



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**CURSO 2016/17**

---

*REMOLCADOR DE PUERTO DE 60 TPF*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 13**

**PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

**Alumno: Mario Martínez Caamaño**

**Tutor: Marcos Míguez González**

## **PROYECTO NÚMERO 17-08**

**TIPO DE BUQUE:** Remolcador de puerto de 60 TPF

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Bureau Veritas, SOLAS, MARPOL, FIFI 1 OIL REC

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Gancho de remolque

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 12 nudos en condiciones de servicio. 85%MCR+15% de margen de mar. Autonomía: 3000 millas a la velocidad de servicio

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Los habituales en este tipo de buques

**PROPULSIÓN:** propulsor azimutal. DIESEL ELECTRICO

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 4 personas + 10 SURVIVORS

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Contraincendios, lucha contra la contaminación en el mar

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **Dº Mario Martínez Caamaño**

## Contenido

1	PRESENTACIÓN.....	4
2	COSTE DE CONSTRUCCIÓN.....	4
2.1	COSTE DE LOS MATERIALES.....	5
2.1.1	ESTRUCTURA.....	5
2.1.2	EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES.....	7
2.1.3	MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA.....	13
2.1.4	INSTALACIÓN PROPULSORA Y MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN.....	15
2.1.5	EQUIPOS ESPECÍFICOS.....	16
2.1.6	OTROS EQUIPOS Y SERVICIOS.....	17
2.2	MANO DE OBRA.....	20
2.2.1	ESTRUCTURA.....	20
2.2.2	EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES.....	22
2.2.3	MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA.....	24
2.2.4	INSTALACIÓN PROPULSORA Y MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN.....	25
2.2.5	EQUIPOS ESPECÍFICOS.....	27
2.2.6	OTROS EQUIPOS Y SERVICIOS.....	28
2.3	GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO.....	30
2.4	RESUMEN DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN.....	31
3	BENEFICIO Y PRECIO DE MERCADO.....	31
4	GASTOS DEL ARMADOR.....	32
5	INVERSIÓN TOTAL.....	34
6	COSTO DE OPERACIÓN.....	34
6.1	COSTES FIJOS DE EXPLOTACIÓN (OPEX).....	34
6.2	COSTES VARIABLES.....	35
7	ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	37

## 1 PRESENTACIÓN

Estimaremos en este cuaderno el coste de construcción del buque, disgregándolo en las partidas que lo componen, para posteriormente agregar un beneficio industrial, así como primas que pudiesen ser de aplicación, y hacernos una idea de cuál podría ser el coste de adquisición del buque.

El coste de construcción lo desglosaremos en las siguientes partidas:

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

Estas son las características principales del buque:

<b>Loa</b>	<b>30,20 m</b>
<b>Lpp</b>	<b>26,80 m</b>
<b>B</b>	<b>11 m</b>
<b>D</b>	<b>5,45 m</b>
<b>T</b>	<b>4,45 m</b>
<b>Cb</b>	<b>0,53</b>
<b>Cm</b>	<b>0,87</b>
<b>Cp</b>	<b>0,61</b>
<b>Cf</b>	<b>0,62</b>
<b><math>\Delta</math></b>	<b>712,67 t</b>

## 2 COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Basándonos en el libro “Proyectos de buques y artefactos” del profesor Fernando Junco, el coste de construcción lo desglosaremos en las siguientes partidas:

- Coste de los materiales ( $C_M$ )
- Coste de la mano de obra ( $C_{MO}$ )
- Costes varios del astillero ( $C_{VA}$ )

## 2.1 COSTE DE LOS MATERIALES

Lo dividiremos, a su vez, en distintas partidas que detallamos en los siguientes apartados

### 2.1.1 ESTRUCTURA

- **Acero**

Habiendo calculado un peso de acero de 238 t y multiplicando este valor por 1,12 teniendo en cuenta recortes y excesos de peso de laminación, obtenemos 267 t, de las cuales el 45% serían chapas y el 55% perfiles, refuerzos etc.

Estimando un precio de 700 y 850 euros/tonelada, respectivamente, con recargos por longitud y anchura, tenemos:

Chapas = 120 t

Perfiles = 147 t

**C<sub>acero</sub> = 208950 euros**

- **Materiales auxiliares de construcción del casco**

Si por cada tonelada de acero estructural, consideramos un coste de 60 euros de materiales necesarios:

**C<sub>materiales auxiliares</sub> = 16020 euros**

- **Preparación de superficies**

Tomaremos un costo unitario de 10 euros/m<sup>2</sup> para granallado de superficies externas y 17 euros/m<sup>2</sup> para superficies internas.

Consideramos la superficie interna el 130% de la externa. Siendo esta última 779 m<sup>2</sup>, (obra viva + obra muerta+superestructura+cubierta), tendremos 1013 m<sup>2</sup> correspondientes a la interna.

**C<sub>preparación superficies</sub> = 25011 euros**

- **Pintura y control de corrosión**

Contamos con una superficie de 238 m<sup>2</sup> de obra viva; la obra muerta y superestructura suman 320 m<sup>2</sup>, ocupando la cubierta 221 m<sup>2</sup>. La superficie interior 1013 m<sup>2</sup>. Presentamos el siguiente esquema de pintado:

	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	Nº MANOS	Nº LITROS	Euros/litro
OBRA VIVA	238	2 de imprimación (Hempadur epoxy)	68	15,65
		1 de selladora (Hempel's selladora)	34	12,27
		2 de antiincrustante (Hempel's A/F Oceanic)	68	29
OBRA MUERTA Y SUPERESTRUCTURA	320	2 de imprimación (Hempadur epoxy)	92	15,65
		1 de esmalte (acabado) (Hempatex Enamel)	46	13,10
CUBIERTA	221	2 de imprimación (Hempadur epoxy)	64	15,65
		2 de acabado epoxy (Hempadur mastic)	64	15,70
INTERIOR	1013	2 de imprimación (Hempadur epoxy)	290	15,65
		1 de esmalte (acabado) (Hempatex Enamel)	145	13,10

**C<sub>pintura</sub> y control de corrosión = 13941 euros**

- **Galvanizado y cementado**

Puede tomarse igual al 7,5% del costo total del pintado del casco.

**C<sub>galvanizado y cementado</sub> = 1046 euros**

- **Protección catódica**

Lo aproximamos mediante la fórmula:

$$C_{\text{protección catódica}} = 1,55 \times S_m$$

En la cual  $S_m$  es la superficie mojada en  $m^2$ .

**C<sub>protección catódica</sub> = 465 euros**

El total de estructura será:

<b>C<sub>ESTRUCTURA</sub> = 265433 euros</b>
--

## 2.1.2 EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES

- **Equipos de fondeo, amarre y remolque**

Esta partida incluirá anclas, cadenas, cables y estachas.

### Anclas

Para establecer el costo total de las anclas, nos basamos en un costo unitario de 2600 euros/tonelada.

Dispondremos de dos anclas de 480 Kg cada una

$C_{\text{anclas}} = 2600$  euros

### Cadenas, cables y estachas

El costo de las cadenas, cables y estachas, puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{\text{cce}} = 0,15 \times K \times d^2 \times L_c$$

$K = 0,275$  0,305 ó 0,335 para acero normal, de alta resistencia o de muy alta resistencia respectivamente

$d$  = diámetro de la cadena en mm

$L_c$  = longitud total de cadenas en m

Nosotros dispondremos de 2 cadenas de 275 m de longitud y 22 mm de espesor.

$C_{cce} = 11000$  euros

El total de los equipos de fondeo y amarre será, por tanto:

**$C_{\text{fondeo y amarre}} = 13600$  euros**

- **Medios de salvamento**

Según se contempla en el cuaderno 12, el buque dispondrá de bote de rescate que cumpliendo la función de salvavidas, permita su utilización para rescate de naufragos en caso de necesidad y dos balsas salvavidas.

#### Balsas

El costo de cada balsa lo estimamos con la siguiente fórmula:

$$C_{ba} = K_{ba} \times N_p^{1/3}$$

Siendo:

$K_{ba} = 1000$  para balsas no arriables y  $1200$  para balsas arriables

$N_p$  = número de personas de capacidad de la balsa

Al ser dos el número de balsas, tenemos:

$C_{ba} = 5848$  euros

#### Bote rescate

Consultando catálogos, estimamos el precio del bote con su motor:

$C_{\text{bote rescate}} = 15000$  euros

#### Aros, chalecos, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento

Su costo puede estimarse como:

$C_{\text{varios salvamento}} = 2500 + 30N$



Siendo:

$N$  = número total de personas a bordo: tripulantes, pasajeros, personal de hotel etc

En nuestro caso serían 14, ante la posibilidad de alojar 10 náufragos

$C_{\text{varios salvamento}} = 2920$  euros

Tendremos un total de :

**$C_{\text{salvamento}} = 23768$  euros**

- **Habilitación**

### Habilitación de alojamientos

El costo de la habilitación de alojamientos puede estimarse con la fórmula:

$$C_{\text{alojamientos}} = K_h \times S_h$$

Siendo:

$S_h$  = área de habilitación en  $m^2$ . En nuestro caso  $56,7 m^2$

$K_h$  = varía de 210 a 250, según nivel de calidad, pudiendo llegar a 500 euros/ $m^2$

Tomando 300 como valor de  $K_h$ :

$$C_{\text{alojamientos}} = 17010 \text{ euros}$$

### Equipo de fonda y hotel:

Estimaremos el costo de cocina y oficios (habilitación de locales, equipos de cocina y electrodomésticos), mediante la fórmula:

$$C_{co} = K_{co} \times N$$

Siendo:

$K_{co} = 240$  para buques de servicio costero,  $420$  para buques oceánicos en general, y  $300$  para buques de pasaje.

$N = N^{\circ}$  total de personas a bordo, incluyendo tripulación, pasaje y personal de fonda

En nuestro caso tomaremos  $K_{co} = 420$  y  $N = 14$

$$C_{co} = 5880 \text{ euros}$$

### Gambuzas frigoríficas

El costo de las gambuzas frigoríficas lo estimaremos mediante la fórmula:

$$C_{gambuzas \text{ frigoríficas}} = 1800 \times V^{2/3}$$

Siendo:

V = volumen neto de la gambuza. Tomaremos  $V = 5,5 \text{ m}^3$

$$C_{gambuzas \text{ frigoríficas}} = 5600 \text{ euros}$$

### Lavandería y varios

Estimamos en 250 euros por cada persona que pernocte a bordo.

$$C_{lavandería} = 3500 \text{ euros}$$

### Acondicionamiento en alojamientos

Tomamos para equipos de calefacción y aire acondicionado un costo unitario de 60 euros/m<sup>2</sup>

$$C_{acondicionamiento} = 3420 \text{ euros}$$

### Ventilación mecánica

Para sistemas de ventilación mecánica, independientes de los de aire acondicionado, el costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{ventilación \text{ mecánica}} = 1055 \times N^{0,215} + 1,2 \times S_h^{0,25}$$

N y S<sub>h</sub> ya indicados anteriormente

$$C_{ventilación \text{ mecánica}} = 1425 \text{ euros}$$

Tendremos un costo de habilitación de :

$$C_{habilitación} = 36843 \text{ euros}$$

- **Equipos de navegación y comunicaciones**

Por la lista de precios que contempla el libro “Proyecto de buques y artefactos” del profesor Fernando Junco, estimamos esta partida en :

$$C_{\text{navegación y comunicaciones}} = 150000 \text{ euros}$$

Los equipos auxiliares de navegación, podemos estimarlos en un 8% del anterior:

$$C_{\text{auxiliares navegación}} = 12000 \text{ euros}$$

Por lo tanto, tenemos un total de:

$$C_{\text{total navegación y comunicaciones}} = \mathbf{162000 \text{ euros}}$$

- **Medios contraincendios en cámara de máquinas**

El coste de medios contraincendios en cámara de máquinas cuando no atienden también las necesidades de bodegas, puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{\text{contraincendios en cámara de máquinas}} = 8,4 \times L_m \times B \times D_m$$

Siendo:

$L_m$  y  $D_m$  eslora y puntal de cámara de máquinas en metros, respectivamente.

$$C_{\text{contraincendios en cámara de máquinas}} = \mathbf{3881 \text{ euros}}$$

- **Instalación eléctrica**

Su costo puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_{\text{instalación eléctrica}} = 480 \times Kw^{0,77}$$

Siendo Kw la potencia instalada en Kw. En nuestro caso, al disponer de propulsión diésel eléctrica, instalaremos tres diésel generadores de 1350 Kw cada uno, haciendo, por tanto, un total de 4050 Kw .

Si empleamos esta fórmula con ese total de Kw, nos daría un resultado muy elevado, por lo que entendemos que el uso de dicha fórmula es para buques con otro tipo de propulsión. Realizamos el cálculo suponiendo que fuese propulsión diésel y se instalasen generadores de 350 Kw.

$C_{instalación\ eléctrica} = 43669$  euros

- **Tuberías**

Su costo puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{tuberías} = 2705 \times (0,015L_m \times B \times D_m + 0,18L) + K_t \times BHP + 1,5 \times (3L_m \times B \times D_m + Q_b + 4S_h)$$

$K_t$  vale 5,7 u 8 dependiendo de que el motor propulsor quemee combustible ligero o pesado.

$Q_b$  es el volumen de bodegas en  $m^3$ . En nuestro caso será cero

$C_{tuberías} = 69552$  euros

- **Accesorios de equipos, armamento e instalaciones**

Puertas metálicas, ventanas y portillos

Se empleará la fórmula:

$$C_{puertas\ ventanas\ y\ portillos} = 2705 \times N^{0,48}$$

$$C_{puertas\ ventanas\ y\ portillos} = 5263 \text{ euros}$$

Escaleras, pasamanos y candeleros

Su costo puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_{escaleras,pasamanos,candeleros} = 22,2 \times L^{1,6}$$

$$C_{escaleras,pasamanos,candeleros} = 5274 \text{ euros}$$

Escotillas de acceso, lumbreras y registros

Se utilizará la fórmula:

$$C_{escotillas} = 12,6 \times L^{1,5}$$

$$C_{escotillas} = 2092 \text{ euros}$$

Accesorios de fondeo y amarre

Emplearemos la fórmula:

$$C_{\text{accesorios fondeo y amarre}} = e^{3,1} \times 6 \times (L \times (B + D))^{0,815}$$

$$C_{\text{accesorios fondeo y amarre}} = 20982 \text{ euros}$$

### Escalas reales, planchas de desembarco escalas de práctico

Estimaremos este valor con la fórmula:

$$C_{\text{escalas y planchas}} = 2000 + 1350 \times (D - 0,03L) \times N_{er}$$

Siendo  $N_{er}$  el número de escalas reales

$$C_{\text{escalas y planchas}} = 8135 \text{ euros}$$

### Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos

Se empleará la fórmula:

$$C_{\text{toldos, fundas}} = 40 \times (L \times (B + D))^{0,68}$$

$$C_{\text{toldos, fundas}} = 2726 \text{ euros}$$

$$C_{\text{accesorios de equipos, armamento e instalaciones}} = \mathbf{44472 \text{ euros}}$$

La suma de estas partidas, nos dará el total del costo de equipos, armamento e instalaciones:

<b><math>C_{\text{EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES}} = 397785 \text{ euros}</math></b>
--

### 2.1.3 MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

- **Equipo de fondeo y amarre**

#### Molinetes

Estimaremos el coste de los molinetes con la siguiente expresión:

$$C_{\text{molinete}} = 300 \times d^{1,3}$$

Siendo:

$d$  = diámetro de la cadena en mm

Al ser dos el número de molinetes:

$$C_{molinete} = 33366 \text{ euros}$$

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

El costo lo estimamos en función de la tracción  $T_{ma}$  con la fórmula que sigue:

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

En nuestro caso  $T_{ma} = 5$  toneladas-fuerza. Nos quedará:

$$C_{ma} = 22807 \text{ euros}$$

Tendremos, para esta partida:

$$C_{\text{equipo de fondeo y amarre}} = \mathbf{56173 \text{ euros}}$$

- **Grúas**

#### Grúa

El coste de la grúa puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_{grúa} = 2520 \times SWL^{0,765} \times L_g^{0,85}$$

Siendo:

SWL = carga de trabajo de la grúa en toneladas. (4 toneladas)

$L_g$  = longitud de la pluma en m. En nuestro caso 12m

$$C_{grúa} = \mathbf{60000 \text{ euros}}$$

El total del costo de la maquinaria auxiliar de cubierta será:

<b>CMAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA = 116173 euros</b>
--

### 2.1.4 INSTALACIÓN PROPULSORA Y MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN

- **Generadores accionados por motor diésel**

Al ser propulsión diésel eléctrica, según figura en la RPA, los motores eléctricos de los propulsores se alimentarán de la potencia proporcionada por los diésel generadores. Como en nuestro caso dispondremos de tres diésel generadores, el costo para cada uno de ellos puede aproximarse mediante la ecuación:

$$C_{\text{generador}} = 252 \times d^{2,2} \times N_c^{0,8} / RPM + 24000 \times (Kwg/RPM)^{2/3}$$

Siendo:

d = diámetro en (mm)

N<sub>c</sub> = número de cilindros

Kwg = potencia eléctrica del generador en Kw

$$C_{\text{generadores}} = \mathbf{548480 \text{ euros}}$$

- **Propulsores**

Se instalarán dos propulsores azimutales (Schottel).

$$C_{\text{propulsores}} = \mathbf{1600000 \text{ euros}}$$

- **Generador de emergencia**

Se instalará un generador de emergencia cuyo coste es de :

$$C_{\text{generador emergencia}} = \mathbf{17000 \text{ euros}}$$

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

Su costo lo estimaremos mediante la fórmula:

$$C_{c,r,l} = 6 \times (K_1 + K_2) \times BHP$$

Donde K<sub>1</sub> vale 1,2 ó 2,4 para motores de 2 ó 4 tiempos, respectivamente y K<sub>2</sub> vale 1 ó 0 según existe o no enfriador central de placas de titanio

$$C_{c,r,l} = \mathbf{110813 \text{ euros}}$$

- **Equipos de arranque de motores**

Se estimará su costo mediante la expresión:

$$C_{\text{arranque de motores}} = 78 \times N_{co} \times Q_{co}$$

Siendo:

$N_{co}$  el número de compresores (1 en nuestro buque)

$Q_{co}$  el caudal unitario en m<sup>3</sup>/h. (50 m<sup>3</sup>/h en nuestro caso)

$$C_{\text{arranque de motores}} = \mathbf{3900 \text{ euros}}$$

- **Equipos de manejo de combustible**

Utilizaremos la expresión:

$$C_{\text{equipos de manejo de combustible}} = 44 \times N_{bt} \times Q_{bt} + 2,1 \times BHP$$

Siendo:

$N_{bt}$  el número de bombas de trasiego. En nuestro buque se instalarán 2 bombas

$Q_{bt}$  es la capacidad de cada una de ellas en m<sup>3</sup>/h. En nuestro buque 4 m<sup>3</sup>/h

$$C_{\text{equipos de manejo de combustible}} = \mathbf{7957 \text{ euros}}$$

- **Equipos de purificación**

Consultado precios estimamos en 6000 euros el precio de cada uno de estos equipos. Se instalarán 3 equipos, con lo cual:

$$C_{\text{equipos de purificación}} = \mathbf{18000 \text{ euros}}$$

Obtenemos un total para la instalación propulsora y la maquinaria auxiliar de la propulsión de:

<b><math>C_{\text{INSTALACIÓN PROPULSORA Y MAQUINARIA AUXILIAR}} = 2306150 \text{ euros}</math></b>
---

### 2.1.5 EQUIPOS ESPECÍFICOS



- **Maquinilla de remolque**

Su costo, incluyendo el de la central hidráulica, puede estimarse como:

$$C_{\text{maquinilla de remolque}} = 3180 \times (T_{mr} \times V_{mr})^{0,58}$$

Siendo:

$T_{mr}$  = tracción de la maquinilla en toneladas

$V_{mr}$  = velocidad de la maquinilla en (m/s)

$$C_{\text{maquinilla de remolque}} = \mathbf{86928 \text{ euros}}$$

- **Gancho de remolque y horquilla**

$$C_{\text{gancho de remolque}} = \mathbf{15000 \text{ euros}}$$

- **Defensas**

Estimamos su costo en:

$$C_{\text{defensas}} = \mathbf{30000 \text{ euros}}$$

- **Contraincendios FIFI I**

El total de esta partida la estimamos en:

$$C_{\text{FIFI I}} = \mathbf{130000 \text{ euros}}$$

- **Lucha contra la contaminación**

La estimación del costo de esta partida será el siguiente:

$$C_{\text{lucha contra la contaminación}} = \mathbf{60000 \text{ euros}}$$

El total del costo de los equipos característicos es:

$C_{\text{EQUIPOS CARACTERÍSTICOS}} = \mathbf{321928 \text{ euros}}$
--

## 2.1.6 OTROS EQUIPOS Y SERVICIOS

- **Equipos de manejo de lodos, trasiegos y derrames**

Su costo medio puede estimarse en 2000 euros

$$C_{\text{manejo de lodos, trasiegos y derrames}} = \mathbf{2000 \text{ euros}}$$

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

Se estima mediante la fórmula:

$$C_{c,l,sg,s} = 600 \times K_1 \times Q_{bs}^{1/3} + 960 \times K_2 \times Q_{ci}^{1/3} + 960 \times K_3 \times Q_{ci}^{1/3} + 1100 \times K_4 \times Q_{bs}$$

Siendo:

$Q_{bs}$  = caudal de la bomba de sentinas, en m<sup>3</sup>/h. Según cuaderno 12, el caudal de nuestra bomba de sentinas es 23,89 m<sup>3</sup>/h

$Q_{ci}$  = caudal de la bomba de contraincendios, en m<sup>3</sup>/h. Como figura en el cuaderno 12, dicho caudal es 25 m<sup>3</sup>/h

Las constantes K1, K2, K3 y K4 dependen del registro bruto. Son valores tabulados. En nuestro buque:

$$K_1 = K_2 = 2$$

$$K_3 = K_4 = 0$$

$$C_{c,l,sg,s} = \mathbf{9071 \text{ euros}}$$

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

Estimamos su costo en función de la potencia propulsora, mediante la fórmula:

$$C_{tratamiento \text{ aditivos}} = 24 \times BHP^{2/3}$$

$$C_{tratamiento \text{ aditivos}} = \mathbf{7416 \text{ euros}}$$

- **Ventiladores cámara de máquinas**

Su costo lo aproximamos con la expresión:

$$C_{ventiladores \text{ cámara de máquinas}} = 7,5 \times N_v \times Q_v^{0,5} + 5,52 \times K_f \times BHP^{0,5}$$

En la cual:

$N_v$  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

$$C_{ventiladores \text{ cámara de máquinas}} = \mathbf{4289 \text{ euros}}$$

- **Equipos de desmontaje**

El costo de equipos de desmontaje en cámara de máquinas puede expresarse en la forma:

$$C_{equipos\ desmontaje} = 0,84 \times K_{ed} \times BHP$$

Tomando K el valor 1 para viga carril y 3 para puente grúa. En nuestro caso  $K = 1$

$$C_{equipos\ desmontaje} = \mathbf{4563\ euros}$$

- **Taller de máquinas**

Su costo puede oscilar entre 4000 y 14000 euros según nivel.

$$C_{taller\ máquinas} = \mathbf{10000\ euros}$$

- **Equipos sanitarios**

#### Grupo hidróforo

Su costo puede aproximarse con la expresión:

$$C_{grupo\ hidróforo} = 660 \times N^{0,5}$$

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

$$C_{grupo\ hidróforo} = 1320\ euros$$

#### Planta de tratamiento de fecales

Se utilizará la fórmula:

$$C_{tratamiento\ fecales} = 2640 \times N^{0,4}$$

$$C_{tratamiento\ fecales} = 4597\ euros$$

#### Calentador agua

Se instalará un calentador de 650 litros con un tiempo de calentamiento desde los 10° hasta los 65° de 125 minutos.

$$C_{calentador} = 2500\ euros$$

Sumaremos a estos conceptos un 20% del total para elementos que no están incluidos como alguna electrobomba, etc.

$$C_{equipos\ sanitarios} = \mathbf{10100\ euros}$$

Sumando todas las partidas, obtenemos:

**COTROS EQUIPOS Y SERVICIOS = 47439 euros**

Al sumar los costos de todas las partidas de materiales calculados anteriormente, obtendremos el valor total de los materiales:

**C<sub>TOTAL MATERIALES</sub> = 3454908 euros**

## 2.2 MANO DE OBRA

Estimaremos el número de horas de mano de obra a emplear en la construcción del buque.

Para calcular el costo correspondiente hay que multiplicar las horas estimadas por el costo de la hora de mano de obra. Aunque éste difiere, en general, para distintos gremios, lo normal es operar con un valor medio

Para realizar este cálculo, estableceremos un valor de 35 euros/hora.

### 2.2.1 ESTRUCTURA

- **Acero**

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje de casco, podrían estimarse con una fórmula del tipo siguiente:

$$H_{acero} = K_{ba} \times P_{ac} \times (1 + K_f(1 - cf)) \times (1 + K_b) \times (1 + K_e \times C_e) \times (1 + K_c \times (N_c - 1))$$

Siendo:

$K_{ba}$  = índice de mano de obra de casco, en horas/tonelada neta

$P_{ac}$  = peso neto de acero estructura en toneladas

$K_f$  = índice de coeficiente de forma, cuyo valor podría ser del orden de 0,3

$C_f$  = coeficiente de forma, que puede ser el de bloque o el prismático

$K_b$  = índice de bulbo, que puede ser del orden de 0,04, si hay bulbo, y 0 si no hay

$K_e$  = índice de complejidad de acero especial, que puede ser del orden de 0,5

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

$K_c$  = coeficiente de número de cubiertas, que puede ser del orden de 0,05

$N_c$  = número de cubiertas en cámara de máquinas y zonas externas

Por lo general

$$20 < K_{ba} < 100$$

Operando, obtenemos:

$$H_{acero} = 21552 \text{ horas}$$

Por tanto, tendremos:

$$C_{\text{mano de obra acero}} = 754320 \text{ euros}$$

- **Preparación de superficies**

Las horas pueden estimarse sobre un 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 de obra muerta, y la superficie interior.

$$H_{\text{preparación superficies}} = 58 \text{ horas}$$

$$C_{\text{mo preparación superficies}} = 2030 \text{ euros}$$

- **Pintura y control de corrosión**

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

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

Siendo:

$S_{om}$  y  $S_{ov}$  las áreas exteriores de obra muerta y viva, respectivamente

$S_i$  el área interior

$N_{om}$ ,  $N_{ov}$  y  $N_i$  representan los correspondientes números de manos aplicadas. Tomaremos un valor de de 3 manos para todo

$$H_{\text{pintura y control de corrosión}} = 1523 \text{ horas}$$

$$C_{\text{mo pintura y control corrosión}} = 53305 \text{ euros}$$

- **Galvanizado y cementado**

Se estiman 32 horas para esta partida

$$C_{\text{mo galvanizado y cementado}} = 1120 \text{ euros}$$

- **Protección catódica**

Se estiman 48 horas

$$C_{\text{mo protección catódica}} = 1680 \text{ euros}$$

Sumando estas partidas, obtenemos para la mano de obra de la estructura, el cost siguiente:

<b>C<sub>MANO DE OBRA ESTRUCTURA</sub> = 812455 euros</b>
---

## 2.2.2 EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES

- **Equipo de fondeo, amarre y remolque**

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H_{\text{fondeo, amarre y remolque}} = 27 \times P_a^{0,4}$$

Siendo:

$P_a$  = peso de las anclas en toneladas. En nuestro buque 1 tonelada

$$H_{\text{fondeo, amarre y remolque}} = 27 \text{ horas}$$

**C<sub>mo fondeo, amarre y remolque</sub> = 945 euros**

- **Medios de salvamento**

Aproximaremos el número de horas mediante la expresión:

$$H_{\text{medios de salvamento}} = 300 + 1,5 \times N$$

Con  $N$ = número de tripulantes

$$H_{\text{medios de salvamento}} = 306 \text{ horas}$$

Tendremos, por tanto:

**C<sub>mo medios de salvamento</sub> = 10710 euros**

- **Habilitación**

### Habilitación de alojamientos

Las horas se estimarán a partir de 16 h/m<sup>2</sup> de alojamientos. Nuestro buque dispone de 56,7 m<sup>2</sup>

$$H_{\text{habilitación de alojamientos}} = 908 \text{ horas}$$

Obtenemos un costo de:

**C<sub>mo habilitación de alojamientos</sub> = 31780 euros**

### Fonda y hotel

Se estimarán las horas sobre la base de 115 h/tripulante

$$H_{fonda\ y\ hotel} = 460\ \text{horas}$$

$$C_{mo\ fonda\ y\ hotel} = 16100\ \text{euros}$$

### Equipos de acondicionamiento en alojamientos

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

$$H_{acondicionamiento\ de\ alojamientos} = 114\ \text{horas}$$

$$C_{mo\ acondicionamiento\ de\ alojamientos} = 3990\ \text{euros}$$

$$C_{mo\ habilitación} = 51870\ \text{euros}$$

- **Equipos de navegación y comunicaciones**

Estimamos 240 horas para esta partida

$$H_{equipos\ de\ navegación\ y\ comunicaciones} = 240\ \text{horas}$$

$$C_{mo\ equipos\ navegación\ y\ comunicaciones} = 8400\ \text{euros}$$

- **Medios contraincendios convencionales**

Se estimarán a razón de 5,5 horas por metro de eslora

$$H_{medios\ contraincendios\ convencionales} = 166\ \text{horas}$$

$$C_{mo\ medios\ contraincendios\ convencionales} = 5814\ \text{euros}$$

- **Instalación eléctrica**

Las horas correspondientes se estimarán con la fórmula:

$$H_{instalación\ eléctrica} = 4 \times S_h + 6 \times Kw$$

$$H_{instalación\ eléctrica} = 2327\ \text{horas}$$

$$C_{mo\ instalación\ eléctrica} = 81445\ \text{euros}$$

- **Tuberías**

Estimaremos las horas con la fórmula siguiente:

$$H_{tuberías} = 11 \times BHP^{0,35}$$

$$H_{tuberías} = 224 \text{ horas}$$

**C<sub>mo</sub> instalación tuberías = 7840 euros**

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

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$H_{accesorios} = 80N + 56(L - 15) + 0,9L(B + D) + 2L + 50N_b + 100N_p + 100N_g$$

Siendo:

$N_b$  = número de botes de servicio

$N_p$  = número de pescantes de botes

$N_g$  = número de grúas

$$H_{accesorios} = 1829 \text{ horas}$$

**C<sub>mo</sub> accesorios de equipo, armamento e instalaciones = 64015 euros**

Obtendremos como coste total de equipos, armamento e instalaciones:

<b>C<sub>MANO DE OBRA EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES = 231039 euros</sub></b>
---

### 2.2.3 MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

- **Equipo de gobierno**

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{equipo \text{ de } gobierno} = 33 \times L^{2/3}$$

$$H_{equipo \text{ de } gobierno} = 320 \text{ horas}$$

**C<sub>mo</sub> equipo de gobierno = 11200 euros**

- **Equipo de fondeo y amarre**

Estimamos las horas con la fórmula:

$$H_{equipo \text{ fondeo y amarre}} = L \times (1,75 \times N_m + 1,6 \times N_{ca} + 1,7N_{ma})$$

Siendo:



$N_m$  = número de molinetes

$N_{ca}$  = número de cabrestantes

$N_{ma}$  = número de maquinillas de amarre

$H_{\text{equipo fondeo y amarre}} = 153$  horas

**$C_{\text{mo equipo fondeo y amarre}} = 5355$  euros**

- **Grúas**

Se estiman con la fórmula:

$$H_{\text{grúas}} = 290 \times N \times SWL^{1/3}$$

Siendo:

$N$  = número de grúas

$H_{\text{grúas}} = 460$  horas

**$C_{\text{mo grúa}} = 16100$  euros**

Al sumar estas partidas, obtenemos:

<b><math>C_{\text{MANO DE OBRA MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA}} = 32655</math> euros</b>
---

## 2.2.4 INSTALACIÓN PROPULSORA Y MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN

- **Grupos electrógenos**

Las horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{\text{generadores}} = 52 \times N_g \times Kw^{0,43}$$

$N_g$  es el número de generadores y  $Kw$  su potencia unitaria en Kw

$H_{\text{generadores}} = 3461$  horas

$C_{\text{mo generadores principales}} = 121135$  euros

Utilizando la misma fórmula para el generador de emergencia:

$H_{\text{generador emergencia}} = 449$  horas

$C_{\text{mo generador emergencia}} = 15715$  euros

El costo total de esta mano de obra será

**C<sub>mo generadores</sub> = 136850 euros**

- **Propulsores**

Este número de horas las estimaremos con la fórmula utilizada para el montaje de hélices propulsoras, al ser los nuestros propulsores azimutales:

$$H_{propulsores} = K_1 + K_2 \times BHP \times N_h$$

Donde  $K_1$  vale 240 para hélices fijas y 700 para las de paso variable, mientras que  $K_2$  vale 0,004 para las de palas fijas y 0,44 para las de paso variable.

$N_h$  es el número de hélices

$$H_{propulsores} = 5228 \text{ horas}$$

**C<sub>mo propulsores</sub> = 182980 euros**

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

Se estimarán con la fórmula:

$$H_{crl} = K_{crl} + 0,18 \times BHP$$

Siendo:

BHP = potencia total de la placa de motores propulsores y auxiliares

$K_{crl}$  vale 230 ó 2250 para motores de dos o cuatro tiempos respectivamente

$$H_{crl} = 3228 \text{ horas}$$

**C<sub>mo equipo de c,r,l</sub> = 112980 euros**

- **Equipos de arranque de motores**

Se estimarán las horas con la fórmula:

$$H_{arranque de motores} = N_{co} \times (40 + 3,5 \times Q_{co})$$

Siendo:

$N_{co}$  y  $Q_{co}$  el número y la capacidad de los compresores de aire de arranque

$$H_{arranque de motores} = 645 \text{ horas}$$

**C<sub>mo arranque motores</sub> = 22575 euros**

- **Equipos de purificación**

Utilizaremos para el cálculo de las horas, la fórmula:

$$H_{\text{equipos purificación}} = (K_{ep} + 0,056 \times BHP) \times (N_{pa} + N_{pd} + N_{fp})$$

En donde  $K_{ep}$  vale 300 ó 90, según se queme o no combustible pesado y  $N_{pa}$ ,  $N_{pd}$  y  $N_{pf}$  el número de purificadoras de aceite, diésel y fuel-oil respectivamente. Emplearemos tres de diésel y tres de aceite

$$H_{\text{equipos purificación}} = 789 \text{ horas}$$

$$C_{\text{mo equipos purificación}} = 27615 \text{ euros}$$

- **Equipos de manejo de combustible**

Sus horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{\text{manejo combustible}} = K_{co} \times BHP$$

En la cual  $K_{co}$  vale 0,27 si se quema combustible pesado y 0,13 en caso contrario

$$H_{\text{manejo combustible}} = 707 \text{ horas}$$

$$C_{\text{mo equipos manejo combustible}} = 24745 \text{ euros}$$

Tendremos, una vez sumadas estas partidas:

$C_{\text{MANO DE OBRA INSTALACIÓN PROPULSORA Y AUXILIAR}} = 507745 \text{ euros}$
--

## 2.2.5 EQUIPOS ESPECÍFICOS

- **Maquinilla de remolque**

Las horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{\text{maquinilla de remolque}} = 36 \times L^{2/3}$$

$$H_{\text{maquinilla de remolque}} = 350 \text{ horas}$$

$$C_{\text{mo maquinilla de remolque}} = 12250 \text{ euros}$$

- **Defensas**

Estimamos para las defensas:

$$H_{\text{defensas}} = 160 \text{ horas}$$

**C<sub>mo defensas</sub> = 5600 euros**

- **Gancho de remolque y horquilla**

El número de horas estimado para esta partida es de 80 horas

$H_{gancho\ y\ horquilla} = 80$  horas

**C<sub>mo gancho y horquilla</sub> = 2800 euros**

- **Lucha contra la contaminación**

Al ser equipos portátiles, que no permanecen a bordo, no le vamos a asignar costes de instalación a esta partida

- **Contraincendios FIFI I**

Estimamos el siguiente número de horas:

$H_{FIFI\ I} = 640$  horas

**C<sub>mo FIFI I</sub> = 22400 euros**

Obtenemos como coste total de la mano de obra de los equipos específicos:

<b>C<sub>MANO DE OBRA EQUIPOS ESPECÍFICOS</sub> = 43050 euros</b>
---

## 2.2.6 OTROS EQUIPOS Y SERVICIOS

- **Equipos auxiliares del casco**

Sus horas pueden estimarse con la fórmula:

$H_{equipos\ auxiliares\ de\ casco} = 420 + 0,47 \times L(B + D)$

$H_{equipos\ auxiliares\ de\ casco} = 654$  horas

**C<sub>mo equipos auxiliares de casco</sub> = 22890 euros**

- **Equipos sanitarios**

Estimaremos sus horas con la siguiente fórmula:

$$H_{\text{equipos sanitarios}} = K_1 \times (280 + 8Q_a) + K_2(200 + 3,5N) + K_3(410 + 3,9N) + 400K_4$$

En donde  $K_1, K_2, K_3,$  y  $K_4$  valen 1 ó 0 según existan o no generador de agua dulce, grupos hidróforos, planta de tratamiento de fecales e incinerador de residuos, respectivamente.

$Q_a$  es la capacidad del generador de agua dulce, en (t/día) y  $N$  es la cifra total de tripulantes, pasaje y personal de hotel.

En nuestro caso:

$$N = 4$$

$$K_1 = 0$$

$$K_2 = 1$$

$$K_3 = 1$$

$$K_4 = 0$$

$$H_{\text{equipos sanitarios}} = 640 \text{ horas}$$

$$C_{\text{mo equipos sanitarios}} = 22400 \text{ euros}$$

- **Ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas**

Pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{va} = K_{va} + 0,005 \times BHP$$

$K_{va}$  vale 950 ó 1400, según exista viga carril o puente grúa. En nuestro caso viga carril

$$H_{va} = 978 \text{ horas}$$

$$C_{\text{mo ventiladores y elementos de desmontaje}} = 34230 \text{ euros}$$

El costo de la mano de obra para otros equipos y servicios será:

$C_{\text{MANO DE OBRA OTROS EQUIPOS Y SERVICIOS}} = 79529 \text{ euros}$
---

Sumando todos los costes de mano de obra para cada una de las partidas, obtenemos un coste total de mano de obra:

$C_{\text{TOTAL MANO DE OBRA}} = 1706473 \text{ euros}$
---

## 2.3 GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO

En este concepto se engloban gastos del astillero que pueden asignarse a un buque determinado, sin corresponder a equipos o materiales incorporados al mismo.

Estos gastos incluyen los siguientes:

- **Gastos de ingeniería:**
  1. Proyecto contratado en el exterior
  2. Ensayos de canal
  3. Estudios especiales contratados en el exterior
  
- **Clasificación, reglamentos y certificados**
  1. Sociedad de Clasificación
  2. Otras entidades reguladoras
  3. Inspección de buques
  4. Colegio Oficial de Ing.Navales
  
- **Pruebas y garantía**
  1. Botadura
  2. Prácticos y remolcadores
  3. Varada
  4. Pruebas, ensayos, montadores y supervisores
  5. Garantía
  
- **Armador y entrega**
  1. Maqueta
  
- **Servicios auxiliares durante la construcción. (Incluidos en gastos generales)**
  1. Andamiaje
  2. Instalación provisional de fuerza y alumbrado
  3. Limpieza

- **Otros costos generales**

1. Seguro de construcción

En primera aproximación puede aceptarse que el conjunto de los gastos antedichos es proporcional a la valoración del 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 euros y 0,03 para  $V_t = 60$  millones de euros. ("Proyectos de buques y artefactos". Prof. Fernando Junco)

Tomando un 5% como factor de proporcionalidad y obteniendo como suma del valor de los **materiales y mano de obra 5161381 euros**, obtenemos como gastos varios del astillero:

**$C_{\text{GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO}} = 258069$  euros**

## 2.4 RESUMEN DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN

La suma de las principales partidas anteriormente calculadas, nos dará el coste de construcción.

COSTES DE MATERIALES	3454908 euros
COSTES MANO DE OBRA	1706473 euros
COSTES VARIOS DEL ASTILLERO	258069 euros
<b>TOTAL DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>5419450 euros</b>

## 3 BENEFICIO Y PRECIO DE MERCADO

El precio de mercado de un buque es la cantidad que el astillero puede obtener del armador como compensación por su construcción y entrega.

En términos generales, y salvo que existan factores de distorsión de la oferta y la demanda, puede suponerse que el valor de contrato es igual al precio de mercado.

El beneficio industrial del astillero es la diferencia entre los ingresos totales derivados de la construcción del buque y los costos totales correspondientes.

El valor del beneficio industrial, expresado como porcentaje del costo 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.

Al haber obtenido un coste total de construcción de 5419450 euros, y estableciendo un beneficio industrial de un 12%, tendremos:

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	5419450 euros
BENEFICIO INDUSTRIAL	650334 euros
<b>VALOR DE CONTRATO SIN IVA</b>	<b>6069784 euros</b>

#### 4 GASTOS DEL ARMADOR

Además del valor del contrato, el armador tendrá que hacer frente a otra serie de gastos, que sumados al anterior, nos servirán para conocer la inversión que tendrá que realizar.

Los descomponemos en los siguientes:

- **Gastos de constitución de hipoteca**

Pueden expresarse de la forma:

$$C_{hipoteca} = 0,005 \times C \times (1,2 + 3i)$$

Siendo:

C = importe del crédito. Consideramos en este punto, el valor de contrato calculado anteriormente

i = el tipo de interés en tanto por uno. Tomo el valor de 0,04

$$C_{hipoteca} = 40061 \text{ euros}$$

- **Escritura de entrega e impuestos por actos jurídicos y documentados**

$$C_{ajd} = 0,005 \times V_c$$

$V_c$  es el valor de contrato del buque

$$C_{ajd} = 30349 \text{ euros}$$

- **Gastos notariales**



Pueden estimarse en el 10% de la suma de los dos anteriores

**G<sub>notariales</sub> = 7041 euros**

- **Intereses intercalarios del crédito naval durante la construcción**

Su costo puede estimarse, para casos normales, como:

$$C_{intereses\ intercalarios} = (0,0167 \times M_e + 0,035 \times M_c) \times C \times i$$

Con:

$M_e$  = plazo de entrega, en meses, desde la entrada en vigor del contrato hasta la entrega. (22 meses)

$M_c$  = plazo de construcción, en meses, desde la puesta en quilla a la entrega. (16 meses)

**$C_{intereses\ intercalarios} = 225165$  euros**

- **Inspección del armador**

Lo estimaremos como:

$$C_{inspección\ armador} = 0,001 \times V_c + 1650 \times M_c$$

**$C_{inspección\ armador} = 32470$  euros**

- **Cargos y respetos no incluidos en el contrato de construcción**

$$C_{cargos\ y\ respetos} = 18000 + K_l \times V_c + 600 \times BHP^{1/3}$$

$K_l$  = constante cuyo valor oscila entre 0,001 y 0,0012, según la complejidad del buque. Tomaremos 0,001

**$C_{cargos\ y\ respetos} = 34662$  euros**

- **Gastos para su puesta en explotación**

Pueden estimarse como sigue:

$$C_{puesta\ en\ explotación} = 6000 \times (K_l + 0,1 \times BHP^{1/3})$$

$K_l$  oscila entre 1 y 1,5 para barcos sencillos y complejos respectivamente

**$C_{puesta\ en\ explotación} = 16548$  euros**

- **Impuestos**

Se aplicará el 21% al valor de contrato

**C<sub>IVA</sub> = 1274655 euros**

Si sumamos estas distintas partidas, obtenemos:

<b>C<sub>GASTOS DEL ARMADOR</sub> = 1660951 euros</b>
---

## 5 INVERSIÓN TOTAL

Como indicamos anteriormente, si al valor del contrato le sumamos estos gastos a los que el armador tiene que hacer frente, obtendremos el resultado de la inversión total que tendrá que realizar:

VALOR DEL CONTRATO	6069784 euros
GASTOS DEL ARMADOR	1660951 euros
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>7730735 euros</b>

## 6 COSTO DE OPERACIÓN

Enumeramos, a continuación, las partidas que forman el costo de operación de un buque.

### 6.1 COSTES FIJOS DE EXPLOTACIÓN (OPEX)

Permanecen inalterables aunque la actividad marítima sea nula.

Se denominan costes fijos a todos aquellos costes o conceptos necesarios para mantener el buque en condiciones de prestar servicio

- **Mantenimiento y reparaciones:** consideraremos, anualmente, un porcentaje de la inversión (valor de contrato + gastos armador) del orden del 1,5% al 2%. Tomaremos un 1,5%

**C<sub>mantenimiento y reparaciones</sub> = 115962 euros**

- **Pertrechos y varios:** lo basamos también en un porcentaje de la inversión inicial del orden del 1 al 1,5%. Tomamos 1% del valor de contrato

**C<sub>pertrechos y varios</sub> = 60698 euros**

- **Tripulación, víveres:** establecemos una cantidad de 30000 euros por tripulante y año. Aunque son 4 los tripulantes que figuran en la RPA, consideramos 8 para este cálculo, por la necesidad de disponer de otra tripulación en casa para el relevo de la que permanece a bordo.

**C<sub>tripulación</sub> = 240000 euros**

- **Seguros:** puede estimarse como porcentaje del orden del 1 al 1,5% de la inversión inicial.

**C<sub>seguros</sub> = 60698 euros**

Obtenemos, por tanto:

<b>C<sub>costes fijos</sub> = 477358 euros</b>
--

## 6.2 COSTES VARIABLES

Aunque enumeramos aquí los que se consideran para un buque mercante en general, en nuestro caso, partidas como tarifas de paso por canales, practicaaje, etc no se tendrán en cuenta dada la actividad a desarrollar por un remolcador de puerto.

Consideramos dos conceptos:

a) Costes proporcionales

- Consumos en puerto
- Consumos en navegación

b) Costes no proporcionales

- Costes de puerto: tasas y servicios portuarios como amarre, practicaaje, remolque, recogida de residuos, consignación
- Tarifas de paso por canales.
- Comisiones
- Varios

En nuestro caso, la partida de “costes de puerto”, que se considera variable en otro tipo de buque, pasaría a ser fijo debido a que la actividad se lleva a cabo en el mismo puerto durante todo el año.

Por lo explicado anteriormente, en nuestro estudio de viabilidad, todos son costes fijos a efectos de cálculo, ya que también se considera el mismo gasto anual de combustible para todos los años, aunque tengamos la distinción hecha entre costes fijos y combustible y aceite

### **Combustible**

Según información proporcionada por personal de la U.T.E que opera en el puerto de Ferrol, en el año 2016 las maniobras realizadas por un solo remolcador fueron las siguientes:

MANIOBRAS TOTALES	250
HORAS TOTALES	700

El concepto de horas totales, hace referencia a determinados trabajos, que por su particularidad, se facturan por horas y no por precio fijo por maniobra.

Para calcular el consumo de combustible, desglosaremos el tiempo de cada operación, que estableceremos en dos horas, en dos partes:

- a) Una hora entre viaje de ida y vuelta más el tiempo de espera por el buque, con una demanda de 500 Kw (velocidad de 9 nudos), y un consumo específico de 203 gr/Kwh, según especificación técnica de nuestros diésel generadores. En esta situación, sólo sería necesario un generador, trabajando al 37%.
- b) Una hora de operación, con una demanda estimada de 2000 Kw (dos generadores trabajando al 75%), y un consumo específico de 195 gr/Kwh cada uno de ellos

Tendremos, por tanto, un consumo en cada maniobra de:

$$\text{Consumo}_{\text{maniobra}} = \left( 500 \text{ Kw} \times 203 \frac{\text{gr}}{\text{Kwh}} \times 1 \text{ hora} \right) + \left( 2000 \text{ Kw} \times 195 \frac{\text{gr}}{\text{Kwh}} \times 1 \text{ hora} \right)$$

$$\text{Consumo}_{\text{maniobra}} = 491500 \text{ gr} = 0,4915 \text{ t}$$

Al ser 250 maniobras:

$$\text{Consumo}_{\text{total maniobras}} = 122,875 \text{ t}$$

Para establecer el consumo de las 700 horas que no forman parte de las maniobras habituales, procedemos de la misma manera: 350 horas serán con una demanda de 500 Kw, y las otras 350 demandando 2000 Kw

$$C_{700horas} = \left( 350 \text{ horas} \times 500 \text{ Kw} \times 203 \frac{\text{gr}}{\text{Kwh}} \right) + \left( 350 \text{ horas} \times 2000 \text{ Kw} \times 195 \frac{\text{gr}}{\text{Kwh}} \right)$$
$$C_{700horas} = 172025000 \text{ gr} = 172 \text{ toneladas}$$

**Consumo total = 295 t**

Estableciendo un precio de 650 euros/tonelada:

**Gasto combustible = 191750 euros**

### Aceite

El gasto del aceite lo estimamos en un 5% del gasto de combustible

**Gasto aceite = 7670 euros**

Tendremos, por tanto, un gasto anual de combustible y aceite:

**Gasto combustible+aceite = 199420 euros**

## **7 ESTUDIO DE VIABILIDAD**

Realizaremos un estudio de viabilidad, en el que calcularemos el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), así como el período de recuperación (PR).

### Cálculo del flete

El precio de cada una de las maniobras citadas en el apartado anterior, está estipulado según el GT de los buques a los que prestan servicio en cada una de ellas.

La Autoridad Portuaria publica una lista de precios, en vigor desde Enero del 2012, en la cual además de distinguir según el GT, lo hace también según la operación se realice en zona A, desde la línea entre castillos hacia dentro de la ría, o zona B, hacia el exterior de la misma, siendo casi todas estas últimas las realizadas en el puerto exterior.

Por desconocer el desglose de las mismas, para nuestro cálculo, consideraremos un precio de 6240 euros por maniobra para todas ellas.

Mostramos a continuación la lista de las tarifas aplicables

TARIFAS BASES MÁXIMAS AUTORIZADAS POR LA AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL – SAN CIPRIAN EL 31/12/2011 Y VIGENTES DESDE EL 1 DE ENERO DE 2012			
G. T. Buque		Zona A	Zona B
Hasta	1000	387,14	522,65
1001	2000	518,73	700,28
2001	3000	646,93	873,36
3001	5000	782,81	1.056,80
5001	7000	914,87	1.235,09
7001	10000	1.094,23	1.477,20
10001	15000	1.499,34	2.024,11
15001	20000	1.714,56	2.314,65
20001	25000	2.070,47	2.795,13
25001	30000	2.277,98	3.075,28
30001	35000	2.571,03	3.470,90
35001	40000	2.864,06	3.866,48
40001	45000	3.157,09	4.262,08
45001	50000	3.450,11	4.657,65
50001	55000	3.743,14	5.053,25
55001	60000	4.036,17	5.448,84
60001	65000	4.329,20	5.844,42
65001	70000	4.622,24	6.240,02
70001	75000	4.915,26	6.635,60
75001	80000	5.208,28	7.031,16
80001	85000	5.501,32	7.426,76
85001	90000	5.794,33	7.822,35
90001	95000	6.087,35	8.217,92
95001	100000	6.380,39	8.613,53
100001	105000	6.673,42	9.009,12
105001	110000	6.966,45	9.404,70
110001	115000	7.259,47	9.800,29
115001	120000	7.552,50	10.195,88
Cada 5.000 más		293,02	395,58
<b>Tarifa horaria</b>		<b>477,02</b>	<b>477,02</b>

Los ingresos anuales, serán:

$$\text{Ingresos anuales} = (250 \times 6240) + (700 \times 477) = \mathbf{1893900 \text{ euros}}$$

### Amortización

Establecemos un plazo de amortización de 20 años, siendo éste el máximo permitido por la ley.

### **Vida útil**

Consideraremos 25 años la vida útil del remolcador

### **Valor residual**

Como valor residual es normal tomar el 5%

A efectos contables es correcto hacerlo de la inversión y no del valor de contrato.

### **Tipo impositivo**

Está fijado actualmente en un 25% regulado por la ley de impuesto de sociedades.

### **Financiación**

De la inversión total necesaria calculada anteriormente, se decide financiar el 75%, afrontando el 25% restante con fondos propios.

INVERSIÓN TOTAL	7730735 euros
PRÉSTAMO	<b>5798051 euros</b>
FONDOS PROPIOS	1932684 euros

Acordamos con la entidad financiera devolver el préstamo en 15 años siguiendo el método francés con cuotas constantes.

Consideraremos un interés de un 4% anual

En el siguiente cuadro se presenta la evolución durante esos años. Aún siendo constante el pago anual, no lo es la parte de ese pago que se dedica a amortizar el crédito, así como la parte dedicada a intereses. A medida que pasan los años, aumenta la partida dedicada a amortizar el préstamo, y disminuyen los intereses, como consecuencia de la disminución que se va produciendo del saldo final.

AÑO	INTERÉS	AMORTIZACIÓN	PAGO	SALDO FINAL
0				5.798.051
1	231.922	289.561	521.483	5.508.490
2	220.340	301.144	521.483	5.207.347
3	208.294	313.189	521.483	4.894.157
4	195.766	325.717	521.483	4.568.441
5	182.738	338.745	521.483	4.229.695
6	169.188	352.295	521.483	3.877.400
7	155.096	366.387	521.483	3.511.013
8	140.441	381.043	521.483	3.129.970
9	125.199	396.284	521.483	2.733.686
10	109.347	412.136	521.483	2.321.550
11	92.862	428.621	521.483	1.892.929
12	75.717	445.766	521.483	1.447.163
13	57.887	463.597	521.483	983.567
14	39.343	482.140	521.483	501.426
15	20.057	501.426	521.483	0

## Resultados

Presentamos el escenario planteado y explicado en apartados anteriores:



Inversión	7.730.735
Amortización	5%
Valor residual	386.537

Horas trabajadas	700
Precio hora trabajada	477
Maniobras anuales	250
Ingreso medio por maniobra	6.240
Ingresos totales	1.893.900

Importe préstamo	5.798.051
Tasa de interés	4%
Período devolución	15

Costes fijos	520.742
Cuota anual préstamo	521.483
Amortización	386.537
Combustible y aceite	199.420
Costes fijos totales	1.628.182

Tasa descuento	3%
Tipo impositivo	25%

En el cuadro siguiente, se muestran los flujos netos de caja (Cash Flow), a partir de los cuales se calcula tanto el valor actual neto como la tasa interna de retorno.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión	-7.730.735															
Valor residual																386.537
<b>FNC Inversión</b>	<b>-7.730.735</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>386.537</b>
Ingresos	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900	1.893.900
Costes fijos	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645	1.241.645
Amortización	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537	386.537
Benefic antes de impuestos	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718	265.718
Impuesto	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430	66.430
Beneficio neto	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289	199.289
<b>FNC Operativo</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>
<b>FNC Proyecto</b>	<b>-7.144.910</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>585.825</b>	<b>972.362</b>
FNC Acumulados	-7.144.910	-6.559.084	-5.973.259	-5.387.434	-4.801.608	-4.215.783	-3.629.958	-3.044.132	-2.458.307	-1.872.481	-1.286.656	-700.831	-115.005	470.820	1.056.645	2.029.007

A partir de los flujos acumulados, representados en la última fila, se calcula el plazo de recuperación (PR).

Una vez realizados los cálculos, obtenemos los siguientes resultados:

<b>VAN</b>	93.921
<b>TIR</b>	3,180%
<b>PR</b>	13

Como vemos, se obtiene un valor actual neto (VAN) positivo, y una tasa interna de retorno (TIR), por encima de la tasa de descuento del 3% empleada en el cálculo del VAN.

El plazo de recuperación es de 13 años.

Todo esto indica que, con el escenario planteado, la inversión por parte del armador resulta viable, obteniendo un beneficio anual antes de impuestos de 265718 euros, y de continuar el tipo impositivo en el 25%, el **beneficio neto anual sería de 199289 euros.**