pf} = 25 + 250 \cdot P_{al} + 30 \cdot L^{1/3} \cdot H \cdot K_1 = 25 + 250 \cdot 0 + 30 \cdot 269,7^{1/3} \cdot 12,6 \cdot 1 = \mathbf{2.467,22 \text{ horas}}$$

Donde:

Pal, es el peso de aluminio, en toneladas, en nuestro caso Pal = 0.

K1, vale uno por tener nuestro buque una hélice

H, es el calado de escantillonado, H = 12.6 metros.

### Timón y accesorios

Las horas correspondientes pueden aproximarse con la expresión:

$$H_{tim} = 100 \cdot N_{tim} \cdot L_{tim} \cdot H_{tim} = 100 \cdot 1 \cdot 7,63 \cdot 12,1 = \mathbf{9.232,3 \text{ horas}}$$

### Preparación de superficies

Las horas pueden estimarse sobre una base de 0,02 h/m<sup>2</sup>. Para todo el acero la superficie a considerar es la suma de la superficie exterior de obra viva y obra muerta, y la superficie interior.

$$\text{Horas ps} = 0.02 \cdot \text{Superficie} = 0.02 \cdot 42552,62 = \mathbf{851,05 \text{ horas}}$$

### Pinturas y control de corrosión

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H = 0,25 \cdot S_{mom} \cdot (1 + 0,3 \cdot N_{om}) + 0,35 \cdot S_{ov} \cdot N_{ov}/4 + 0,40 \cdot S_i \cdot N_i$$

$$H = 0,25 \cdot 7078,31 \cdot (1 + 0,3 \cdot 3) + 0,35 \cdot 14198 \cdot 3/4 + 0,40 \cdot 21067,31 \cdot 3$$

$$\mathbf{H = 32.369,94 \text{ horas}}$$

Donde:

S<sub>om</sub>, el área exterior de la obra muerta: 7078,31 m<sup>2</sup>

S<sub>ov</sub>, el área de la obra viva: 14198 m<sup>2</sup>

S<sub>i</sub>, es el área interior: 21067,31 m<sup>2</sup>

N<sub>om</sub>, N<sub>ov</sub> y N<sub>i</sub> representan los correspondientes números de manos aplicadas.

$$N_{om} = N_{ov} = N_i = 3.$$

CASCO	
Acero laminado	1852620,32



Resto de materiales	2467,22
Timón	9232,3
Preparación de superficies	851,05
Pintura y control de corrosión	32369,94
<b>TOTAL</b>	<b>1897540,83</b>

## EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES

### Equipo de fondeo, amarre y remolque

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H_{far} = 27 \cdot Pa^{0,4} = 27 \cdot 78^{0,4} = \mathbf{154 \text{ horas}}$$

Donde:

Pa, es el peso de las anclas, en toneladas.  $Pa = 26 \cdot 3 = 78 \text{ t}$

### Medios de salvamento

Las horas correspondientes pueden aproximarse por la siguiente expresión:

$$H_{ms} = 300 + 1,5 \cdot N = 300 + 1,5 \cdot 35 = \mathbf{352,5 \text{ horas.}}$$

Donde:

N es el número de tripulantes, en nuestro caso  $N = 35$

### Habilitación de alojamientos

Las horas correspondientes pueden estimarse a partir de 16 h/m<sup>2</sup> de alojamientos

Los metros cuadrados de habitación son los siguientes:

$$Sh = 1620 \text{ m}^2$$

Con lo que el número de horas de alojamientos será:

$$H_{al} = 16 \cdot Sh = 16 \cdot 1620 = \mathbf{25.920 \text{ horas.}}$$

### Equipos de fonda y hotel

Las horas correspondientes pueden estimarse sobre la base de 115h/tripulante.

Como en nuestro caso tenemos 35 tripulantes

$$H_{efh} = 35 \text{ tripulantes} \cdot 115 \text{ h/tripulantes} = \mathbf{4.025 \text{ horas}}$$

### Equipos de acondicionamiento de alojamientos

Las horas correspondientes pueden basarse en 2h/m<sup>2</sup> de alojamientos.

$$H_{\text{acondicionamiento}} = 2 \cdot 2040 = 2 \cdot 2040 = \mathbf{4.080 \text{ horas}}$$

### Equipos de navegación y comunicaciones

Las horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{\text{nc}} = 330 \cdot N_{\text{c}}^{-6} = 330 \cdot 10^{-6} = 0,00033 \text{ horas. Tomaremos } \mathbf{1 \text{ hora}}$$

Donde:

$N_{\text{c}}$ , el número de equipos,  $N_{\text{c}} = 10$ .

### Medios CI convencionales

Las horas correspondientes pueden estimarse a razón de 5,5 h/m de eslora.

$$H_{\text{mcic}} = L_{\text{pp}} \cdot 5,5 \text{ h/m} = 269,7 \cdot 5,5 \text{ h/m} = \mathbf{1.483,35 \text{ horas}}$$

### Equipos convencionales del servicio de la carga

Las horas pueden estimarse como 100h/bodegas. Como en nuestro caso tenemos 4 tanques:

$$\text{Horas} = 100 \cdot 4 = \mathbf{400 \text{ horas}}$$

### Instalación eléctrica

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H_{\text{ce}} = 4 \cdot S_{\text{h}} + 6 \cdot K_{\text{w}} = 4 \cdot 2040 + 6 \cdot 0 = \mathbf{8.160 \text{ horas}}$$

### Tuberías

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$H_{\text{tb}} = 11 \cdot \text{BHP}^{0,35} = 11 \cdot 47670^{0,35} = \mathbf{477,28 \text{ horas}}$$

### Accesorios de equipo, armamento e instalaciones

Las horas correspondientes se estimarán mediante la expresión:

$$H = 80 \cdot N + 56 \cdot (L - 15) + 0,9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 50 \cdot N_{bo} + 100 \cdot N_{pb} + 100 \cdot N_{gm}$$

$$H = 80 \cdot 35 + 56 \cdot (269,7 - 15) + 0,9 \cdot 269,7 \cdot (43,2 + 26,3) + 2 \cdot 269,7 + 50 \cdot 2 + 100 \cdot 2 + 100 \cdot 2$$

$$\mathbf{H = 34.972,33 \text{ horas}}$$

Donde:

$$L = 269,7 \text{ m}$$

$$B = 43,2 \text{ m}$$

$$D = 26,3 \text{ m}$$

$N_{bo}$  = número de botes de servicio,  $N_{bo} = 2$

$N_{pb}$  = número de pescantes de botes,  $N_{pb} = 2$

$N_{gm}$  = número de grúas de máquinas.  $N_{gm} = 2$

<b>EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES</b>	
Eq. Fondeo, amarre y remolque	154
Medios de salvamento	352,5
Habilitación de alojamientos	25920
Equipos de fonda y hotel	4025
Equipos de acond. Alojamientos	4080
Equipos de nav. Y comunic.	1
Medios CI convencionales	1483,35
Equipos conv. Del serv. De carga	400
Instalación eléctrica	8160
Tuberías	477,28
Acc. De equipo, arm. E instalac.	34972,33
<b>TOTAL</b>	<b>80025,46</b>

## MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

### Equipo de gobierno

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$H = 33 \cdot L^{2/3} = 33 \cdot 269,7^{2/3} = \mathbf{1.377,53 \text{ horas.}}$$

### Equipo de fondeo y amarre

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$H = L \cdot (1,75 \cdot Nm + 1,6 \cdot Nca + 1,7 \cdot Nma) = 269,7 \cdot (1,75 \cdot 6 + 1,6 \cdot 6 + 1,7 \cdot 6) =$$

**8.171,91 horas**

Donde:

Nm = número de molinetes, Nm = 6

Nca = número de cabrestantes, Nm = 6

Nma = número de maquinillas de amarre, Nma = 6

<b>MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA</b>	
Equipo de gobierno	1377,53
Equipo de fondeo y amarre	8171,91
<b>TOTAL</b>	<b>9549,44</b>

## **INSTALACIÓN PROPULSORA**

### **Máquinas propulsoras**

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la expresión:

$$H = 10 \cdot (\text{BHP})^{2/3} \cdot Nmp = 10 \cdot (21500)^{2/3} \cdot 2 = \mathbf{15.464 \text{ horas}}$$

Donde:

BHP, es la potencia de placa de cada motor propulsor

Nmp, es el número de motores propulsores

### **Línea de ejes**

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la expresión:

$$Hle = Kle \cdot \text{BHP} \cdot Nle = 0,85 \cdot 43000 \cdot 2 = \mathbf{73.100 \text{ horas}}$$

Donde:

Kle = 0,85 por tener reductora.

Nle = 2, por tratarse del número de líneas de ejes del buque.

### **Hélice**

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$Hh = K1 + K2 \cdot BHP \cdot Nh = 240 + 0,004 \cdot 40230 \cdot 1 = \mathbf{390 \text{ horas}}$$

Donde:

K1 = 240 por ser nuestra hélice de palas fijas

K2 = 0,004 por el mismo motivo.

<b>INSTALACIÓN PROPULSORA</b>	
Máquinas propulsoras	15464
Línea de ejes	73100
Hélice	390
<b>TOTAL</b>	<b>88954</b>

## **MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN**

### **Grupos electrógenos**

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$Hg = 52 \cdot Ng \cdot kW^{0,43}$$

$$\text{Horas} = 52 \cdot 2 \cdot 15200^{0,43} + 52 \cdot 2 \cdot 17100^{0,43} = \mathbf{13.408,90 \text{ horas}}$$

Siendo:

Ng, el número de generadores

Kw, su potencia unitaria, en Kw

### **Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y sus auxiliares**

Las horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$Hcrl = Kcrl + 0,18 \cdot BHP = 230 + 0,18 \cdot 43.000 = \mathbf{7.970 \text{ horas}}$$

Donde:

BHP, es la potencia total de placa de motores propulsores y auxiliares, y Kcrl vale 230

### **Equipos generadores de vapor**

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{gv} = 1000 \cdot (N_{ge} + N_{qe} + N_{gum}) + 270 \cdot (N_{ge} \cdot Q_{ge} + N_{qe} \cdot Q_{qe} + N_{gum} \cdot Q_{gum})$$

$$H_{gv} = 1000 \cdot (4 + 1) + 270 \cdot (4 \cdot 2.77 + 1 \cdot 2.77) = \mathbf{8.740 \text{ horas}}$$

Donde:

$N_{ge}$ , es el número de generadores de gases de escape:  $N_{ge} = 4$

$N_{qe}$ , es el número de quemadores:  $N_{qe} = 0$

$N_{gum}$ , es el número de mixtos.  $N_{gum} = 1$

$Q_{ge}$ ,  $Q_{qe}$  y  $Q_{gum}$ , son las correspondientes producciones de vapor en t/h.  $Q_{qe} = 2.77$  t/h

### Equipos de manejo de combustible

Sus horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$H_{co} = K_{co} \cdot BHP = 0,27 \cdot 47670 = \mathbf{12.870,9 \text{ horas}}$$

Tomaremos  $K = 0,27$  porque nuestros motores queman combustible pesado

### Equipos de purificación

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$H_{ep} = (K_{ep} + 0,056 \cdot BHP) \cdot (N_{pa} + N_{pd} + N_{fp})$$

$$H_{ep} = (300 + 0,056 \cdot 47670) \cdot (1 + 1 + 1) = \mathbf{8.908,56 \text{ horas}}$$

Donde:

$K_{ep} = 300$  porque quemamos combustible pesado

$N_{pa}$ , es el número de purificadoras de aceite:  $N_{pa} = 1$

$N_{pd}$ , es el número de purificadoras de diesel:  $N_{pd} = 1$

$N_{fp}$ , es el número de purificadoras de fuel-oil.  $N_{fp} = 1$

### Equipos auxiliares del casco

Sus horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$H_{eac} = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D) = 420 + 0,47 \cdot (269,7 \cdot (43,2 + 26,3)) = \mathbf{9.229,75 \text{ horas}}$$

### Equipos sanitarios

Sus horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$Hes = K1 \cdot (280 + 8 \cdot Qa) + K2 \cdot (200 + 3,5 \cdot N) + K3 \cdot (410 + 3,9 \cdot N) + 400 \cdot K4$$

$$Hes = 1 \cdot (280 + 8 \cdot 4,55) + 0 \cdot (200 + 3,5 \cdot 35) + 1 \cdot (410 + 3,9 \cdot 35) + 400 \cdot 1$$

$$\mathbf{Hes = 1.605,4 \text{ horas}}$$

Siendo:

K1 = 1 , puesto que existe generador de agua dulce

K2 = 0 , puesto que no tenemos grupo hidróforo

K3 = 1, puesto que existe planta de tratamiento de aguas fecales

K4 = 1, puesto que existe un incinerador de residuos.

Qa, es la capacidad del generador de agua dulce, en t/día , Qa = 4.55 t/día

N, es el número de tripulantes, por lo que N = 35

### Varios

Las horas correspondientes a ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas pueden estimarse con la fórmula:

$$Hva = Kva + 0,005 \cdot BHP = 950 + 0,005 \cdot 63900 = \mathbf{1.269,5 \text{ horas}}$$

Donde:

Kva, vale 950 ó 1400 según exista viga carril o puente grúa, luego en nuestro caso Kva = 950

BHP = 63900 CV

<b>MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN</b>	
Grupos electrógenos	13408,9
Equipo de circ, refrigeración y lubricación	7970
Equipos generadores de vapor	8740
Equipos de manejo de combustible	12870,9
Equipos de purificación	8908,56
Equipos auxiliares del casco	9229,75
Equipos sanitarios	1605,4
Varios	1269,5
<b>TOTAL</b>	<b>64003,01</b>

### INSTALACIONES ESPECIALES

## **Equipos especiales de servicio de la carga**

### Tanques de carga especiales

Las horas correspondientes a soportes de tanques del mismo tipo pueden estimarse mediante la fórmula

$$H_{st} = 10,5 \cdot Q_t^{0,92} = 10,5 \cdot 145000^{0,92} = \mathbf{588.366 \text{ horas}}$$

### Equipos de manejo de líquidos

Las horas correspondientes a bombas de descarga, podemos estimarlas con la siguiente expresión:

$$H_{bd} = 210 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot N_b = 210 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 8 = \mathbf{1.848 \text{ horas}}$$

Donde:

K1 vale 1,1 para bombas centrífugas y 1 para bombas de husillo, de pozo profundo y sumergidas.

### Equipos de acondicionamiento y limpieza de espacios de carga

Las horas correspondientes a equipos de ventilación y desgasificación portátiles pueden despreciarse.

Las horas de máquinas de limpieza fijas pueden estimarse con la expresión:

$$H_{lf} = 0,15 \cdot L^{1,05} \cdot B = 0,15 \cdot 269,7^{1,05} \cdot 43,2 = \mathbf{2.312,06 \text{ horas}}$$

Las horas correspondientes a máquinas de limpieza portátiles pueden desestimarse.

Las horas correspondientes a calentador y bomba de limpieza pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{cb} = 50 \cdot K_1 \cdot K_2 = 50 \cdot 4 \cdot 4 = \mathbf{800 \text{ horas}}$$

Donde:

K1, es el número de máquinas portátiles de limpieza

K2, vale cuatro o uno según existe o no bomba de limpieza.



Tubería y valvulería de carga

Su costo en horas puede estimarse como el 17% de la suma de los costos de las bombas de carga y eyectores de agotamiento. Por tanto:  $(420 + 1848) \cdot 17\% = \mathbf{386 \text{ horas}}$

**Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma**

Las horas están incluidas en los costes de los materiales correspondientes

**Instalaciones y equipos especiales de seguridad**Planta de gas inerte

Las horas pueden estimarse como:  $H_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{gi} = 0,6 \cdot 5000 = \mathbf{3.000 \text{ horas}}$

Donde:

$K_{gi} = 0,6$  puesto que nuestra planta utiliza gases de combustión de los generadores.

<b>INSTALACIONES ESPECIALES</b>	
Tanques de carga	588366
Equipos manejo líquidos	1848
Equipos de acond. Y limpieza	
<u>Máquina limpieza fijas</u>	2312,06
<u>Calentador y bomba</u>	800
<u>Tubería y valvulería</u>	386
Equipos espec. De seguridad	
<u>Planta de gas inerte</u>	3000
<b>TOTAL</b>	<b>596712,06</b>

Sumando todas las partidas tenemos un total de horas de trabajo de:

$$Horas = 2.736.785$$

**COSTE DE LA MANO DE OBRA**

Para el cálculo del costo de la mano de obra deberemos multiplicar las horas estimadas por el costo de la mano de obra. Aunque ésta difiere de un gremio a otro tomaremos un valor medio.

Tomaremos un valor medio de 30 €/hora, incluyendo todo: sueldo, cargas sociales y gastos indirectos.

El costo total de mano de obra para la construcción del buque es:

$$C_{MO} = 2736785 \cdot 30 = 82.103.550 \text{ €}$$

#### **4-PRESUPUESTO GLOBAL**

Para conocer el presupuesto global, debemos sumar la partida del coste de equipos y materiales y la de la mano de obra:

$$Coste = 158.935.409 \text{ €}$$

#### **5-GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO**

En este concepto se engloban gastos de Astillero que pueden asignarse a un buque determinado, sin corresponder a equipos o materiales incorporados al mismo. Estos gastos incluyen los siguientes:

##### 1. Gastos de ingeniería

- Proyecto contratado en el exterior
- Ensayos de Canal
- Estudios especiales contratados en el exterior

##### 2. Clasificación, reglamentos y Certificados

- Sociedad de Clasificación
- Otras Entidades Reguladoras
- Inspección de Buques
- Colegio Oficial de Ing. Navales

### 3 Pruebas y Garantía

- Botadura
- Prácticos y Remolcadores
- Varada
- Pruebas, ensayos, montadores y supervisores
- Garantía

### 4. Armador y Entrega

- Maqueta

### 5. Servicios Auxiliares durante la Construcción

- Andamiaje
- Instalación Provisional de Fuerza y Alumbrado
- Limpieza

### 6. Otros Costos Generales

#### Seguro de Construcción

Podemos considerar, en primera aproximación que el conjunto de los gastos anteriormente nombrados es proporcional a la Valoración Total del buque,  $V_t$ , a efectos de primas, desgravación y crédito. El factor de proporcionalidad puede variar entre 0.05, para  $V_t = 3$  millones de € y 0.03, para  $V_t = 60$  millones de Euros.

Tomando un 3 %, tendremos un total de costes varios de:

$$\text{Costes varios} = 0,03 \cdot 158.935.409 = 4.768.063 \text{ €}$$

## **6-COSTE DE CONSTRUCCIÓN Y DE ADQUISICIÓN**

El coste de construcción lo podemos definir como todos los costes de materiales (CM), mano de obra (CMo) y costes varios del astillero(CV), con unos costes variables (CVa) añadidos (3%).

$$CC = CM + CMo + CV + CVa$$

$$CC = 168.614.577 \text{ €}$$

El coste de adquisición (CA) lo calcularemos con la siguiente expresión:

$$CA = CC + BI - BCN$$

En donde:

-BI: es un porcentaje del coste de construcción que para el caso de construcción naval se puede considerar un 5 %. La suma del coste de construcción y del beneficio neto industrial es el valor total del buque.

-BCN, son primas a la construcción naval, podemos considerar aproximadamente un 9% del valor total del buque.

Por tanto, el coste de adquisición del buque será de:

$$CA = 161.869.994 \text{ €}$$

## **7-ESQUEMA DE FINANCIACIÓN**

Ahora procederemos a calcular la financiación del crédito. Para ello será necesario conocer la inversión a hacer por el armador, las condiciones del crédito, así como la cantidad que de esta inversión procederá de capital propio y cual de capital ajeno.

La inversión total a realizar por el armador consta del coste de adquisición del buque y de una serie de gastos en los que incurre. Estos gastos se calculan como un porcentaje del valor total del buque y serán:

- Coste del estudio de la solicitud del crédito: 0.15%.
- Aval por los tres primeros plazos del préstamo: 1.00%.
- Gastos de constitución de la hipoteca: 0.30%.
- Intereses intercalarios del crédito: 5.00%.
- Impuestos de actos jurídicos documentados: 0.80%.
- Abanderamiento, registro y notaria: 0.20%.
- Inspección durante la construcción: 1.25%.
- Varios: 2.5%.

De esta manera, los gastos adicionales del armador son:

$$GA = 18.129.440 \text{ €}$$

Por lo tanto la inversión total es de:

$$IT = 179.999.434 \text{ €}$$

Con el fin de afrontar el pago del buque, el armador se hace con un crédito por valor del 80% del valor total del buque. Este crédito tendrá las siguientes condiciones:

- Tipo de Interés: fijo 8% anual
- Periodo de devolución: 12 años, con dos años de carencia inicial.

De esta forma podemos definir el siguiente esquema de financiación:

-Coste total = 179.999.434 €

-Crédito recibido = 80 % coste total = 143.999.547,2 €

-Amortización constante = crédito/10 años = 14.399.954,72 €

Esquema de financiación:

AÑOS	DEUDA	INTERÉS	AMORTIZACIÓN	DEUDA FINAL	CUOTA ANUAL
1	143999547	11519963,8	0	143999547,2	11519963,78
2	143999547	11519963,8	0	143999547,2	11519963,78
3	143999547	11519963,8	14399954,72	129599592,5	25919918,5
4	129599592	10367967,4	14399954,72	115199637,8	24767922,12
5	115199638	9215971,02	14399954,72	100799683	23615925,74
6	100799683	8063974,64	14399954,72	86399728,32	22463929,36
7	86399728,3	6911978,27	14399954,72	71999773,6	21311932,99
8	71999773,6	5759981,89	14399954,72	57599818,88	20159936,61
9	57599818,9	4607985,51	14399954,72	43199864,16	19007940,23
10	43199864,2	3455989,13	14399954,72	28799909,44	17855943,85
11	28799909,4	2303992,76	14399954,72	14399954,72	16703947,48
12	14399954,7	1151996,38	14399954,72	0	15551951,1
TOTAL	-	86399728,3	14399954,72	-	230399275,5

## 8-BIBLIOGRAFÍA

-“Proyectos de Buques y Artefactos”, Fernando Junco Ocampo.

“Diverso material web”.