



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2017/2018**

---

*PETROLERO SUEZMAX 148.000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA/O**

Pablo Martínez Martínez

**TUTORAS/ES**

Vicente Díaz Casás

**FECHA**

El buque proyecto es un buque para transporte de petróleo crudo y derivados como la nafta por ejemplo. Este buque petrolero pertenece a la clase SUEZMAX, lo que significa que sus dimensiones están ajustadas al máximo a las de Canal de Suez.

La carga y descarga se realiza mediante bombas de pozo profundo, lo que significa que no posee una cámara de bombas sino que cada tanque dispone de su propia bomba. En esta zona de carga posee un sistema de lucha contra incendios por espuma.

O buque proxecto é un buque para transporte de petróleo crudo e derivados como a nafta por exemplo. O buque petroleiro pertence á clase SUEZMAX, o cal significa que as súas dimensións están axustadas ó máximo as do Canle de Suez.

A carga e descarga realízase mediante bombas de pozo profundo, o que significa que non posee una cámara de bombas senón que cada tanque dispón da súa propia bomba. Nesta zona de carga o buque posee un sistema de loita contra incendios por espuma.

The Project ship is for transport of oil-crude and naftas. This oil-crude tanker belongs to the class of SUEZMAX, which means that dimensions are adjusted for the Suez Canal to the maximum.

The cargo system are formed by deep well pumps and that means that this vessel haven't got a chamber of pumps. In cargo area it has a fire protection system by foam.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2017/2018**

---

*PETROLERO SUEZMAX 148.000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 13**

**PRESUPUESTO**



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

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-12**

**TIPO DE BUQUE:** Petrolero Suezmax 148000 TPM

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV, MARPOL, SOLAS, CONVENIO DE LINEAS DE CARGA TIER 3

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 148000 TPM. Transporte de petróleo CRUDOS Y DERIVADOS.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15,8 nudos con 85%MCR+ 15% margen de mar

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diésel directamente acoplado.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 30 personas

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

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **D<sup>a</sup> PABLO MARTÍNEZ MARTÍNEZ**

**Fernando Junco Ocamp**

## Contenido

1 INTRODUCCIÓN.....	8
2 COSTE DE CONSTRUCCIÓN.....	9
2.1 Concepto 1. Casco .....	9
2.1.1 Acero laminado.....	9
2.1.2 Resto de materiales del casco.....	9
2.1.3 Timón y accesorios.....	9
2.1.4 Materiales auxiliares de construcción del casco.....	10
2.1.5 Pintura y control de la corrosión.....	10
2.2 Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones.....	12
2.2.1 Equipo de fondeo, amarre y remolque.....	12
2.2.2 Medios de salvamento.....	13
2.2.3 Habitación de alojamientos.....	14
2.2.4 Equipos de fonda y hotel.....	14
2.2.5 Equipos de navegación.....	15
2.2.6 Medios Contraincendios.....	16
2.2.7 Instalación eléctrica.....	17
2.2.8 Tubería.....	17
2.2.9 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones.....	17
2.3 Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta.....	18
2.3.1 Equipos de gobierno.....	18
2.3.2 Equipos de amarre y fondeo.....	18
2.4 Concepto 4. Instalación propulsora.....	19
2.4.1 Máquina propulsora.....	19
2.4.2 Línea de ejes.....	20
2.4.3 Hélice propulsora de paso fijo.....	20
2.5 Cocepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.....	21
2.5.1 Grupos electrógenos.....	21
2.5.2 Generador de emergencia.....	21
2.5.3 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares.....	21
2.5.4 Caldera de generación de vapor.....	21
2.5.5 Equipo de arranque de motores.....	22
2.5.6 Equipo de manejo de combustible.....	22
2.5.7 Equipo de purificación.....	23
2.5.8 Equipos de sanitarios.....	23
2.5.9 Costes varios.....	24

2.6	Concepto 6. Cargos y respetos.....	25
2.6.1	Respetos especiales.....	25
2.6.2	Línea de ejes.....	25
2.7	Concepto 7. Instalaciones especiales.....	25
2.7.1	Instalación y equipos de autorización, telecontrol y alarmas.....	25
2.7.2	Instalaciones y quipos especiales contra incendios.....	26
2.7.3	Instalaciones y equipos especiales de C/D.....	26
2.8	RESUMEN CÁLCULOS.....	28
3	MANO DE OBRA.....	29
3.1	Concepto 1. Casco.....	29
3.1.1	Acero laminado.....	29
3.1.2	Resto de materiales del casco.....	29
3.1.3	Timones y accesorios.....	30
3.1.4	Preparación de superficies.....	30
3.1.5	Pintura y control de corrosión.....	30
3.2	Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones.....	31
3.2.1	Equipo de fondeo, amarre y remolque.....	31
3.2.2	Medios de salvamento.....	31
3.2.3	Habilitación.....	31
3.2.4	Equipos de fonda y hotel.....	31
3.2.5	Equipos de acondicionamiento.....	31
3.2.6	Equipos de navegación y comunicaciones.....	31
3.2.7	Instalación eléctrica.....	31
3.2.8	Tubería.....	32
3.2.9	Accesorios de equipos, armamento e instalaciones.....	32
3.3	Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta.....	32
3.3.1	Equipo de gobierno.....	32
3.3.2	Equipos de amarre y fondeo.....	32
3.4	Concepto 4. Instalación propulsora.....	33
3.4.1	Maquinaria propulsora.....	33
3.4.2	Línea de ejes.....	33
3.4.3	Hélice propulsora.....	33
3.5	Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.....	34
3.5.1	Grupos electrógenos.....	34
3.5.2	Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares.....	34
3.5.3	Equipo generador de vapor.....	35
3.5.4	Equipo de arranque de motores.....	35

3.5.5 Equipo de manejo de combustible. ....	35
3.5.6 Equipo de purificación.....	35
3.5.7 Equipo auxiliares de casco. ....	36
3.5.8 Equipos sanitarios. ....	36
3.5.9 Ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas.....	36
3.6 Concepto 6. Cargos, pertrechos y respetos. ....	37
3.7 Concepto 7. Instalaciones especiales. ....	37
3.7.1 Instalaciones y equipos especiales de CI.....	37
3.7.2 Instalaciones y equipos especiales de C/D.....	38
3.8 Coste de la mano de obra.....	38
3.9 RESUMEN CÁLCULOS.....	39
4 Coste de construcción.....	40
5 Beneficio industrial.....	41
6 Coste total.....	42

## **1 INTRODUCCIÓN.**

El objetivo del presente cuaderno es realizar un desglose de las partidas que constituyen el coste de fabricación del buque, así como la posible financiación del mismo.

La complicación es considerablemente elevada, debido a la existencia de cierto grado de inflación a lo largo de la construcción del mismo, o al hecho de que para la estimación de la mayor parte de los costes del buque se haya recurrido a la formulación aproximada.

## 2 COSTE DE CONSTRUCCIÓN.

El coste de construcción presupuestado estará dividido de la siguiente forma:

- Equipos, materiales y gastos directos.
- Mano de obra.
- Gastos generales del armador.
- Beneficio industrial.

### 2.1 Concepto 1. Casco

#### 2.1.1 Acero laminado.

Se supone un coste por tonelada de acero de 475 €/tn con un recargo medio de 55 € por la utilización de aceros especiales B, C, D y E, requeridos para la construcción de espacios refrigerados. Por lo tanto:

$$\text{Coste por tonelada de acero} = 475 + 55 = 530 \text{ €/tn.}$$

$$\text{Peso de acero neto (Cuaderno 2)} = 25976 \text{ tn.}$$

$$\text{Peso de acero bruto (incl. recortes y sobrantes)} = 25976 \cdot 1,15 = 29665 \text{ tn.}$$

$$\text{Coste acero laminado} = 530 \cdot 29665 = 15.722.662 \text{ €}$$

#### 2.1.2 Resto de materiales del casco.

Este coste se estima de la siguiente forma:

$$CMC = 4 \cdot L_{Escantillonado} \cdot T_{Escantillonado} = 19.703 \text{ €}$$

#### 2.1.3 Timón y accesorios.

El coste del timón se estima mediante:

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

Las dimensiones del timón se calcularon en el Cuaderno 6:

- $L_{\text{timón}} = 9 \text{ m}$
- $H_{\text{timón}} = 11 \text{ m.}$

$$C_{\text{timón}} = 35.640 \text{ €}$$

#### 2.1.4 Materiales auxiliares de construcción del casco.

Se estima en 50 € por tonelada de acero estructural:

$$\mathbf{CMA = Peso de acero bruto \cdot 50 = 1.483.270 \text{ €}}$$

#### 2.1.5 Pintura y control de la corrosión.

- Pintura de obra viva.

Para considerar esta partida se considera que la obra viva lleva una capa de pintura epoxy y una capa de pintura autopulimentante, esta partida se calcula según la siguiente ecuación:

$$CPOV = SOV \cdot (Eep \cdot Cep + Eau \cdot Cau)$$

Donde:

- SOV: Superficie de obra viva,  $Sov=21314,3 \text{ m}^2$
- Eep: Espesor de la pintura epoxy (350  $\mu$ )
- Cep: Coste de la pintura epoxy (0,011 €/m<sup>2</sup>/  $\mu$ )
- Eau: Espesor de la pintura autopulimentante (150  $\mu$ )
- Cau: Coste de la pintura autopulimentante (0,022 €/  $\mu$ )

$$CPOV = 152.398 \text{ €}$$

- Pintura de obra muerta.

Para considerar esta partida se considera que la obra muerta lleva una capa de pintura epoxy y una capa de pintura de clorocaucho:

$$CPOM = SOM \cdot (Eep \cdot Cep + Ecl \cdot Ccl)$$

Donde:

- SOM: Superficie de obra muerta SOM=6088,30 m<sup>2</sup>
- Eep: Espesor de la pintura epoxy (225 μ)
- Cep: Coste de la pintura epoxy (0,011 €/m<sup>2</sup>/μ)
- Ecl: Espesor de la pintura de clorocaucho (105 μ)
- Ccl: Coste de la pintura de clorocaucho (0,013 €/m<sup>2</sup>/μ)

$$CPOM=23.379 \text{ €}$$

➤ Pintura interior.

Para considerar esta partida se considera que la superficie interior lleva una capa de pintura epoxy:

$$Coste = Sint \cdot (Eep \cdot Cep)$$

Donde:

- Sint: Superficie interior del casco Sint = 54068 m<sup>2</sup>
- Eep: Espesor de la pintura epoxy (200 micras)
- Cep: Coste de la pintura epoxy (0,011 €/m<sup>2</sup>/μ)

$$CPSI = 118.800 \text{ €}$$

➤ Pintura de las tuberías.

Para pintar las tuberías del buque vamos a utilizar de nuevo pintura Zinc-Epoxy. El coste de la pintura necesaria para pintar las tuberías del buque, puede estimarse a partir de la siguiente ecuación:

$$CPTU = 0,18 \cdot (0,057 \cdot BHP + 0,18 \cdot L) \cdot K$$

Donde:

- BHP es la potencia nominal del motor propulsor, en HP = 34367,2 CV
- K Es un coeficiente en función del tipo de pintura, que para pintura Zinc-Epoxy es igual a K=4.8

$$CPTU = 1.736 \text{ €}$$

➤ Galvanizado y cementado.

Se estima un 7,5% del pintado total:

$$CGAL = 23.687 \text{ €}$$

- Protección catódica.

El coste de la protección catódica del casco, en €, por ánodos de sacrificio de Zinc se puede obtener a partir de la ecuación:

$$CPC = 1,55 \cdot Smo$$

Donde:

- Smo es la superficie mojada del buque en m<sup>2</sup>.

$$CPC = 33.037 \text{ €}$$

- El coste total de pintura y control de la corrosión será de:

$$\text{Coste pintura y control de corrosión} = 329.657 \text{ €}$$

## 2.2 Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones.

Esta parte se divide en las siguientes partidas:

### 2.2.1 Equipo de fondeo, amarre y remolque.

- Anclas.

El buque dispone de dos anclas más una de respeto, y teniendo en cuenta un coste unitario de 2500 €/t:

$$CAN = 2500 \cdot n^{\circ} \text{ anclas} \cdot \text{peso ancla (tn)} = 2500 \cdot 3 \cdot 11,7 = 87.750 \text{ €}$$

- Cadenas y estachas.

Este coste se estima de la siguiente forma:

$$CCA = 0,015 \cdot K \cdot d^2 \cdot LC$$

Donde:

- K: coeficiente de acero de alta resistencia (0,305)
- d: diámetro de la cadena (107 mm),
- Lc: longitud total de las cadenas (357,5 x 2 m),

$$CCA = 0,015 \cdot 0,305 \cdot 107^2 \cdot 715 = 37.452 \text{ €}$$

### 2.2.2 Medios de salvamento.

- Botes salvavidas con motor.

El buque lleva dos botes salvavidas, cuyo coste son de:

$$C_{botes} = K_{botes} \cdot n^{o}trip^{2/3}$$

Donde:

- $K_{botes}$  depende del tipo de bote, en este caso será de motor, cerrado y resistente al fuego entonces  $K_{bo}=4500$
- $N^o$  tripulantes: Es el número de personas de capacidad de cada bote en este caso cada bote será capaz de transportar 30 personas.

$$C_{botes} = 2 \cdot (4500 \cdot 30^{2/3}) = 87.000 \text{ €}$$

- Balsa salvavidas.

El buque lleva dos balsas cuyo coste son de:

$$C_{balsa} = n^{o}balsas \cdot k_{balsa} \cdot n^{o}personas \text{ en cada blasa}^{1/3}$$

Donde:

- $K_{balsa}$  es un coeficiente que depende el tipo de balsa salvavidas, para balsas salvavidas arriables  $K_{ba}=1200$
- $N_p$  Es el número de personas de capacidad de cada balsa salvavidas, en este caso cada balsa salvavidas será capaz de transportar 30 personas.

$$C_{balsa} = 2 \cdot 1200 \cdot 30^{1/3} = 7.450 \text{ €}$$

- Dispositivos de lanzamiento para botes cerrados.

El coste de los pescantes para los botes cerrados es de:

$$C_{\text{pescantes}} = k_{\text{pescantes}} \cdot n^{\circ\text{trip}}^{2/3}$$

Donde:

- $K_{\text{pescantes}} = 4000$  para botes cerrados
- $N_p$  Es el número de personas de capacidad de cada bote en este caso cada bote será capaz de transportar 30 personas.

$$C_{\text{pescantes}} = 4000 \cdot 30^{2/3} = 38664 \text{ €}$$

- chalecos, aros, señales, lanzacabos y otros dispositivos de salvamento.

Este coste será de:

$$C = 2500 + 30 \cdot n^{\circ\text{trip}} = 2500 + 30 \cdot 30 = 3.400 \text{ €}$$

### 2.2.3 Habilitación de alojamientos.

Este coste es de:

$$C_{\text{habilitación}} = k_{\text{habilitación}} \cdot S_{\text{habilitación}}$$

Donde:

- $K_h$  es un coeficiente en función de la calidad de la habilitación, que nosotros estimamos en  $K_h = 400 \text{ €/m}^2$
- $S_h$  es la superficie de la habilitación, sin contar gambuzas ni cámaras frigoríficas  
en  $\text{m}^2$ .

$$C_{\text{habilitación}} = 400 \cdot 546 = 220.000 \text{ €}$$

### 2.2.4 Equipos de fonda y hotel.

- Cocina y oficios.

$$C_{\text{cocina y oficios}} = k_{\text{cocina y oficios}} \cdot n^{\circ\text{trip}} = 420 \cdot 30 = 12.600 \text{ €}$$

- Equipos de lavandería

$$C_{lavandería} = 240 \cdot 30 = 7.200 \text{ €}$$

- Gambuza.

$$C_{gambuza} = 1800 \cdot V^{2/3} = 1800 \cdot 300^{2/3} = 360.000 \text{ €}$$

### 2.2.5 Equipos de navegación.

Equipo	Coste (€)
Compás magnético	2.000
Compás giroscópico	30.000
Piloto automático	6.000
Radar de movimiento verdadero	51.600
Radar de movimiento relativo	15.000
Radiogoniómetro	7.000
Receptor de cartas	4.500
Corredera	7.500
Sonda	4.000
Sistema de navegación por satélite	6.500
<b>TOTAL</b>	<b>134.100</b>

- Equipos auxiliares de navegación.

Se estima en un 8% de la partida anterior, igual a **10.728 €**.

- Equipos de comunicaciones externas.

Su coste varía entre 48.000 € y 120.000 €. Se supone un coste de **100.000 €**.

- Comunicaciones internas.

Su coste incluye altavoces, teléfonos autogenerados y teléfonos automáticos, con un coste de **30.000 €**.

### 2.2.6 Medios Contraincendios.

- C.I. Cámara de máquinas.

El coste se estimará con la expresión:

$$CCI = 8,4 \cdot LCM \cdot B \cdot DCM$$

Donde:

- LCM: eslora de la cámara de máquinas, igual a 28 m.
- DCM: altura de la cámara de máquinas, igual a 21,5 m.

$$CCI = 248.724 \text{ €}$$

- C.I. Cubierta de carga.

Su coste se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$CCC = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot L) \cdot L \cdot B = 184.742 \text{ €}$$

- Detectores de incendio en Cámara de máquinas.

Su coste se puede estimar mediante la fórmula:

$$Cdim = 8 \cdot K1 \cdot Lm \cdot Dm \cdot B + 12,240 \cdot K2 \cdot Nch$$

Donde:

- K1 es un coeficiente que depende de si la cámara de máquinas esta desatendida o no , en nuestro caso esta desatendida entonces K1=1
- K2 es un coeficiente que depende si hay detección de incendios en alojamientos o no, en nuestro caso la hay entonces K2=1
- Nch es el número de cubiertas de alojamientos, en este caso tenemos 4 cubiertas de alojamientos más el puente de gobierno, en total 5 cubiertas.
- Lm es la eslora de la cámara de máquinas, en m B la manga del buque, en m;
- Dm es el puntal de la cámara de máquinas, en m.

$$Cdim = 236.941 \text{ €}$$

### 2.2.7 Instalación eléctrica.

El coste de la instalación eléctrica puede estimarse mediante la ecuación:

$$CIE = 480 \cdot kW^{0,77}$$

Donde

- Kw es la potencia eléctrica instalada, en kW.
- Potencia por generador instalado 950 kW
- Nº de Generadores; 3.

$$CIE = 480 \cdot (950 \cdot 3)^{0,77} = 219.519 \text{ €}$$

### 2.2.8 Tubería.

Se estima con la expresión:

$$CTU = 2.705 \cdot (0,015 \cdot LCM \cdot B \cdot DCM + 0,18 \cdot L) + Kt \cdot BHP + 1,5 \cdot (3 \cdot LCM \cdot B \cdot DCM + QB + 4 \cdot SH)$$

Donde:

- Kt es un coeficiente que depende del tipo de combustible del motor propulsor, para combustible pesado como es nuestro caso  $Kt=8$
- Qb el volumen de tanques de carga, en m<sup>3</sup>
- Lm es la eslora de la cámara de máquinas, en m
- B la manga del buque, en m;
- Dm el puntal de la cámara de máquinas, en m.
- BHP: Potencia del motor propulsor
- Sh es la superficie de la habitación, sin contar gambuzas ni cámaras frigoríficas en m<sup>2</sup>.

$$CTU = 1.991.428 \text{ €}$$

### 2.2.9 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones.

- Puertas metálicas, ventanas y portillos.

El coste se estima mediante la ecuación:

$$CPVP = 2.705 \cdot n^{\circ \text{ tripulantes}}^{0,48} = 2.705 \cdot 30^{0,48} = 15.435 \text{ €}$$

- Escaleras y pasamanos.

$$CEL R = 12,6 \cdot L^{1,5} = 57.000 \text{ €}$$

- Accesorios de fondeo y amarre.

$$CAFA = e^{3,1} * 6 * (L * (B + D) )^{0,815} = 408.115 \text{ €}$$

- Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico.

$$CERP = 2.000 + 1.350 * (D - 0,03 * L) * NER = 44.647 \text{ €}$$

## 2.3 Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta.

### 2.3.1 Equipos de gobierno.

El coste del servomotor se estima con la expresión:

$$CSM = 3.700 * M^{2/3}$$

Donde:

- M es el par que debe ejercer el servomotor, en t·m, calculado en el Cuaderno 6

$$M=3778,5 \text{ kN}\cdot\text{m} =386 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$CSM = 3.700 \cdot 386^{2/3} = 196.542 \text{ €}$$

### 2.3.2 Equipos de amarre y fondeo.

- Molinete.

$$C_{molinete} = 300 \cdot N^{\circ}_{molinetes} \cdot d_{cadena}^{1,3} = 300 \cdot 2 \cdot 107^{1,3} = 260.826 \text{ €}$$

- Chigres y maniobra de atraque.

$$C_{ma} = 7800 \cdot T_{ma}^{2/3}$$

Donde:

- T<sub>ma</sub> es la tracción de cada chigre, en t.
- T<sub>ma</sub> Chigres proa y popa ; 20 ton. Y N° Chigres ; 4
- T<sub>ma</sub> Chigres costado; 10 ton. Y N° Chigres ; 2

$$C_{ma} = 302.292 \text{ €}$$

## 2.4 Concepto 4. Instalación propulsora.

### 2.4.1 Máquina propulsora.

El motor de este buque es un motor lento y de dos tiempos, cuyo coste se estima:

$$C_{MP} = 2710 \cdot N_c^{0,75} \cdot DIA^{0,9}$$

Donde:

- N<sub>c</sub> es el número de cilindros = 7
- DIA es el diámetro del cilindro en mm = 750

$$C_{MP} = 4.117.781 \text{ €}$$

#### 2.4.2 Línea de ejes.

- Acoplamiento.

Como la línea de ejes tendrá un acoplamiento elástico sin embrague, su costo se estima:

$$C = 1700 \cdot \frac{BHP}{RPM} = \frac{25270}{89 \cdot 0,736} = 482.686 \text{ €}$$

- Ejes y chumaceras.

$$C = 3,6 \cdot BHP = 123.604 \text{ €}$$

- Bocina y cierre.

$$C = 7,515 \cdot BHP^{0,85} = 7,515 \cdot \left(\frac{25270}{0,736}\right)^{0,85} = 53.865 \text{ €}$$

- Freno y cierre.

Se estima en 20.000 €

#### 2.4.3 Hélice propulsora de paso fijo.

Como la hélice es de paso fijo y de CUNIAL, su coste puede estimarse 8000€/ton.

$$C_{HE} = P_{helice} \cdot \frac{8000\text{€}}{t} = 40,96 \cdot 8000 = 327.680 \text{ €}$$

## 2.5 Cocepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.

### 2.5.1 Grupos electrógenos.

Se estima en 45.000 €

### 2.5.2 Generador de emergencia.

Se estima en 90.000 €

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

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$CEC = 6 \cdot (K1 + K2) \cdot BHP$$

Donde:

K1 depende si el motor es de dos o cuatro tiempos en este caso al ser de 2T K1=1,2  
K2 de si existe o no un enfriador central en este caso al haberlo K2=1

$$CEC = 6 \cdot (1,2 + 1) \cdot 25270 = 333.564 \text{ €}$$

### 2.5.4 Caldera de generación de vapor.

El coste de cada caldera auxiliar del buque, que dispone de dos, se puede estimar mediante la ecuación:

$$CCV = 4,8 \cdot NCV \cdot QCV$$

Donde:

NCV: número de calderas, igual a 2.

QCV: capacidad de la caldera, igual a 20t/h.

$$CCV = 4,8 \cdot 2 \cdot 20000 = 192.000 \text{ €}$$

### 2.5.5 Equipo de arranque de motores.

$$CCO = 78 * NCO * QCO$$

Donde:

- NCO: número de compresores, igual a 2.
- QCO: capacidad de los compresores, igual a 516 m<sup>3</sup>/h.

$$CCO = 78 \cdot 2 \cdot 516 = 80.496 \text{ €}$$

### 2.5.6 Equipo de manejo de combustible.

- Manejo de fuel oil.

El coste de los equipos de manejo de combustible, se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$CFO = 44 \cdot NBF \cdot QBF + 2,1 \cdot BHP$$

Donde:

- NBF: número de bombas, igual a 1.
- QBF: capacidad de cada bomba, igual a 32 m<sup>3</sup>/h.

$$CFO = 44 \cdot 1 \cdot 32 + 2,1 \cdot \frac{25270}{0,736} = 73.510 \text{ €}$$

- Manejo de diesel oil

$$CDO = 44 \cdot NBD \cdot QBD + 2,1 \cdot BHP$$

Donde:

- NBD: número de bombas, igual a 1.
- QBD: capacidad de cada bomba, igual a 40 m<sup>3</sup>/h.

$$CDO = 44 \cdot 1 \cdot 40 + 2,1 \cdot \frac{25270}{0,736} = 73.862 \text{ €}$$

### 2.5.7 Equipo de purificación

- Purificadoras centrífugas de aceite y combustible, con sus calentadores.

$$\text{CPU} = 10.000 \cdot \text{NPA} \cdot \text{QPA} \cdot \text{K1} + 4.750 \cdot \text{NPD} \cdot \text{QPD} \cdot \text{K1} + 5.200 \cdot \text{NPF} \cdot \text{QPF} \cdot \text{K1} \cdot \text{K2} \cdot \text{K3}$$

Donde:

- Npa: número de purificadoras de aceite (2)
- Qpa: caudal unitario de las purificadoras de aceite (4,85 m<sup>3</sup>/h)
- Npd: número de purificadoras de combustible ligero (2)
- Qpd: caudal unitario de las purificadoras de combustible ligero (2,8 m<sup>3</sup>/h)
- Npf: número de purificadoras de combustible pesado(2)
- Qpf: caudal unitario de las purificadoras de combustible pesado(2,8 m<sup>3</sup>/h)
- K1 = 1 (depuradoras autolimpiables)
- K2 = 4 (viscosidad F.O <6.000)
- K3 = 1,25 (viscosidad F.O <6.000)

$$\text{CPU} = 269.200 \text{ €}$$

- Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames.

Su coste se estima en 3.000 €.

### 2.5.8 Equipos de sanitarios.

- Generador de agua dulce.

$$\text{CGA} = 1.380 * \text{QGA}$$

Siendo:

- QGA: caudal del generador, igual a 36 t/día.

$$\text{CGA} = 1.380 \cdot 36 = 49.680\text{€}$$

- Grupos hidróforos.

$$\text{CGH} = 660 \cdot n^{\circ} \text{tripulantes}0,5 = 660 \cdot 240,5 = 3.233 \text{ €}$$

- Planta de tratamiento de aguas fecales.

$$CAF = 2.640 \cdot n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,4} = 2.640 \cdot 240,4 = 9.412 \text{ €}$$

- Incinerador de residuos sólidos.

$$CIR = 14.000 \cdot n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,2} = 14.000 \cdot 240,2 = 26.434 \text{ €}$$

### 2.5.9 Costes varios.

- Ventiladores en Cámara de máquinas.

$$CVCM = 7,5 * NV \cdot QV^{0,5} + 5,52 \cdot Kf \cdot BHP^{0,5}$$

Siendo:

- NV: número de ventiladores, igual a 8.
- QV: capacidad de cada ventilador, igual a 18.000 m<sup>3</sup>/h.
- Kf: coeficiente igual a 1 para fuel oil.

$$CVCM = 9.068 \text{ €}$$

- Equipo de desmontaje.

$$CED = 0,84 \cdot KED \cdot BHP$$

Siendo KED un coeficiente igual a 1 para una viga carril.

$$CED = 28.578 \text{ €}$$

- Taller de máquinas

Se estima en 15.000 €.

## 2.6 Concepto 6. Cargos y respetos.

### 2.6.1 Respetos especiales.

Para la pala de repuesto de la hélice:

$$CPR = 4,8 \cdot BHP^{\frac{2}{3}} = 4,8 \cdot \left(\frac{25270}{0,736}\right)^{\frac{2}{3}} = 4.148 \text{ €}$$

### 2.6.2 Línea de ejes.

El coste de la línea de ejes de respeto puede estimarse mediante la fórmula:

$$Cecr = 2.4 \cdot BHP = 60.650 \text{ €}$$

## 2.7 Concepto 7. Instalaciones especiales.

### 2.7.1 Instalación y equipos de autorización, telecontrol y alarmas.

- Coste de Cabina y puesto de control.

El costo puede estimarse con la fórmula:

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

Donde

- □ Scc es la superficie de la cámara de control, en m2. (93 m2)

$$C_{cabina} = 80.072 \text{ €}$$

- Dispositivos de Control y Automatización Reglamentarios

$$C_{acr} = 3240 \cdot K1 \cdot BHP^{\frac{1}{3}} = 157.479 \text{ €}$$

Donde:

- K1 es un coeficiente que depende de si la automatización es sólo para navegación el puerto o también para maniobra. (1.5).
- Otros dispositivos de automatización y control.

Se estiman en 25.000 €.

- Equipos suministradores de fluidos de control y accionamiento.

Se estima en un 10% del coste de los equipos de automatización:

$$\text{CESF} = 15.748 \text{ €}$$

### *2.7.2 Instalaciones y equipos especiales contraincendios.*

- Instalaciones CI de carácter edstructural

$$\text{CCI} = \text{KCI} + 5,5 \cdot \text{SH}$$

Siendo KCI un coeficiente igual a 4.600.

$$\text{CCI} = 4.600 + 5,5 \cdot 1937 = 15.253 \text{ €}$$

- Rociadores en Cámara de máquinas.

$$\text{CRCM} = 4 \cdot \text{SCM}$$

Siendo SCM la superficie de la cámara de máquinas.

$$\text{CRCM} = 2.520 \text{ €}$$

- Rociadores en la habitación.

$$\text{CRH} = 4 \cdot \text{SH} = 7.750 \text{ €}$$

### *2.7.3 Instalaciones y equipos especiales de C/D.*

- Bombas de descarga de la carga.

$$\text{Cbc} = 30 \cdot \text{K1} \cdot \text{K2} \cdot \text{QB}^{0,82} \cdot \text{Hd}^{0,5} \cdot \text{Nb} = 2.268.086 \text{ €}$$

Donde:

- K1 es una constante que es igual a 1,
  - K2 es una constante que es igual a 2 ya que el material de las bombas es de acero inoxidable.
  - Qb es el caudal de cada bomba en m<sup>3</sup>/h. Qb=656 m<sup>3</sup>/h.
  - Hd es la altura de descarga. Hd=175 m.c.a.
  - Nb es el número de bombas Nb=14
- Sistema de cebado de las bombas de descarga.

El sistema de cebado puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{sc} = 42 \cdot (N_{bc} \cdot Q_{bc})^{0,9}$$

Donde:

- Qb es el caudal de cada bomba en m<sup>3</sup>/
- Nb es el número de bombas.

$$C_{sc} = 154.874 \text{ €}$$

- Instalación control sistema de C/D.

Su coste puede estimarse como 1/5 del coste de las bombas de descarga:

$$C_{\text{sist control}} \frac{C}{D} = 453.618 \text{ €}$$

- Sistema Calentador de la Carga.

El coste del sistema de calentamiento de la carga, puede estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$CC.\text{ carga} = 24 \cdot V^{\frac{2}{3}} \cdot Nb = 24 \cdot 165290^{\frac{2}{3}} \cdot 14 = 1.016.040 \text{ €}$$

## 2.8 RESUMEN CÁLCULOS.

<i>Concepto 1. Casco</i>	<b>19.957.450 €</b>
<i>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</i>	<b>4.541.274 €</b>
<i>Concepto 3. Maquinaria aux de cubierta</i>	<b>759.660 €</b>
<i>Concepto 4. Instalación propulsora</i>	<b>5.519.614 €</b>
<i>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.</i>	<b>1.302.037 €</b>
<i>Concepto 6. C/D y respetos</i>	<b>64.798 €</b>
<i>Concepto 7. Instalaciones especiales</i>	<b>4.196.436 €</b>

### 3 MANO DE OBRA.

#### 3.1 Concepto 1. Casco.

##### 3.1.1 Acero laminado.

Las horas invertidas en aceros son difíciles de estimar. Los factores de los que dependen son:

- Peso neto del barco.
- Complejidad de las formas.
- Existencia o no de bulbo.
- Empleo de aceros especiales.
- Número de cubiertas.
- Productividad del astillero.

De acuerdo con estos parámetros, la expresión para calcular las horas invertidas en aceros laminados es:

$$HAC = KBA \cdot PAC \cdot (1 + KF \cdot (1 - CF)) \cdot (1 + KB) \cdot (1 + KE \cdot CE) \cdot (1 + KC \cdot (NC - 1))$$

Donde:

- PAC: peso de acero neto, igual a 23233 tn.
- KBA: índice de mano de obra del casco, igual a 30 h/tn.
- KF: índice de coeficiente de formas, igual a 0,3.
- CF = CB = 0,85.
- KB: índice de existencia de bulbo, igual a 0,04.
- KE: índice de complejidad, igual a 0,5.
- CE: coeficiente de acero especial, igual a 0.
- KC: coeficiente del número de cubiertas, igual a 0,05.
- NC: número de cubiertas, igual a 5.

$$HAC = 1.212.730 \text{ horas}$$

##### 3.1.2 Resto de materiales del casco.

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la ecuación:

$$HRM = 25 + 30 \cdot L^{\frac{1}{3}} \cdot H \cdot K1$$

Donde:

- L: eslora de escantillonado
- H: calado de escantillonado
- K1 = 1 (buque de 1 hélice).

$$HRM = 25 + 30 \cdot 273,5^{\frac{1}{3}} \cdot 17,7 \cdot 1 = 3.408 \text{ horas}$$

### 3.1.3 Timones y accesorios.

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la ecuación:

$$HTI = 100 \cdot n^{\circ} \text{ timones} \cdot L_{\text{Timón}} \cdot H_{\text{Timón}} = 100 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 11 = 9900 \text{ horas}$$

### 3.1.4 Preparación de superficies.

Se estima en 0,02 horas por metro cuadrado de superficie a pintar:

$$HPS = 0,02 \cdot ST = 0,02 \cdot 31314,3 = 627 \text{ horas}$$

S TOTAL: superficie exterior de la obra viva, obra muerta y superficie interior.

### 3.1.5 Pintura y control de corrosión.

Las horas pueden estimarse mediante la ecuación:

$$HPI = 0,25 \cdot SOM + (1 + 0,3 \cdot NOM) + 0,35 \cdot SOV \cdot \frac{NOV}{4} + 0,4 \cdot SI \cdot NI$$

Donde:

- SOM: superficie de la obra muerta, igual a 21310 m<sup>2</sup>.
- NOM: número de manos de pintura en la obra muerta, igual a 2.
- SOV: superficie de la obra viva, igual a 4088 m<sup>2</sup>.
- NOV: número de manos de pintura en la obra viva, igual a 2.
- SI: superficie interior, igual a 59000 m<sup>2</sup>.
- NI: número de manos de pintura en la superficie interior, igual a 2.

$$HPI = 47.534 \text{ horas}$$

### 3.2 Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones.

#### 3.2.1 Equipo de fondeo, amarre y remolque.

$$\text{HEFA} = 27 \cdot n^{\circ} \text{ anclas} \cdot \text{peso ancla}^{0,4} = 27 \cdot 2 \cdot 11,7^{0,4} = 145 \text{ horas}$$

#### 3.2.2 Medios de salvamento.

$$\text{HMS} = 300 + 1,15 \cdot n^{\circ} \text{ tripulantes} = 300 + 1,15 \cdot 30 = 334,5 \text{ horas}$$

#### 3.2.3 Habilitación.

Se estima en 16 h/m<sup>2</sup> de habilitación:

$$\text{HH} = 16 \cdot \text{SH} = 16 \cdot 546 = 8736 \text{ horas}$$

#### 3.2.4 Equipos de fonda y hotel.

Se estima en 115 horas por tripulante:

$$\text{HFH} = 115 \cdot n^{\circ} \text{ tripulantes} = 115 \cdot 30 = 3450 \text{ horas}$$

#### 3.2.5 Equipos de acondicionamiento.

Se estima en 2 h/m<sup>2</sup> de habilitación:

$$\text{HEA} = 2 \cdot \text{SH} = 2 \cdot 546 = 1092 \text{ horas}$$

#### 3.2.6 Equipos de navegación y comunicaciones:

Se estima con la expresión:

$$\text{HNC} = 330 \cdot (n^{\circ} \text{ equipos} - 6) = 330 \cdot (24 - 6) = 5940 \text{ horas}$$

#### 3.2.7 Instalación eléctrica.

Las horas de su montaje pueden estimarse por la fórmula:

$$\begin{aligned} \text{HIE} &= 4 \cdot \text{SH} + 6 \cdot \text{potencia instalada} = 4 \cdot 873 + 6 \cdot (950 \cdot 3) \\ &= 30.248 \text{ horas} \end{aligned}$$

### 3.2.8 Tubería.

$$HTU = 11 \cdot BHP^{0,85} = 11 \cdot \left(\frac{25270}{0,736}\right)^{0,85} = 79232 \text{ horas}$$

### 3.2.9 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones.

Las horas pueden estimarse con la ecuación:

$$HAEA = 80 \cdot n^{\circ} \text{ tripulantes} + 56 \cdot (L - 15) + 0,9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 50 \cdot NBO + 100 \cdot NPB + 100 \cdot NGM$$

Donde:

- NBO: número de botes de servicio, igual a 2.
- NPB: número de pescantes de botes, igual a 2.
- NGM: número de grúas en cámara de máquinas, igual a 1.

$$HAEA = 80 \cdot 24 + 56 \cdot (129,284 - 15) + 0,9 \cdot 129,284 \cdot (20 + 13,5) + 2 \cdot 129,284 + 50 \cdot 2 + 100 \cdot 2 + 100 \cdot 1 = 33.195 \text{ horas}$$

## 3.3 Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta.

### 3.3.1 Equipo de gobierno.

Se estima con la expresión:

$$HEG = 33 \cdot L^{\frac{2}{3}} = 1393 \text{ horas}$$

### 3.3.2 Equipos de amarre y fondeo.

$$HFA = L \cdot (1,75 \cdot NM + 1,7 \cdot NMA)$$

Siendo:

- NM: número de molinetes, igual a 2.
- NMA: número de maquinillas de amarre, igual a 2.

$$HFA = 273,5 \cdot (1,75 \cdot 2 + 1,7 \cdot 2) = 1802 \text{ horas}$$

### 3.4 Concepto 4. Instalación propulsora.

#### 3.4.1 Maquinaria propulsora.

Las horas de montaje del motor propulsor se pueden estimar con la ecuación:

$$\text{HMP} = 10 \cdot \text{BHP}^{\frac{2}{3}} = 8641 \text{ €}$$

#### 3.4.2 Línea de ejes.

Las horas de este concepto se pueden estimar en función de la fórmula:

$$\text{HLE} = \text{KLE} \cdot \text{BHP} \cdot \text{NLE}$$

Donde:

- KLE: coeficiente igual a 0,16 para motores directamente acoplados.
- NLE: número de líneas de ejes, igual a 1.

$$\text{HLE} = 0,85 \cdot \frac{25270}{0,736} \cdot 1 = 29184 \text{ horas}$$

#### 3.4.3 Hélice propulsora.

Las horas pueden estimarse en función de la ecuación:

$$\text{HHP} = \text{K1} + \text{K2} \cdot \text{BHP} \cdot \text{NHP}$$

Donde:

- K1: coeficiente igual a 240 para hélices de paso fijo.
- K2: coeficiente igual a 0,004 para hélices de paso fijo.
- NH: número de hélices, igual a 1.

$$\text{HHP} = 240 + 0,004 \cdot \frac{25270}{0,736} \cdot 1 = 378 \text{ horas}$$

### 3.5 Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.

#### 3.5.1 Grupos electrógenos.

- Generadores diesel de funcionamiento normal.

Se estima con la expresión:

$$\text{HGD} = 52 \cdot \text{NGD} \cdot \text{kW}^{0,43}$$

Donde:

- NGD: número de generadores diésel, igual a 3.
- kW: potencia de cada generador, igual a 950 kW.

$$\text{HGD} = 2975 \text{ horas}$$

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

- Servicio al motor principal.

Se estima con la expresión:

$$\text{HCRL} = \text{NM} \cdot (\text{KCRL} + 0,18 \cdot \text{BHP})$$

Siendo:

- NM: número de motores, igual a 1.
- KCRL: coeficiente igual a 230 para motores de 2 tiempos.

$$\text{HCRL} = 1 \cdot \left( 230 + 0,18 \cdot \frac{25270}{0,736} \right) = 6.354 \text{ horas}$$

- Servicio a motores auxiliares.

Se estima con la expresión:

$$\text{HCRL} = \text{NM} \cdot (\text{KCRL} + 0,18 \cdot \text{BHP})$$

Siendo:

- NM: número de motores, igual a 2.
- KCRL: coeficiente igual a 230 para motores de 2 tiempos.

$$H_{CRL} = 2 \cdot \left( 2.250 + 0,18 \cdot \frac{950}{0,736} \right) = 1.387 \text{ horas}$$

### 3.5.3 Equipo generador de vapor.

$$HGV = 100 \cdot NGV + 270 \cdot NGV \cdot QGV$$

Donde:

- NGV: número de calderas, igual a 2.
- QGV: capacidad de la caldera, igual a 20 tn/h.

$$HGV = 100 \cdot 2 + 270 \cdot 2 \cdot 20 = 11.000 \text{ horas}$$

### 3.5.4 Equipo de arranque de motores.

$$HAM = NCO \cdot (40 + 3,5 \cdot QCO)$$

Donde:

- NCO: número de compresores, igual a 4.
- QCO: capacidad de los compresores, igual a 516 m<sup>3</sup>/h.

$$HAM = 4 \cdot (40 + 3,5 \cdot 516) = 7.384 \text{ horas}$$

### 3.5.5 Equipo de manejo de combustible.

Se estima con la expresión:

$$HMC = KMC \cdot BHP$$

Donde:

- KCO un coeficiente igual a 0,27 para combustible pesado.

$$HMC = 0,27 \cdot \frac{25270}{0,736} = 9.186 \text{ horas}$$

### 3.5.6 Equipo de purificación.

$$HEP = (KEP + 0,56 \cdot BHP) \cdot (NPA + NPD + NFD)$$

Siendo:

- KEP: coeficiente igual a 300 para combustible pesado.
- NPA: número de purificadoras de aceite, igual a 2.
- NPD: número de purificadores diésel, igual a 2.
- NPF: número de purificadoras de fuel, igual a 2.

$$HEP = 13.231 \text{ horas}$$

### 3.5.7 Equipo auxiliares de casco.

$$\begin{aligned} HAC &= 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D) = 420 + 0,47 \cdot 273,5 \cdot (43,5 + 24) \\ &= 9.073 \text{ horas} \end{aligned}$$

### 3.5.8 Equipos sanitarios.

$$\begin{aligned} HES &= K1 \cdot (280 + 8 \cdot QA) + K2 \cdot (200 + 3,5 \cdot n^{\circ} \text{ tripulantes}) + K3 \\ &\quad \cdot (410 + 3,9 \cdot n^{\circ} \text{ tripulantes}) + 400 \cdot K4 \end{aligned}$$

Donde:

- K1: coeficiente igual a 1 por disponer de 1 generador de agua dulce.
- K2: coeficiente igual a 1 por disponer de 1 grupo hidrófobo.
- K3: coeficiente igual a 1 por disponer de una planta de tratamiento de aguas fecales.
- K4: coeficiente igual a 1 por disponer de 1 incinerador de residuos.
- QA: capacidad del generador de agua dulce, igual a 36 tn/día.

$$\begin{aligned} HES &= 1 \cdot (280 + 8 \cdot 36) + 1 \cdot (200 + 3,5 \cdot 36) + 1 \cdot (410 + 3,9 \cdot 36) + 400 \cdot 1 \\ &= 1.756 \text{ horas} \end{aligned}$$

### 3.5.9 Ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas.

$$HVA = kWA + 0,005 \cdot BHP = 1.170 \text{ horas}$$

### 3.6 Concepto 6. Cargos, pertrechos y respetos.

Las horas totales del concepto se estiman en:

$$HCPR = K1 * BHP^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot L + K2$$

Siendo:

- K1: coeficiente igual a 1 para motores de 2 tiempos.
- K2: coeficiente igual a cero al no llevar hélice ni eje de cola de respeto.

$$HCPR = 1.572 \text{ horas}$$

### 3.7 Concepto 7. Instalaciones especiales.

#### 3.7.1 Instalaciones y equipos especiales de CI.

- Instalaciones de carácter estructural.

$$HICE = 1.000 + 0,4 \cdot SH = 1.000 + 0,4 \cdot 546 = 1775 \text{ horas}$$

- Instalaciones fijas de CI en cubierta.

$$HFCI = 0,39 \cdot L^{1,1} \cdot B = 8.351 \text{ horas}$$

- Instalaciones de rociadores en CM.

$$HRCM = 0,35 \cdot SCM = 221 \text{ horas}$$

- Instalaciones de rociadores en habilitación.

$$HRCM = 0,35 \cdot SCM = 678 \text{ horas}$$

- Detectores de incendios en CM y alojamientos.

$$HDI = 65 \cdot K1 \cdot (LCM \cdot DCM \cdot B)^{0,25} + 80 \cdot K2 \cdot NCH$$

Donde:

- K1: coeficiente igual a 1 para una cámara de máquinas desatendida.
- K2: coeficiente igual a 1 para detectores en la habilitación.
- NCH: número de cubiertas de alojamientos, igual a 4.

$$HDI = 1.173 \text{ horas}$$

### 3.7.2 Instalaciones y equipos especiales de C/D

- Bombas de C/D.

Las horas se pueden estimar a partir de la ecuación:

$$H_{bd} = 210 \cdot K1 \cdot K2 \cdot N_b$$

Donde:

- $K1=1.1$  para bombas centrifugas
- $K2=1.1$  para bombas accionadas por turbina de vapor como es nuestro caso
- $N_b$  es el número de bombas de descarga (3)

$$H_{bd} = 762 \text{ horas}$$

- Limpieza de los espacios de carga.

$$H_{cb} = 0,15 \cdot B \cdot L^{1,05} = 2461 \text{ horas}$$

- Calentador de carga y sus bombas de circulación.

Las horas se pueden estimar en base a 100h por bomba de descarga:

$$H_{ccarga} = 300 \text{ horas}$$

- Tuberías y valvulería de la carga.

Las horas pueden estimarse como el 17% de las horas de las bombas de carga:

$$H_{tv} = 130 \text{ horas}$$

### 3.8 Coste de la mano de obra.

En este apartado se engloban los siguientes conceptos:

- o Sueldos totales anuales del personal que, por cargar sus horas al buque, se considera mano de obra directa.
- o Cargas sociales anuales del personal citado.
- o Gastos indirectos del astillero, que incluyan todos los que se carguen al buque.
- o Horas totales anuales de obra directa que se carguen al buque.

Debido a estos conceptos, se considerará un valor para la mano de obra igual a 30 €/h.

### 3.9 RESUMEN CÁLCULOS.

<b>HORAS</b>		<b>Coste</b>
<i>Concepto 1. Casco</i>	<b>1274198</b>	<b>38.225.945,88 €</b>
<i>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</i>	<b>162372</b>	<b>4.871.158,01 €</b>
<i>Concepto 3. Maquinaria aux. de cubierta</i>	<b>3195</b>	<b>95.850,00 €</b>
<i>Concepto 4. Instalación propulsora</i>	<b>38202</b>	<b>1.146.057,50 €</b>
<i>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.</i>	<b>63516</b>	<b>1.905.480,00 €</b>
<i>Concepto 6. C/D y respetos</i>	<b>1572</b>	<b>47.160,00 €</b>
<i>Concepto 7. Instalaciones especiales</i>	<b>15851</b>	<b>475.530,00 €</b>

#### 4 COSTE DE CONSTRUCCIÓN.

El coste de construcción será la suma del coste de equipos, materiales y gastos directos más el coste de la mano de obra. Por lo tanto:

$$CC = \text{Coste equipos, materiales y gastos directos} + \text{Coste de la mano de obra}$$

$$CC = 36.341.269 \text{ €} + 46.767.182 = 83.108.450 \text{ €}$$

A este valor hemos de añadir otros gastos varios del astillero, entre ellos podemos destacar los siguientes:

- o GASTOS DE INGENIERÍA
- o CLASIFICACIÓN, REGLAMENTOS Y CERTIFICADOS
- o PRUEBAS Y GARANTÍA
- o ARMADOR Y ENTREGA
- o SERVICIOS AUXILIARES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
- o SEGURO DE CONSTRUCCIÓN

Como primera aproximación se puede considerar que estos gastos representan un 2% de la valoración total del buque:

$$\text{Gastos Varios} = 2\% \cdot CC = 1.662.169 \text{ €}$$

$$C \text{ total} = CC + \text{Gastos Varios} = 84.770.620 \text{ €}$$

## 5 BENEFICIO INDUSTRIAL.

El valor del beneficio industrial, expresado en porcentaje del coste total, varía dependiendo de la coyuntura del mercado, que está sometido a ciclos muy acusados.

Cuando la demanda es fuerte puede superar el 20%, mientras que en épocas de depresión es con frecuencia negativo.

Para el buque en proyecto, se estima el beneficio industrial en un 10% del coste de construcción.

$$\begin{aligned}\text{Beneficio industrial} &= 10\% \text{ del coste de construcción} = 0,1 \cdot 84.770.620 \text{ €} \\ &= 8.477.062 \text{ €}\end{aligned}$$

## 6 COSTE TOTAL.

El coste total es la suma del coste de construcción más el beneficio industrial:

$$\text{Coste total} = \text{Coste de construcción} + \text{Beneficio industrial} = 91.585.512 \text{ €}$$