



**UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**PROYECTO FIN DE GRADO**

**LNG TANKER 35000 m<sup>3</sup> PARA PROPÓSITOS DE**

**BUNKERING N° 16-14**

Autor: Juan González Santomé

Tutor del proyecto: Fernando Lago Rodríguez

**CUADERNO 13:**

**PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL**

*CURSO 2.015-2016*

**PROYECTO NÚMERO 16 - 14**

**TIPO DE BUQUE :** Gasero LNG

**CLASIFICACIÓN , COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN :** NK NS (LNG tipo 2G)  
SOLAS MARPOL CIG

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Carga refrigerada, 35.000 M3

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA :** 18 nudos al 85% MCR y 10 % MM

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA :** De acuerdo con el proyecto.

**PROPULSIÓN :** Diesel eléctrica dual fuel. Dos líneas de ejes

**TRIPULACIÓN Y PASAJE :** 29 tripulantes

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES :** Hélice transversal en proa. Además, cualquier otro tipo de sistema necesario para el funcionamiento normal.

Ferrol, Febrero de 2.016

**ALUMNO : D. Juan González Santomé**

## ÍNDICE

1.- Introducción . . . . .	4
2.- Costes de materiales y gastos del astillero vinculados a ellos . . . . .	6
2.1.- Casco. . . . .	6
2.2.-Equipo, armamento e instalaciones . . . . .	11
2.3.-Maquinaria auxiliar de cubierta. . . . .	17
2.4.-Propulsión . . . . .	18
2.5.-Maquinaria auxiliar de propulsión . . . . .	20
2.6.-Pertrechos y respetos . . . . .	24
2.7.-Instalaciones especiales . . . . .	24
3.- Costes de mano de obra y gastos del astillero vinculados. . . . .	29
3.1.- Casco. . . . .	29
3.2.-Equipo, armamento e instalaciones . . . . .	32
3.3.-Maquinaria auxiliar de cubierta. . . . .	35
3.4.-Propulsión. . . . .	36
3.5.-Maquinaria auxiliar de propulsión. . . . .	37
3.6.-Pertrechos y respetos . . . . .	40
3.7.-Instalaciones especiales . . . . .	40
4.-Beneficio y pagos del armador. . . . .	43
5.- Estudio de viabilidad . . . . .	44
5.1.-Tiempo de construcción y operatividad del buque . . . . .	44
5.2.- Amortizaciones . . . . .	46
5.3.- Gastos operativos del buque. . . . .	47
5.4.- Cash Flow Extraoperativo del buque . . . . .	52
5.5.- Cash Flow Total . . . . .	56
5.6.- TIR, VAN y conclusiones. . . . .	60
5.7.- Proyecto financiado . . . . .	61

## 1.- Introducción

Como fase final del proyecto se realizará un estudio para hallar el coste y la viabilidad operativa del buque en el mercado real. Para la gran mayoría de los datos acudiremos a los cálculos ya realizados en cuadernos anteriores.

En cuanto a los supuestos económicos de presupuesto, se utilizará el libre del profesor Fernando Junco Ocampo llamado "Proyectos de buques y artefactos: Anteproyecto y dimensionamiento preliminar. Contrato de construcción."

A continuación observamos los datos principales del buque de proyecto.

<b>LNG Bunkering</b>	
<b>L</b>	<b>168,42 m</b>
<b>B</b>	<b>30,51 m</b>
<b>D</b>	<b>17,95 m</b>
<b>T</b>	<b>8,8 m</b>
<b>Cb</b>	<b>0,68</b>
<b>Cp</b>	<b>0,71</b>
<b>CM</b>	<b>0,97</b>
<b>v</b>	<b>18 Kn</b>
<b>Fn</b>	<b>0,22</b>
<b>m<sup>3</sup></b>	<b>35000 m<sup>3</sup></b>
<b>V desplazado</b>	<b>31693 m<sup>3</sup></b>

Tabla 1: Datos del buque

Cualquier dato no adjunto directamente se podrá obtener de los cuadernos anteriores.

## **1ª Parte. Presupuesto**

Existen muchos conceptos dentro del buque que se han de considerar a la hora de tener en cuenta su gasto. Por ello, se desglosarán todas las partidas en las que se van a incurrir al inicio de esta parte, para su posterior análisis. Se incurren en:

### -Casco

- Acero laminado y perfiles
- Resto de materiales del casco
- Timón
- Materiales auxiliares para la construcción del acero estructural
- Preparación de superficies
- Pintura y galvanizado
- Control de la corrosión

### -Equipo, armamento e instalaciones

- Equipos de fondeo, amarre y remolque
- Medios de salvamento
- Habilitación
- Fonda y hotel
- Aire acondicionado
- Navegación y comunicaciones
- Medios contra incendios
- Instalación eléctrica
- Armamento

### -Maquinaria auxiliar de cubierta

- Equipo de gobierno
- Equipos de maniobra de cubierta

### -Propulsión

- Maquinaria de propulsión
- Línea de ejes
- Hélices de propulsión

### -Maquinaria auxiliar de propulsión

- Sistemas de circulación y refrigeración de las plantas propulsoras y auxiliares
- Generación de vapor
- Sistema de arranque de motores
- Sistema de manejo de combustible
- Sistema de purificación
- Equipos auxiliares del casco
- Equipos sanitarios

- Pertrechos y respetos
  - Eje de cola

- Instalaciones especiales

- Instalaciones especiales de servicios de carga
- Instalaciones y equipos de automatización, control y alarma
- Sistema de estabilización y auxiliares a la maniobra
- Instalaciones y equipos contraincendios especiales
- Instalaciones y equipos de seguridad especiales

## **2.- Costes de materiales y gastos del astillero vinculados a ellos**

### **2.1.- Casco**

#### **-Acero laminado y perfiles**

Según el libro de Fernando Junco Ocampo, no es posible estimar mediante una fórmula generalizada el coste de los perfiles y aceros laminados. Por ello, se consultará el precio de acero a día de hoy. Se estima un total de 460 dólares, lo cual son unos 404 euros por tonelada. Se añadirá un margen de 40 euros a mayores para cubrir posibles subidas en los meses sucesivos.

Para los perfiles básicos, se utilizará un precio fijo de 470 € por tonelada. Se supondrá un 20% de peso de aceros como acero de perfiles.

A continuación tendremos que calcular el peso bruto del acero para obtener los costes. El peso bruto se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Peso bruto (t)} = \text{Peso neto (t)} \cdot 1,15$$

Del cuaderno 2 se extrae un peso neto de acero de 8162,42 t. De esta manera

$$\text{Peso bruto (t)} = 8162,42 \cdot 1,15 = 9386,78 \text{ t}$$

Un 20% se supondrá peso de perfiles, por lo que:

$$\text{Peso bruto perfiles (t)} = 9386 \cdot 0,2 = 1877,36 \text{ t}$$

Por lo tanto, los costes serán

$$\text{Coste de acero laminado} = (9386-1877,36) \cdot 444 = 3334185 \text{ €}$$

$$\text{Coste de perfiles} = 1877,36 \cdot 470 = 882358 \text{ €}$$

#### **-Resto de materiales del casco**

Estos costes de acero además afectarán a los palos y los polines. Para los palos, se utilizará la siguiente expresión para hallar su peso:

$$Ppa = 0,0046 \cdot L^{2/3} \cdot Lpa$$

Suponiendo una altura de palo de 20 metros, se obtiene:

$$Ppa = 0,0046 \cdot 168,42^{2/3} \cdot 20 = 2,81 \text{ t}$$

$$\text{Coste de los palos} = 2,81 \cdot 444 = 1246 \text{ €}$$

Para el peso de los polines, se utilizará la fórmula del libro:

$$Ppo = 0,0033 \cdot \text{BHP} + 0,0034 \cdot \text{KW} \cdot 1500/\text{rpm} + 0,14 \cdot \text{Nmc} \cdot \text{Tmc}^{2/3} + 0,075 \cdot \text{Nma} \cdot \text{Tma} + 0,024 \cdot \text{Nm} \cdot d^{1,5} + 3,7 \cdot 10^{-6} \cdot L \cdot H \cdot (Vs + 2)^2$$

Debido a que existen datos que no se conocen, se supondrán extraídos de otros buques

BHP: Potencia propulsora (16500 KW)

KW: Potencia en motores auxiliares (0 KW)

rpm: Revoluciones del motor auxiliar (0)

Nmc: Número de maquinillas de carga (se supondrán 5)

Tmc: Tracción de maquinillas de carga (se supondrá de 686 t)

Nma: Número de maquinillas de amarre (se supondrán 5)

Tma: Tracción de las maquinillas de amarre (686 t)

Nm: Número de molinetes (6)

d: Diámetro de la cadena del ancla (120 mm)

De esta manera, el peso bruto de los polines queda:

$$Ppo = 0,0033 \cdot 16500 + 0,0034 \cdot 0 + 0,14 \cdot 5 \cdot 686^{2/3} + 0,075 \cdot 5 \cdot 686 + 0,024 \cdot 6 \cdot 0,12^{1,5} + 3,7 \cdot 10^{-6} \cdot 168,42 \cdot 8,8 \cdot (18 + 2)^2 = 368,35 \text{ t}$$

$$\text{Coste de polines} = 368,35 \cdot 444 = 163546 \text{ €}$$

Para las piezas fundidas, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Coste piezas fundidas} = 4 \cdot L \cdot H$$

$$\text{Coste piezas fundidas} = 4 \cdot 168,42 \cdot 8,8 = 5928 \text{ €}$$

#### **-Timón**

El coste del timón se averiguará por la siguiente fórmula:

$$\text{Coste timón} = 40 \cdot C_{\text{timón}}^2 \cdot H_{\text{tim}}$$

C<sub>timón</sub>: Longitud media del timón. Del Cuaderno 6 se extraen 3,7 metros

H<sub>tim</sub>: Altura del timón, que son 7,4 metros

De esta manera, el coste queda:

$$\text{Coste timón} = 40 \cdot 3,7^2 \cdot 7,4 = 4052 \text{ €}$$

Al ser 2 timones, serán 9004 €

#### **-Materiales auxiliares para la construcción del acero estructural**

El coste de materiales auxiliares se contabilizará como 50 euros a mayores por cada tonelada de acero estructural que se introduzca en el buque. De esta manera, utilizaremos el peso bruto anteriormente calculado para obtener este valor:

$$\text{Coste} = \text{Peso bruto de acero} \cdot 50$$

$$C_{\text{macae}} = 9386 \cdot 50 = 469339 \text{ €}$$

#### **-Preparación de superficies**

Tendremos en cuenta la preparación de las superficies en dos partidas principales, el granallado y la imprimación. Para ello son necesarias las superficies del casco, las cubiertas, y los mamparos

Casco: De las formas introducidas en el Maxsurf Stability Advanced se extrae que la superficie total del casco es de 9356 m<sup>2</sup>

Cubiertas: solo se considerará la cubierta principal, ya que las demás no son estancas y sólo se prolongan por la cámara de máquinas. La cubierta principal tiene un total de 1582 m<sup>2</sup>

Mamparos: Se considera un total de 10 mamparos, con un área de 420 m<sup>2</sup> cada uno.

Para el granallado, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Coste granallado} = S_{\text{ext}} \cdot 8 + S_{\text{int}} \cdot 15$$

$$\text{Coste granallado} = (9356+1582) \cdot 8 + (4200+9356) \cdot 15 = 290844 \text{ €}$$

Para la imprimación

$$\text{Coste imprimación} (S_{\text{ext}} + S_{\text{int}}) \cdot 8 = 195952 \text{ €}$$

### **-Pintura y galvanizado**

La pintura será de tipo epoxi. Para las diversas zonas del buque, se utilizarán diferentes espesores de pintura. El factor para la obtención del coste será de 0,011 €/ m<sup>2</sup> μ. Se utilizarán los siguientes espesores:

- Obra viva: El espesor será de 350 micras
- Obra muerta: El espesor será de 185 micras
- Interior del casco: El espesor será de 100 micras

Las superficies son las siguientes:

- Obra viva: 6200 m<sup>2</sup>
- Obra muerta: 5869 m<sup>2</sup>
- Interior del casco: 13556 m<sup>2</sup>

De esta manera, los costes quedan:

$$\text{Coste de pintura obra viva} = 350 \cdot 0,011 \cdot 6200 = 23870 \text{ €}$$

$$\text{Coste de pintura obra muerta} = 185 \cdot 0,011 \cdot 5869 = 11943 \text{ €}$$

$$\text{Coste de pintura interior de casco} = 100 \cdot 0,011 \cdot 13556 = 14912 \text{ €}$$

Para los costes de la pintura de las tuberías, en el libro de Fernando Junco Ocampo se puede encontrar la siguiente relación:

Coste de pintura tuberías:  $0,18 \cdot (0,057 \cdot \text{BHP} + 0,18 \cdot L) \cdot K$

K es 4,8 para las pinturas epoxi

Coste de pintura tuberías =  $0,18 \cdot (0,057 \cdot 16500 + 0,18 \cdot 167,73) \cdot 4,8 = 1311€$

Para el galvanizado, utilizaremos una fórmula que depende de los costes anteriormente calculados, de costes de pintura de obra viva, obra muerta e interior:

Galvanizado =  $0,075 \cdot (23870 + 11943 + 14912) = 3804,38 €$

#### -Control de la corrosión:

Para el control de la corrosión se utilizará la siguiente fórmula:

Coste protección catódica =  $1,55 \cdot \text{superficie mojada}$

Del cuaderno 3 extraemos una superficie mojada de 6105 m<sup>2</sup>. Por lo tanto

Coste de protección catódica =  $1,55 \cdot 6105 = 9462,75 €$

Los costes hasta ahora se reflejarán en la siguiente tabla

Concepto	Coste	Unidades
Acero laminado	3334185,3 €	
Perfiles	882357,6 €	
Palos	1245,76 €	
Polines	163546,22 €	
Piezas fundidas	5928,38 €	
Timones	8104,48 €	
Materias auxiliares para la construcción de acero estruc	469339,15 €	
Granalado	290844 €	
Imprimación	195952 €	
Pintura y galvanizado	55660,4 €	
Corrosión	9462,75 €	
<b>TOTAL</b>	<b>5416626 €</b>	

## 2.2.- Equipo, armamento e instalaciones

Como anteriormente, se separarán las diversas partidas anteriormente citadas que entran en este grupo.

### -Anclas

Según el libro anteriormente citado, se puede suponer un coste unitario de 2500€/t de ancla. Al no haber realizado el cuaderno referente a equipos del buque, no se sabe con exactitud el peso de las anclas. Se supondrán un total de 3 anclas, pesando 13 toneladas cada una. De esta manera, el coste queda:

$$\text{Coste anclas} = 2500 \cdot \text{n}^{\circ} \text{ anclas} \cdot \text{peso anclas}$$

$$\text{Coste anclas} = 2500 \cdot 3 \cdot 13 = 97500 \text{ €}$$

### -Cadenas, cables y estachas

El coste se estimará mediante la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 0,15 \cdot K \cdot d^2 \cdot L_c$$

K es un coeficiente determinado por el tipo de acero. Para aceros normales tipo A, se utilizará un K de 0,275

d es el diámetro de la cadena, estimado en 100 mm

L<sub>c</sub> es la longitud total de las cadenas, que se estimará en 550 metros

De esta manera, el coste estimado queda:

$$\text{Coste} = 0,15 \cdot 0,275 \cdot 100^2 \cdot 550 = 226875 \text{ €}$$

### -Medios de salvamento

Para el cálculo de costes de botes salvavidas, se considerará la siguiente fórmula:

$$C_{\text{botes}} = K_{\text{BO}} \cdot N_p^{2/3}$$

$K_{BO}$  se trata de un coeficiente dependiente de el tipo de bote que se está utilizando. En este ca'so, para el bote de caída libre se considerará un coeficiente de 4500

$N_p$  será el número de capacidad de personas del bote (32)

$$C_{botes} = 4500 \cdot 32^{2/3} = 45357€$$

Para las balsas, la formulación es similar

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

$K_{ba}$ , en este caso, se considerará 1000

Para el valor  $N_p$ , tendremos 6 balsas con 15 personas de capacidad

$$C_{balsas} = 1000 \cdot 15^{1/3} \cdot 6 = 14797 €$$

Para los dispositivos de lanzamiento de botes y balsas:

$$C_{disp} = K_{disp} \cdot N_p^{2/3}$$

Se considera 4000 para  $K_{disp}$  y  $N_p$  es la capacidad del bote, siendo 32

$$C_{disp} = 4000 \cdot 32^{2/3} = 40317 €$$

El coste de los equipos generales, como pueden ser aros o chalecos, se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Coste} = 2500 + 30 \cdot N$$

Existen 29 tripulantes a bordo

$$\text{Coste} = 2500 + 30 \cdot 29 = 3370 €$$

### **-Habilitación**

El coste de área de habilitación se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Coste hab} = K_h \cdot S_h$$

$K_h$  se trata de un coeficiente dependiente de la calidad. Se estimará un coeficiente de 250

$S_h$  se trata de la superficie de habitación. Con 4 cubiertas y una superficie de 17 x 24 m, la superficie es de 1632 m<sup>2</sup>

$$\text{Coste hab} = 250 \cdot 1632 = 408000\text{€}$$

### **-Fonda y hotel**

Este concepto se desglosará en más partidas. Para la cocina y oficinas:

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

$K_{co}$  se considera 420 para buques oceánicos generales

$N$ , el número de tripulantes a bordo, 29

$$C_{co} = 420 \cdot 29 = 12180 \text{ €}$$

Para el coste de la gambuza frigorífica:

$$\text{Coste} = 1800 \cdot V^{2/3}$$

Del cuaderno 7 se extrae el volumen de la gambuza, siendo este 125 metros cúbicos

$$\text{Coste} = 1800 \cdot 125^{2/3} = 45015 \text{ €}$$

Para lavandería, se supondrá un coste de 240 euros por tripulante que pernocte. Si se consideran todos los tripulantes fijos en el buque, se obtiene un valor de 6960 €

### **-Aire acondicionado:**

Para el aire acondicionado y el equipo de calefacción se tomará un coste de 60 euros por metro cuadrado de la misma. De esta manera:

$$\text{Coste} = 60 \cdot 1632 = 97920 \text{ €}$$

**-Navegación y comunicaciones**

En el libro citado anteriormente aparece una tabla con los diferentes aparatos y sus costes mínimos y máximos. A este coste hay que añadirle los equipos auxiliares de navegación, un gasto por comunicaciones extremas (en situaciones de emergencia) y las comunicaciones internas.

Para los equipos de navegación supondremos un coste de 107600€, obtenido de la suma de los diversos aparatos que existen en el puente.

A mayores, se tendrá que suponer un 8% de este valor como auxiliares, siendo un coste adicional de 8608 €.

Como comunicaciones extremas, se añadirá un sobrecoste de 60000 €

Por último, se añadirán 20000 € para las comunicaciones internas.

Esto hace un total de 196208 € para la navegación y las comunicaciones

**-Métodos contraincendios**

El coste de los medios contraincendios en la cámara de máquinas se pueden estimar con la siguiente fórmula:

$$\text{Coste} = 8,4 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B$$

siendo los últimos valores las dimensiones de la CM, siendo B la manga del buque.

Del cuaderno 4 se extrae una eslora de 24 metros y un puntal igual al puntal del buque, 17,95 metros.

$$\text{Coste} = 8,4 \cdot 24 \cdot 30,51 \cdot 17,95 = 110407 \text{ €}$$

Para las instalaciones fijas en cubiertas, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Coste} = 11 \cdot (1 + 0,0011 \cdot L) \cdot L \cdot B$$

$$\text{Coste} = 11 \cdot (1 + 0,0011 \cdot 168,42) \cdot 168,42 \cdot 30,51 = 66995 \text{ € a mayores}$$

Obtenemos un coste total de 177402 €

**-Instalación eléctrica**

El coste de la instalación eléctrica viene dada por:

$$\text{Coste instalación eléctrica} = 480 \cdot \text{KW}^{0,77}$$

$$\text{Coste instalación eléctrica} = 480 \cdot 16500^{0,77} = 848601 \text{ €}$$

**-Armamento**

Se incurrirán en 6 partidas a mayores para reflejar el gasto de esta. Para las puertas, portillos y ventanas:

$$\text{Coste p,p,v} = 2705 \cdot N^{0,48}$$

$$\text{Coste p.p.v} = 2705 \cdot 29^{0,48} = 13167 \text{ €}$$

Para las escalas y los pasamanos:

$$\text{Coste escalas y pasamanos} = 22,2 \cdot L^{1,6}$$

$$\text{Coste escalas y pasamanos} = 22,2 \cdot 168,42^{1,6} = 81018 \text{ €}$$

Para las escotillas, las lumbreras y los registros:

$$\text{Coste} = 12,6 \cdot L^{1,5}$$

$$\text{Coste} = 12,6 \cdot 168,42^{1,5} = 27540 \text{ €}$$

Para los accesorios de amarre:

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

,donde los valores finales son las dimensiones del buque

$$\text{Coste accesorios} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (168,42 \cdot (30,51+17,95))^{0,815} = 205784 \text{ €}$$

La escala real y los medios de subida se miden por la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 2000 + 1350 \cdot (D-0,03 \cdot L) \cdot \text{Ner}$$

, donde Ner es el número de escalas reales, que se hipotizará en 2

$$\text{Coste} = 2000 + 1350 \cdot (17,95 - 0,03 \cdot 168,42) \cdot 2 = 36823 \text{ €}$$

Para los toldos y los accesorios de respeto, la fórmula es la que sigue:

$$\text{Coste} = 40 \cdot (L \cdot (B+D))^{0,68}$$

$$\text{Coste} = 40 \cdot (168,42 \cdot (30,51 + 17,95))^{0,68} = 18284 \text{ €}$$

En total, el valor de esta partida es de 382617 €

Para esta partida total de equipo, armamento e instalaciones se recogen los siguientes costes:

Concepto	Coste	Unidades
Anclas	97500 €	
Cadenas, clabes y estachas	226875 €	
Botes	45357,16 €	
Balsas	14797,27 €	
Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas	40317,47 €	
Gstos varios de los sistemas de salvamento	3370 €	
Habilitación	408000 €	
Cocina	12180 €	
Gambuza	45015 €	
Lavandería	6960 €	
Aire acondicionado	97920 €	
Navegación y comunicaciones	196208 €	
Métodos contraincendios	177402,23 €	
Instalación eléctrica	848601,65 €	
Armamento	382616,89 €	
<b>TOTAL</b>	<b>2603121 €</b>	

## 2.3.- Máquina auxiliar de cubierta

### -Equipo de gobierno

El equipo de gobierno se calculará según el par que tenga que dar el servomotor. La relación a cumplir es la siguiente:

$$\text{Coste de equipo de gobierno} = 3700 \cdot M^{2/3}$$

M será el par necesario en el timón en Kn·m. Del cuaderno 6, se extrae que par necesario para cada es de 712 Kn · m. De esta manera:

$$\text{Coste de equipo de gobierno} = 3700 \cdot 712^{2/3} = 295022 \text{ €}$$

### -Equipos de maniobra de cubierta

Se diferenciarán en molinetes, cabrestantes y chigres de maniobra

Para los molinetes, tenemos que:

$$\text{Costem} = 300 \cdot d^{1,3}$$

,donde d es el diámetro de la cadena (100mm)

$$\text{Costem} = 300 \cdot 100^{1,3} = 119432 \text{ €}$$

Para los cabrestantes

$$\text{Costecab} = 2250 \cdot T_{cab}^{1,6}$$

,donde Tcab es la tracción de los cabrestantes. Se supondrá 8

$$\text{Costecab} = 2250 \cdot 8^{1,6} = 62680 \text{ €}$$

Para los chigres de maniobra:

$$\text{Costechig} = 7800 \cdot T_{man}^{2/3}$$

Se supondrá una tracción de los chigres de maniobra de 10 t

$$\text{Costechig} = 7800 \cdot 10^{2/3} = 36204 \text{ €}$$

En total, los costes de esta partida son los siguientes

Concepto	Coste	Unidades
Equipos de gobierno	295022,44 €	
Equipos de maniobra y cubierta	218316,18 €	
<b>TOTAL</b>	<b>513339 €</b>	

## 2.4.- Propulsión

### -Maquinaria de propulsión

Para motores propulsores de cuatro tiempos (en este caso, motores generadores), el coste se puede aproximar con la siguiente fórmula:

$$C_{mp4} = 40 \cdot Nc^{0,85} \cdot DIA^{2,2}/RPM^{0,75}$$

, donde Nc es el número de cilindros (9) y DIA es el diámetro de los cilindros (500mm). En cuanto a las revoluciones, que son 500. Obtenemos un valor de coste de:

$$C_{mp4} = 40 \cdot 9^{0,85} \cdot 500^{2,2}/500^{0,75} = 2121645 \text{ € por motor}$$

Se obtiene un total de 4243289 € por ambos motores

### -Línea de ejes

Para el cálculo de acoplamientos, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$C_{acop} = 1700 \cdot BHP/RPM$$

$$C_{acop} = 1700 \cdot 16500/500 = 56100 \text{ €}$$

Para los ejes y las chumaceras:

$$C_{ejeschu} = 3,6 \cdot BHP \cdot 2$$

$$\text{Cejeschu} = 3,6 \cdot 16500 \cdot 2 = 118800 \text{ €}$$

Para las bocinas y los cierres, se utilizará:

$$\text{Coste} = 7,515 \cdot \text{BHP}^{0,85}$$

$$\text{Coste} = 7,515 \cdot 16500^{0,85} = 28893 \text{ €}$$

### -Hélices de propulsión

Se escogerá un costo de 8000 € por tonelada de hélice, correspondiendo a una hélice de tipo CuNiAl. Con dos hélices y un peso de 5,27 toneladas

$$\text{Coste hélices} = 8000 \cdot 5,27 \cdot 2 = 84320 \text{ €}$$

El resumen de estas partidas son:

Concepto	Coste	Unidades
Motores propulsores	4243289,1 €	
Linea de ejes	203792,85 €	
Hélices	84320 €	
<b>TOTAL</b>	<b>4531402 €</b>	

## 2.5.- Maquinaria auxiliar de propulsión

### -Sistemas de circulación y refrigeración de las plantas propulsoras y auxiliares

El coste de esta partida se puede estimar mediante la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 600 + (K1 + K2) \cdot \text{BHP}$$

donde K1 será 2,4 para motores de 4 tiempos y K2 será 0 por no existir enfriado central.

De esta manera:

$$\text{Coste} = 600 + (2,4) \cdot 16500 = 40200 \text{ €}$$

### -Sistemas de generación de vapor

Para esta partida, consideraremos que sólo existen calderas mixtas, siendo 2 y produciendo 40 toneladas de vapor por hora. De forma normal, la fórmula sería:

$$\text{Coste} = 15 \cdot Nca \cdot Qvg + 4,8 \cdot Ncf \cdot Qvf + 6,6 \cdot Ncm \cdot Qcm$$

,siendo los diferentes coeficientes referentes a calderas de gases de escape, calderas mixtas y calderas de quemadores. Para este caso:

$$\text{Coste} = 4,8 \cdot 2 \cdot 40 = 384 \text{ €}$$

### -Sistema de arranque de motores

El coste se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 78 \cdot Nco \cdot Qco$$

, siendo Nco el número de compresores y Qco el caudal de aire comprimido. Se supondrá un total de 4 compresores y un caudal de 4 m<sup>3</sup>/h

$$\text{Coste} = 78 \cdot 4 \cdot 4 = 1248 \text{ €}$$

**-Sistema de manejo de combustible**

Existirán varias partidas dentro de este apartado. Para el equipo de manejo de combustible, se utilizará la siguiente expresión

$$\text{Coste} = 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2,1 \cdot \text{BHP}$$

$N_{bt}$  es el número de bombas de trasiego (4),  $Q_{bt}$  es la capacidad de trasiego de las bombas, en m<sup>3</sup>/h (se estimará 40 m<sup>3</sup>/h). Se obtiene:

$$\text{Coste} = 44 \cdot 4 \cdot 40 + 2,1 \cdot 16500 = 10505 \text{ €}$$

Para el equipo de manejo de lodos, se estimará un valor de 1500 €

Para el equipo de tratamiento de limpieza:

$$\text{Coste trat} = 24 \cdot \text{BHP}^{2/3}$$

$$\text{Coste trat} = 24 \cdot 16500^{2/3} = 15555 \text{ €}$$

Para el equipo de mezcla de combustible, se supone un coste fijo de 42000€

Esto hace un total de 69560 €

**-Sistema de purificación**

Se calculará con la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 1000 + 0,2 \cdot \text{BHP}$$

$$\text{Coste} = 1000 + 0,2 \cdot 16500 = 4300 \text{ €}$$

**-Equipos auxiliares del casco**

Para las bombas de contraincendios, lastre, servicios generales y sentinas se utilizará la siguiente expresión:

$$\text{Coste bombas} = 600 \cdot K1 \cdot Q_{bs}^{1/3} + 960 \cdot K2 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 960 \cdot K3 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 1100 \cdot K4 \cdot Q_{bs}$$

Los coeficientes K1, 2, 3 y 4 dependen de las GT del buque. A continuación se puede observar una tabla con los diversos valores:

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

Del Cuaderno 9 se extrae el valor de 25230, valor muy superior a 4000, por lo que se utilizarán estos valores. Para los caudales, se supondrá un caudal de sentinas de 300 m<sup>3</sup>/h, un caudal de contraincendios de 200 m<sup>3</sup>/h. El coste total es:

$$\text{Coste bombas} = 600 \cdot 3 \cdot 300^{1/3} + 960 \cdot 3 \cdot 300^{1/3} + 960 \cdot 4 \cdot 200^{1/3} + 1100 \cdot 1 \cdot 300$$

$$\text{Coste bombas} = 381348 \text{ €}$$

Para el separador de sentinas, se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 156 \cdot \text{GT}^{0,5} + 5100$$

Con unas GT de 25230, obtenemos:

$$\text{Coste} = 156 \cdot 25230^{0,5} + 5100 = 29879 \text{ €}$$

Se obtiene un total de 411227 € de esta partida

### **-Equipos sanitarios**

Para el generador de agua dulce, estimaremos:

$$\text{Coste generador} = 1380 \cdot \text{Qgad}$$

Se considerará un caudal de 40 toneladas al día

$$\text{Coste generador} = 1380 \cdot 40 = 55200 \text{ €}$$

Para los grupos hidróforos:

$$\text{Coste} = 660 \cdot N^{0,5}$$

$$\text{Coste} = 660 \cdot 29^{0,5} = 3554 \text{ €}$$

Para la planta de tratamiento de aguas residuales:

$$\text{Coste} = 2640 \cdot N^{0,4}$$

$$\text{Coste} = 2640 \cdot 29^{0,4} = 10105 \text{ €}$$

Para el incinerador:

$$\text{Coste} = 11400 \cdot N^{0,4}$$

$$\text{Coste} = 11400 \cdot 29^{0,4} = 43839 \text{ €}$$

El resumen de partida general es el siguiente:

Concepto	Coste	Unidades
Sistema de circulación y refrigeración	40200 €	
Generador de vapor	384 €	
Sistema de arranque de motores	1248 €	
Sistema de manejo de combustible	69559,9 €	
Sistema de purificación	4300 €	
Equipos auxiliares del casco	411227,56 €	
Generador de agua dulce	55200 €	
Grupos hidróforos	3554,21 €	
Planta de tratamiento de aguas residuales	10152,27 €	
Incinerador	43839,34 €	
<b>TOTAL</b>	<b>639665 €</b>	

## 2.6.- Pertrechos y respetos

Se utilizará una fórmula generalizada para la introducción de los respetos generales:

$$\text{Coste respetos} = 0,023 \cdot 1 \cdot V_t + 540 \cdot 1 \cdot N$$

$V_t$  es la valoración total del barco. Debido a que es lo que se quiere calcular, utilizaremos la estimación del cuaderno 1, siendo ésta 26,83 millones de euros; 26830000€

$N$  es el número de tripulantes (29)

$$\text{Coste respetos} = 0,023 \cdot 26830000 + 540 \cdot 29 = 632750 \text{ €}$$

### -Eje de cola

Como respeto especial, se considerará el eje de cola. Las demás piezas de respeto irán introducidas en el cálculo anterior o en los cálculos del propio equipo. Para el eje de cola:

$$C \text{ eje cola} = 2,4 \cdot \text{BHP}$$

$$C \text{ eje cola} = 2,4 \cdot 16500 = 39600 \text{ €}$$

En total, obtenemos unas partidas de 672350€

## 2.7.- Instalaciones especiales

### -Instalaciones especiales de servicio de carga

La parte de los tanques de carga se aproximará a una fórmula para LPGs de tanques prismáticos. La expresión es la siguiente:

$$\text{Coste tanques prismáticos} = 63 \cdot Q_t^{0,975}$$

$Q_t$  es la capacidad de los tanques en m<sup>3</sup>

$$\text{Coste tanques prismáticos} = 63 \cdot 35000^{0,975} = 1679488 \text{ €}$$

Para el aislamiento, se utilizará una fórmula similar:

$$\text{Coste} = 660 \cdot Q_t^{2/3}$$

$$\text{Coste} = 660 \cdot 35000^{2/3} = 706191 \text{ €}$$

Para el soporte de los tanques prismáticos

$$\text{Coste} = 38,1 \cdot Q_t^{0,82}$$

$$\text{Coste} = 38,1 \cdot 35000^{0,82} = 202796 \text{ €}$$

Para las bombas de descarga:

$$\text{Coste bombas} = 30 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot Q_b^{0,82} \cdot H_d^{0,35} \cdot N_b$$

K1 y K2 son coeficientes que toman los valores 1 o 2 dependiendo del tipo de bomba y de el material utilizado. Se utilizarán ambos 2

Q<sub>b</sub> es el caudal de la bomba (2000m<sup>3</sup>/h)

H<sub>d</sub> es la altura de descarga (20 m)

N<sub>b</sub> es el número de bombas (3)

$$\text{Coste bombas} = 30 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2000^{0,82} \cdot 20^{0,35} \cdot 3 = 564310 \text{ €}$$

Para las máquinas de limpieza fijas:

$$\text{Coste máquinas de limpieza} = 6 \cdot L \cdot B$$

$$\text{Coste máquinas de limpieza} = 6 \cdot 168,42 \cdot 30,51 = 30881 \text{ €}$$

Para el coste de tuberías y válvulas, se supondrá un tercio del coste de las bombas, siendo 188103 €

En esta gran partida obtenemos un total de 3389721 €

**-Instalaciones y equipos de automatización y control**

Para los dispositivos de automatización y control se utilizará la siguiente expresión:

$$\text{Coste} = 3240 \cdot K1 \cdot \text{BHP}^{1/3}$$

K1 será 1,5 debido a la automatización por maniobra. El coste queda:

$$\text{Coste} = 3240 \cdot 1,5 \cdot 16500^{1/3} = 123727 \text{ €}$$

Para los equipos restantes, se considerará un valor de 50000 €

**-Sistema de estabilización y auxiliares de maniobra**

El coste puede aproximarse con la siguiente fórmula:

$$\text{Coste de estabilización} = 4500 \cdot B^{0,75}$$

$$\text{Coste de estabilización} = 4500 \cdot 30,51^{0,75} = 58417 \text{ €}$$

**-Instalaciones y equipos contra incendios especiales**

En esta partida se tendrá en cuenta los equipos detectores de incendios y las instalaciones CI de carácter estructural. Para esta última:

$$\text{Coste CI estructural} = K_{CI} + 5,5 \cdot S_h$$

K<sub>CI</sub> será 4600 para los buques de carga

S<sub>h</sub> es la superficie de la habilitación (1632 m<sup>2</sup>)

$$\text{Coste CI estructural} = 4600 + 5,5 \cdot 1632 = 13576 \text{ €}$$

Para los detectores de incendios

$$\text{Coste detectores} = 8 \cdot K1 \cdot Lm \cdot Dm \cdot B + 12240 \cdot K2 \cdot Nch$$

K1 y K2 se considerarán ambos 1 para mayor seguridad

El número de cubiertas en alojamientos es 2

$$\text{Coste detectores} = 8 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 17,95 \cdot 30,51 + 12240 \cdot 1 \cdot 2 = 129630 \text{ €}$$

### -Instalaciones y equipos de seguridad especiales

Para los equipos de protección personal:

$$\text{Coste equipos protección} = 3300 \cdot K_{pp} \cdot N^{2/3p}$$

K<sub>pp</sub> será considerado 1 para este tipo de buques

$$\text{Coste equipos protección} = 3300 \cdot 1 \cdot 29^{2/3} = 31149 \text{ €}$$

Para la planta de gas inerte:

$$\text{Coste planta gas inerte} = K_{gi} \cdot Q_{gi}^{N_{gi}}$$

K<sub>gi</sub> será 9000 para este caso. Q<sub>gi</sub> será la capacidad de la planta, considerada en 3000m<sup>3</sup>.  
Para N<sub>gi</sub> se utilizará el valor 0,38

$$\text{Coste planta gas inerte} = 9000 \cdot 3000^{0,38} = 188603 \text{ €}$$

El resumen final de esta partida será:

Concepto	Coste	Unidades
Tanques prismáticos	2606477,1 €	
Bombas de carga y descarga	564310,19 €	
Limpieza de tanques de carga	30830,97 €	
Instalaciones y equipos de automatización	173726,93 €	
Estabilizadores	58417,66 €	
Sistemas de CI especiales	129629,66 €	
Instalaciones y equipos de seguridad especiales	219752,13 €	
<b>TOTAL</b>	<b>3783145 €</b>	

Y, el resumen total del coste del los materiales del buque es:

Acero laminado	3334185,32 €
Perfiles	882357,6 €
Palos	1245,76 €
Polines	163546,22 €
Piezas fundidas	5928,38 €
Timones	8104,48 €
Materias auxiliares para la construcción de acero estructural	469339,15 €
Granulado	290844 €
Imprimación	195952 €
Pintura y galvanizado	55660,4 €
Corrosión	9462,75 €
Anclas	97500 €
Cadenas, clabes y estachas	226875 €
Botes	45357,16 €
Balsas	14797,27 €
Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas	40317,47 €
Gstos varios de los sistemas de salvamento	3370 €
Habilitación	408000 €
Cocina	12180 €
Gambuza	45015 €
Lavandería	6960 €
Aire acondicionado	97920 €
Navegación y comunicaciones	196208 €
Métodos contraincendios	177402,23 €
Instalación eléctrica	848601,65 €
Armamento	382616,89 €
Equipos de gobierno	295022,44 €
Equipos de maniobra y cubierta	218316,18 €
Motores propulsores	4243289,14 €
Linea de ejes	203792,85 €
Hélices	84320 €
Sistema de circulación y refrigeración	40200 €
Generador de vapor	384 €
Sistema de arranque de motores	1248 €
Sistema de manejo de combustible	69559,9 €
Sistema de purificación	4300 €
Equipos auxiliares del casco	411227,56 €
Generador de agua dulce	55200 €
Grupos hidróforos	3554,21 €
Planta de tratamiento de aguas residuales	10152,27 €
Incinerador	43839,34 €
Pertrechos y respetos	672350 €
Tanques prismáticos	2606477,09 €
Bombas de carga y descarga	564310,19 €
Limpieza de tanques de carga	30830,97 €
Instalaciones y equipos de automatización	173726,93 €
Estabilizadores	58417,66 €
Sistemas de CI especiales	129629,66 €
Instalaciones y equipos de seguridad especiales	219752,13 €
<b>TOTAL</b>	<b>18159647,28 €</b>

### **3.- Costes de mano de obra y gastos del astillero vinculados**

Se realizará un estudio similar al anterior, con las relaciones de la mano de obra vinculada a cada gasto en vez de los gastos del material. Primero se calcularán las horas trabajadas en cada partida y después se realizará el coste. Se considerará un coste de 35€/h trabajada, aplicados todos los gastos en los que incurre el astillero.

#### **3.1.- Casco**

##### **-Acero laminado y perfiles**

Para el acero laminado y los perfiles se utilizará la siguiente expresión para calcular las horas trabajadas de la misma:

$$H_c = K_{ba} \cdot P_{ac} \cdot (1 + K_f \cdot (1 - cf)) \cdot (1 + K_b) \cdot (1 + K_c \cdot Cc) \cdot (1 + K_c \cdot (Nc - 1))$$

$K_{ba}$  es el índice de mano de obra. Se considerará 40 h/t

$P_{ac}$  es el peso neto de acero de la estructura, siendo 8162,42 t

$K_f$  es el índice de coeficiente de forma, considerado 0,3

$Cf$  será el coeficiente de bloque, 0,68

$K_b$  es el índice del bulbo, que será 0

$K_c$  es el índice de acero especial, siendo tomado 0,6

$Cc$  es el peso del acero respecto al total expresado en tanto por uno. Se escogerá 0,02

$Nc$  es el número de cubiertas fuera de cámara de máquinas, siendo 1 en este caso

De esta manera obtenemos:

$$H_c = 40 \cdot 8162,42 \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - 0,68)) \cdot (1 + 0) \cdot (1 + 0,6 \cdot 0,02) \cdot (1 + 0,6 \cdot (1 - 1)) = 362134 \text{ horas}$$

**-Resto de materiales del casco**

Para las piezas a mayores del casco añadidas en el apartado anterior se puede estimar su coste horario en:

$$\text{Horas} = 25 + 30 \cdot L^{1/3} \cdot H \cdot K1$$

, donde L es la eslora, H el puntal y K1 depende de si existen 1 o 2 hélices. Para este caso, K1 será 2. De esta manera:

$$\text{Horas} = 25 + 30 \cdot 168,42^{1/3} \cdot 17,95 \cdot 2 = 5973 \text{ horas}$$

**-Timón**

Para esta pieza, las horas necesarias son las siguientes:

$$\text{Horas} = 100 \cdot N_{\text{tim}} \cdot L_{\text{tim}} \cdot H_{\text{tim}}$$

, donde N<sub>tim</sub> es el número de timones y L<sub>tim</sub> y H<sub>tim</sub> sus dimensiones

$$\text{Horas} = 100 \cdot 2 \cdot 3,7 \cdot 7,4 = 5476 \text{ horas}$$

**-Materiales auxiliares para la construcción de acero estructural**

No existen horas asociadas de mano de obra para esta partida.

**-Preparación de superficies**

Las horas destinadas a esta partida se calculan teniendo en cuenta que se pueden vincular un valor de 0,03h/m<sup>2</sup> de superficie. La superficie total, interior, exterior y de mamparos será de 24494 m<sup>2</sup>. Por lo tanto:

$$\text{Horas} = 0,03 \cdot 24494 = 735 \text{ horas}$$

**-Pintura y control de corrosión:**

Para esta partida, se puede aproximar con la siguiente fórmula:

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

donde:

$S_{om}$  es la superficie de la obra muerta, siendo 3252 m<sup>2</sup>

$N_{om}$  es el número de capas de pintura de la obra muerta (se considerarán 2)

$S_{ov}$  es la superficie de la obra viva, siendo 6104 m<sup>2</sup>

$N_{ov}$  es el número de capas de pintura de la obra viva (se considerarán 3)

$S_i$  es la superficie interior (13556 m<sup>2</sup>)

$N_i$  es el número de capas de pintura de la superficie interior (se considerarán 2)

De esta manera, se obtiene:

$$\text{Horas} = 0,25 \cdot 3252 + (1+0,6) + 0,35 \cdot 6104 \cdot (3 / 4) + 0,4 \cdot 13556 \cdot 2 = 13262 \text{ horas}$$

El resumen y coste de esta partida total es el siguiente:

Concepto	Tiempo	Unidades	Coste	Unidades
Acero laminado	362134,58 h		12674710,25 €	
Resto de materiales del casco	5972,67 h		209043,48 €	
Timones	5476 h		191660 €	
Preparación de superficies	734,82 h		25718,7 €	
Pintura y galvanizado	13261,7 h		464159,5 €	
<b>TOTALES</b>	<b>387580 h</b>		<b>13565291,93 €</b>	

### 3.2.- Equipo, armamento e instalaciones

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

Para las anclas, cadenas, cables y estachas necesarias se utilizará la siguiente expresión:

$$\text{Horas} = 27 \cdot Pa^{0,4} \cdot n$$

, donde Pa es el peso de las anclas. En este caso, pesan 13 toneladas. N es el número de anclas en el buque, contando la de respeto. Por lo tanto:

$$\text{Horas} = 27 \cdot 13^{0,4P} \cdot 3 = 226 \text{ horas}$$

#### -Medios de salvamento

Esta partida se supondrá con la siguiente fórmula:

$$\text{Horas} = 300 + 1,5 \cdot n$$

, donde n es el número de tripulantes

$$\text{Horas} = 300 + 1,5 \cdot 29 = 344 \text{ horas}$$

#### -Habilitación

Las horas se hipotizan con la siguiente fórmula:

$$\text{Horas} = 16 \cdot S_h$$

, donde S<sub>h</sub> es la superficie de la habitación (1632 m<sup>2</sup>)

$$\text{Horas} = 16 \cdot 1632 = 26112 \text{ horas}$$

**-Fonda y hotel**

Las horas de fonda y hotel son:

$$\text{Horas} = 115 \cdot n$$

$$\text{Horas} = 115 \cdot 29 = 3335 \text{ horas}$$

**-Aire acondicionado**

Las horas destinadas para la instalación del aire acondicionado y los sistemas de acondicionamiento de la zona de habilitación se suponen de la siguiente forma:

$$\text{Horas} = 2 \cdot S_h$$

$$\text{Horas} = 2 \cdot 1632 = 3264 \text{ horas}$$

**-Navegación y comunicaciones**

Para suponer unas horas destinadas a estos equipos, se ha de decidir primero cuántos equipos están instalados en el buque. Se considerarán un total de 8 equipos instalados de navegación y comunicaciones. La expresión para el cálculo es la siguiente:

$$\text{Horas} = 115 \cdot Nc^{2/3}$$

$$\text{Horas} = 115 \cdot 8^{2/3} = 460 \text{ horas}$$

**-Medios contraincendios**

Los medios contraincendios se calculan de la siguiente forma:

$$\text{Horas} = 5,5 \cdot L$$

$$\text{Horas} = 5,5 \cdot 168,42 = 926 \text{ horas}$$

**-Instalación eléctrica**

Las horas destinadas a toda la instalación eléctrica se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Horas} = 4 \cdot S_h + 6 \cdot \text{KW}$$

, donde  $S_h$  es la superficie de habilitación y KW la potencia instalada en los generadores principales. En este caso:

$$\text{Horas} = 4 \cdot 1632 + 6 \cdot 16500 = 105528 \text{ horas}$$

El resumen de esta partida general, con los costes, es el siguiente:

Concepto	Tiempo	Unidades	Coste	Unidades
Equipo de fondeo, amarre y remolque	225,98 h		7909,16 €	
Medios de salvamento	343,5 h		12022,5 €	
Habilitación	26112 h		913920 €	
Fonda y hotel	3335 h		116725 €	
Aire acondicionado	3264 h		114240 €	
Navegación y comunicaciones	460 h		16100 €	
Medios contra incendios	926,31 h		32420,85 €	
Instalación eléctrica	105528 h		3693480 €	
<b>TOTALES</b>	<b>140195 h</b>		<b>4906818 €</b>	

### 3.3.- Maquinaria auxiliar de cubierta

#### -Equipo de gobierno

Para calcular el equipo de gobierno, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Horas} = 33 \cdot L^{2/3}$$

$$\text{Horas} = 33 \cdot 168,42^{2/3} = 1006 \text{ horas}$$

#### -Equipos de maniobra de cubierta

Las horas de todos estos equipos se calculan con la siguiente fórmula:

$$\text{Horas} = L \cdot (1,75 \cdot N_m + 1,6 \cdot N_{ca} + 1,7 \cdot N_{ma})$$

, donde los coeficientes N son las diferentes cantidades de molinetes, cabrestantes y maquinillas de amarre que existen en el buque. De esta manera:

$$\text{Horas} = 168,42 \cdot (6 \cdot 1,75 + 5 \cdot 1,6 + 1,7 \cdot 5) = 4547 \text{ horas}$$

El resumen de esta partida general es el siguiente:

Concepto	Tiempo	Unidades	Coste	Unidades
Equipo de gobierno	1006,41 h		35224,47 €	
Equipos de maniobra de cubierta	4547,34 h		159156,9 €	
<b>TOTALES</b>	<b>5553,75 h</b>		<b>194381 €</b>	

### 3.4.- Propulsión

#### -Máquinas propulsoras

Los motores principales de propulsión se calculan de la siguiente forma:

$$\text{Horas} = 10 \cdot (\text{BHP})^{2/3} \cdot N_m$$

, donde BHP es la potencia de cada motor en KW (8250) y  $N_m$  es el número de motores. Por lo tanto:

$$\text{Horas} = 10 \cdot (8250)^{2/3} \cdot 2 = 8172 \text{ horas}$$

#### -Línea de ejes

Las horas destinadas a la línea de ejes son las siguientes:

$$\text{Horas} = K_{le} \cdot \text{BHP} \cdot N_{le}$$

, donde  $N_{le}$  es el número de la línea de ejes y  $K_{le}$  es una constante dependiendo de si lleva o no reductora. Para motores sin reductora, será 0,16. Para el motor eléctrico, se considera una potencia de 6300 KW. De esta forma:

$$\text{Horas} = 0,16 \cdot 6300 \cdot 2 = 2016 \text{ horas}$$

#### -Hélices propulsoras

Las horas destinadas a las hélices de los propulsores se calculan de la siguiente forma:

$$\text{Horas} = K_1 \cdot K_2 \cdot \text{BHP} \cdot N_h$$

$K_1$  y  $K_2$  se considerarán 240 y 0,004 respectivamente para hélices de paso fijo.  $N_h$  es el número de hélices. De esta manera:

$$\text{Horas} = 240 \cdot 0,004 \cdot 2 \cdot 6300 = 12096 \text{ horas}$$

El resumen para esta partida general será:

Concepto	Tiempo	Unidades	Coste	Unidades
Máquinas propulsoras	8171,75 h		286011,19 €	
Línea de ejes	2016 h		70560 €	
Hélices	12096 h		423360 €	
<b>TOTALES</b>	<b>22283,75 h</b>		<b>779931 €</b>	

### 3.5.- Maquinaria auxiliar de propulsión

#### -Sistemas de circulación y refrigeración de las plantas propulsoras y auxiliares

Las horas para este concepto se indican con la siguiente fórmula:

$$\text{Horas} = 230 + 0,18 \cdot \text{BHP}$$

$$\text{Horas} = 230 + 0,18 \cdot 6300 = 1364 \text{ horas}$$

#### -Sistemas de generación de vapor

Las horas de trabajo destinadas a los sistemas de generación de vapor son las siguientes:

$$\text{Horas} = 1000 \cdot (\text{Nge} + \text{Nq} + \text{Nm}) + 270 \cdot (\text{Nge} \cdot \text{Qge} + \text{Nq} \cdot \text{Qq} + \text{Nm} \cdot \text{Qm})$$

, donde Nge, Nq y Nm son los números de generadores de vapor de gases de escape, de quemadores y mixtos, y las Q son las capacidades de producción de los mismos. En este buque se han considerado sólo 2 generadores mixtos generando 40 toneladas de vapor por hora. De esta manera:

$$\text{Horas} = 1000 \cdot (2) + 270 \cdot (2 \cdot 40) = 23600 \text{ horas}$$

#### **-Equipos de arranque de motores**

Los equipos de arranque de motores tienen un tiempo de trabajo determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{Horas} = N_{co} \cdot (40 + 3,5 \cdot Q_{co})$$

, donde  $N_{co}$  y  $Q_{co}$  son el número y la capacidad de los compresores del arranque, Para 4 compresores con un caudal de 4 m<sup>3</sup>/h:

$$\text{Horas} = 4 \cdot (40 + 3,5 \cdot 4) = 200 \text{ horas}$$

#### **-Equipos de manejo de combustible**

Las horas para esta partida se calculan de la siguiente forma:

$$\text{Horas} = K_{co} \cdot \text{BHP}$$

$K_{co}$  corresponde a 0,13, ya que no se quema combustible pesado en la gran mayoría de las situaciones:

$$\text{Horas} = 0,13 \cdot 16500 = 2145 \text{ horas}$$

#### **-Sistema de purificación**

Las horas destinadas a esta partida son las siguientes:

$$\text{Horas} = (K_{ep} + 0,056 \cdot \text{BHP}) \cdot (N1 + N2 + N3)$$

, donde  $K_{ep}$  es 90 debido a que no se quema combustible pesado, y  $N1$ ,  $N2$  y  $N3$  es el número de purificadores que existen (se consideraran 2 de aceite, 2 de diésel y 0 de fuel oil)

$$\text{Horas} = (90 + 0,056 \cdot 16500) \cdot (4) = 4056 \text{ horas}$$

**-Equipos auxiliares del casco**

El trabajo destinado a esta partida es el siguiente:

$$\text{Horas} = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B+D)$$

$$\text{Horas} = 420 + 0,47 \cdot 168,42 \cdot (30,51+17,95) = 4256 \text{ horas}$$

**-Equipos sanitarios**

Los equipos sanitarios dependen directamente de si existen o no los equipos mencionados en la partida de costes de los equipos sanitarios. Se considerará que existen todos los equipos, siendo los tripulantes 29. Para el cálculo del trabajo:

$$\text{Horas} = K1 \cdot (280 + 8 \cdot Q) + K2 \cdot (200 + 3,5 \cdot N) + K3 (410 + 3,9 \cdot N) + 400 \cdot K4$$

$$\begin{aligned} \text{Horas} &= 1 \cdot (280 + 8 \cdot 40) + 1 \cdot (200 + 3,5 \cdot 29) + 1 \cdot (410 + 3,9 \cdot 29) + 400 \cdot 1 \\ &= 1825 \text{ horas} \end{aligned}$$

El resumen general de la partida es el siguiente:

Concepto	Tiempo	Unidades	Coste	Unidades
Sistemas de circulación y refrigeración de las plantas propulsoras	1364 h		47740 €	
Generadores de vapor	23600 h		826000 €	
Compresores de arranque	200 h		7000 €	
Manejo de combustible	2145 h		75075 €	
Sistemas de purificación	4056 h		141960 €	
Equipos auxiliares del casco	4255,97 h		148958,87 €	
Equipos sanitarios	1824,6 h		63861 €	
<b>TOTALES</b>	<b>37445,57 h</b>		<b>1310595 €</b>	

### 3.6.- Pertrechos y respetos

Para el cálculo de esta partida general sólo existe una formulación:

$$\text{Horas} = K1 \cdot \text{BHP}^{2/3} + 2 \cdot L + K2$$

, donde K1 vale 0,8 para motores de cuatro tiempos y K2 se considera 100 para buques que lleven eje de cola y hélice de repuesto

$$\text{Horas} = 0,8 \cdot 16500^{2/3} + 2 \cdot 168,42 + 100 = 955 \text{ horas}$$

Esto supone un gasto de 33437 €

### 3.7.- Instalaciones especiales

#### -Instalaciones especiales de servicios de carga

Como anteriormente, se aproximará esta partida a la partida de tanques prismáticos de buques LPG:

$$\text{Horas} = 16,5 \cdot Q1^{0,88}$$

$$\text{Horas} = 16,5 \cdot 12000^{0,88} \cdot 3 = 192435 \text{ horas}$$

#### -Instalaciones y equipos de automatización, control y alarma

El coste de las horas de instalación están incluidas en el coste de los materiales

#### -Sistema de estabilización y auxiliares a la maniobra

Los sistemas de estabilización pasiva, que han sido los incluidos en la partida de costes, tienen un trabajo asociado igual al siguiente:

$$\text{Horas} = 65 \cdot B$$

$$\text{Horas} = 65 \cdot 30,51 = 1983 \text{ horas}$$

**-Instalaciones y equipos contraincendios especiales**

Para las instalaciones de carácter estructural:

$$\text{Horas} = 1000 + 0,4 \cdot S_h$$

$$\text{Horas} = 1000 + 0,4 \cdot 1632 = 1653 \text{ horas}$$

Para la detección de incendios en la Cámara de Máquinas:

$$\text{Horas} = 65 \cdot K_1 (L_m \cdot D_m \cdot B)^{0,25} + 80 \cdot K_2 \cdot N_{ch}$$

, donde K1 y K2 serán considerados 1 para mayor seguridad, y Nch serán 2

$$\text{Horas} = 65 \cdot 1 \cdot (24 \cdot 17,95 \cdot 30,51)^{0,25} + 80 \cdot 1 \cdot 2 = 856 \text{ horas}$$

**-Instalaciones y equipos de seguridad especiales**

Sólo será necesaria considerar la planta de gas inerte, que se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Horas} = K_{gi} \cdot Q_{gi}$$

, donde K<sub>gi</sub> será 1,1 por utilizar quemador propio.

$$\text{Horas} = 1,1 \cdot 3000 = 3300 \text{ horas}$$

El resumen de esta última partida es el siguiente:

Concepto	Tiempo	Unidades	Coste	Unidades
Tanques de carga prismáticos	192435,28 h		6735234,8 €	
Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra	1983,15 h		69410,25 €	
Instalaciones y equipos contraincendios especiales	2508,77 h		87807,08 €	
Instalaciones y equipos de automatización y control	0 h		0 €	
Instalaciones y equipos de seguridad especiales	330 h		11550 €	
<b>TOTALES</b>	<b>197257,2 h</b>		<b>6904002 €</b>	

A continuación se muestra el cómputo general del coste de la mano de obra:

Concepto	Tiempo	Unidades	Coste	Unidades
Acero laminado	362134,58 h		12674710,25 €	
Resto de materiales del casco	5972,67 h		209043,48 €	
Timones	5476 h		191660 €	
Preparación de superficies	734,82 h		25718,7 €	
Pintura y galvanizado	13261,7 h		464159,5 €	
Equipo de fondeo, amarre y remolque	225,98 h		7909,16 €	
Medios de salvamento	343,5 h		12022,5 €	
Habilitación	26112 h		913920 €	
Fonda y hotel	3335 h		116725 €	
Aire acondicionado	3264 h		114240 €	
Navegación y comunicaciones	460 h		16100 €	
Medios contra incendios	926,31 h		32420,85 €	
Instalación eléctrica	105528 h		3693480 €	
Equipo de gobierno	1006,41 h		35224,47 €	
Equipos de maniobra de cubierta	4547,34 h		159156,9 €	
Máquinas propulsoras	8171,75 h		286011,19 €	
Línea de ejes	2016 h		70560 €	
Hélices	12096 h		423360 €	
Sistemas de circulación y refrigeración de las plantas propulsoras	1364 h		47740 €	
Generadores de vapor	23600 h		826000 €	
Compresores de arranque	200 h		7000 €	
Manejo de combustible	2145 h		75075 €	
Sistemas de purificación	4056 h		141960 €	
Equipos auxiliares del casco	4255,97 h		148958,87 €	
Equipos sanitarios	1824,6 h		63861 €	
Pertrechos y respetos	955 h		33425 €	
Tanques de carga prismáticos	192435,28 h		6735234,79 €	
Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra	1983,15 h		69410,25 €	
Instalaciones y equipos contra incendios especiales	2508,77 h		87807,08 €	
Instalaciones y equipos de automatización y control	0 h		0 €	
Instalaciones y equipos de seguridad especiales	330 h		11550 €	
<b>TOTALES</b>	<b>791270 h</b>		<b>27694443,98 €</b>	

De esta manera, los costes totales serán:

<b>Costes totales</b>	<b>Coste</b>	<b>Unidades</b>
<b>Materiales y gastos varios del astillero</b>	<b>18159647,28 €</b>	
<b>Mano de obra</b>	<b>27694443,98 €</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>45854091,26 €</b>	

#### **4.- Beneficio y pagos del armador**

El coste anterior total es un coste relativamente factible, ya que los precios de los LNGs rondan incluso valores unitarios mayores a estos. Habrá que añadir un beneficio del 8% del astillero que construirá el buque, siendo, de esta manera, el pago total del armador:

$$\text{Beneficio} = 45854091 \cdot 0,08 = 3668327 \text{ €}$$

El armador tendrá que ir pagando el buque a medida que el astillero llegue a los hitos mencionados a continuación:

- Firma del contrato (25%)
- Puesta de quilla (25%)
- Botadura (30%)
- Entrega ( 20%)

<b>Plazos</b>	<b>Coste</b>	<b>Unidades</b>
<b>Firma de contrato</b>	<b>12380604,64 €</b>	
<b>Puesta de quilla</b>	<b>12380604,64 €</b>	
<b>Botadura</b>	<b>14856725,57 €</b>	
<b>Entrega</b>	<b>9904483,71 €</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>49522418,56 €</b>	

## **2ª Parte. Estudio de viabilidad**

### **5.- Estudio de viabilidad**

A continuación se realizará un estudio de viabilidad. Este estudio tiene como objetivo analizar desde el punto de vista del Armador la viabilidad del proyecto, que será la construcción del buque. Es necesario el estudio de los parámetros que tengan que ver con el análisis, como puede ser la tasa interna de retorno, el valor actual neto, el periodo de recuperación...

Es necesario realizar el estudio mediante dos métodos:

- Suponiendo que el Armador aporta la totalidad del coste del buque
- Suponiendo que además es financiado por una entidad de carácter privado.

#### **5.1.- Tiempo de construcción y operatividad del buque**

Se supondrá que el buque estará un total de 2 años en su construcción. Se trata de un valor relativamente normal para la construcción de buques y para LNGs en concreto.

En cuanto a la operatividad del buque, se supondrá que es un buque para propósitos de bunkering en REGANOSA, la central de gas natural licuado situada en el puerto de Ferrol.

Hoy en día se está promoviendo el proyecto “LNG Hub”, que tiene como finalidad el estudio de viabilidad y diseño de las instalaciones necesarias para el suministro a otros buques mediante medios externos proveídos por el buque emisor.

A continuación se indicarán supuestos para el análisis de viabilidad:

Se ha supuesto que el buque realiza transportes a buques que necesiten gas natural en Ferrol. Según la página oficial de REGANOSA, se realiza un manejo del 14% del gas natural licuado en España. Se supondrá que un 0,1% de este gas natural licuado servirá como combustible a posibles buques que atraquen en puerto.

Según las estadísticas extraídas del CORES (informe del 2014), donde se publican informes periódicos sobre la demanda y manejo de hidrocarburos y combustibles, España maneja el 0,8% del Gas Natural Licuado total en el mundo. De esta manera se obtiene que REGANOSA maneja el 0,11 % de gas natural licuado mundial

## Demanda mundial de gas natural

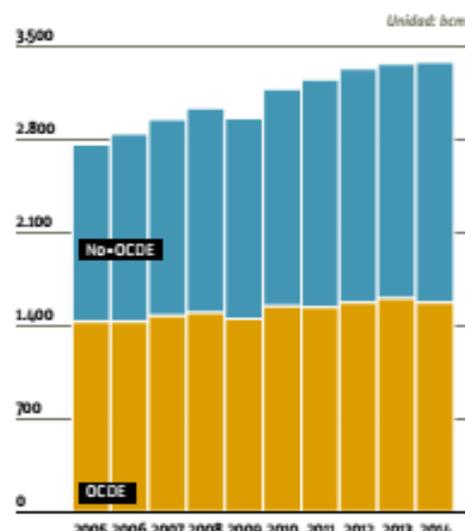
Unidad: bcm

	2010	2011	2012	2013	2014	Estructura (%)	Tv (%) 2014/2013
EE.UU.	682,1	693,1	723,2	739,9	759,4	22,4	2,6
Canadá	95,0	100,9	100,3	103,9	104,2	3,1	0,3
México	72,5	76,6	79,9	84,7	85,8	2,5	1,4
<b>Total América del Norte</b>	<b>849,6</b>	<b>870,6</b>	<b>903,4</b>	<b>928,5</b>	<b>949,4</b>	<b>28,0</b>	<b>2,3</b>
Argentina	43,3	45,7	47,0	47,7	47,2	1,4	-1,1
Brasil	26,8	26,7	31,7	32,3	39,6	1,2	6,3
Chile	5,3	5,4	4,9	4,9	4,8	0,1	-2,2
Colombia	9,1	8,8	9,8	10,0	10,9	0,3	9,3
Ecuador	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	^	5,5
Perú	5,4	6,1	6,8	6,6	7,2	0,2	9,8
Trinidad y Tobago	23,2	23,3	22,2	22,4	22,0	0,6	-2,0
Venezuela	29,6	29,7	31,6	31,0	29,8	0,9	-4,0
Otros América Central y del Sur	5,4	5,8	7,0	7,9	7,9	0,2	0,1
<b>Total América Central y del Sur</b>	<b>148,6</b>	<b>152,1</b>	<b>161,7</b>	<b>168,4</b>	<b>170,1</b>	<b>5,0</b>	<b>1,0</b>
Alemania	83,3	74,5	78,4	82,5	79,9	2,1	-14,0
Austria	10,1	9,5	9,0	8,5	7,8	0,2	-8,4
Azerbaiyán	7,4	8,1	8,5	8,6	9,2	0,3	7,4
Bélgica	18,8	16,6	16,9	16,8	14,7	0,4	-12,3
Bielorrusia	19,7	18,3	18,5	18,5	18,3	0,5	-1,0
Bulgaria	2,6	2,9	2,7	2,6	2,6	0,1	-0,7
Dinamarca	5,0	4,2	3,9	3,7	3,2	0,1	-15,3
Eslovaquia	5,6	5,2	4,9	5,3	3,7	0,1	-30,6
España	34,6	32,1	31,7	29,0	26,3	0,8	-9,3
Finlandia	3,9	3,5	3,1	2,8	2,4	0,1	-14,3
Francia	46,9	40,5	42,2	42,8	35,9	1,1	-16,3
Grecia	3,6	4,4	4,1	3,6	2,7	0,1	-23,5
Holanda	43,6	38,1	36,4	37,0	32,1	0,9	-13,3
Hungría	12,5	11,1	10,1	9,2	8,4	0,2	-9,5
Irlanda	5,2	4,6	4,5	4,3	4,1	0,1	-3,9
Italia	76,2	71,4	68,7	64,2	56,8	1,7	-11,6
Kazajistán	7,1	8,4	6,8	4,6	5,6	0,2	23,9
Lituania	3,1	3,4	3,3	2,7	2,6	0,1	-5,1
Noruega	4,1	4,4	4,4	4,4	4,7	0,1	5,6
Polonia	15,5	15,7	16,6	16,6	16,3	0,5	-2,1
Portugal	5,1	5,2	4,5	4,3	3,8	0,1	-8,4
Reino Unido	94,2	78,2	73,9	73,4	66,7	2,0	-9,2
República Checa	9,3	8,4	8,4	8,5	7,5	0,2	-11,3
Rumanía	13,6	13,9	13,5	12,6	11,7	0,3	-6,7
Rusia	414,1	424,6	416,2	413,5	409,2	12,1	-1,0
Suecia	1,6	1,3	1,1	1,1	0,9	^	-18,9
Suiza	3,3	3,0	3,3	3,4	3,0	0,1	-12,9
Turkmenistán	22,6	23,5	26,3	22,9	27,7	0,8	21,1
Turquía	39,0	44,7	45,3	45,6	48,6	1,4	6,5
Ucrania	52,2	53,7	49,6	45,6	38,4	1,1	-15,7
Uzbekistán	40,8	47,6	47,2	46,8	48,8	1,4	4,1
Otros Europa y Euroasia	16,7	16,9	16,8	15,2	14,9	0,4	-3,8
<b>Total Europa y Euroasia</b>	<b>1.121,3</b>	<b>1.097,8</b>	<b>1.080,9</b>	<b>1.060,8</b>	<b>1.009,6</b>	<b>29,8</b>	<b>-4,8</b>
Arabia Saudí	87,7	92,3	99,3	100,0	108,2	3,2	8,2
Emiratos Árabes Unidos	60,8	63,2	65,6	66,8	69,3	2,0	3,8
Irán	152,9	162,4	161,5	159,4	170,2	5,0	6,8
Israel	5,3	5,0	2,6	7,0	7,6	0,2	8,8
Kuwait	14,5	17,0	18,4	18,5	20,1	0,6	8,2
Qatar	30,0	38,2	41,0	41,0	44,8	1,3	9,3
Otros Oriente Medio	44,2	40,6	42,2	45,0	44,9	1,3	-0,3
<b>Total Oriente Medio</b>	<b>395,4</b>	<b>418,7</b>	<b>430,5</b>	<b>437,7</b>	<b>465,2</b>	<b>13,7</b>	<b>6,3</b>
Argelia	26,3	27,8	31,0	33,4	37,5	1,1	12,4
Egipto	45,1	49,6	52,6	51,4	48,0	1,4	-6,6
Sudáfrica	3,9	3,9	4,0	3,8	4,1	0,1	6,9
Otros África	31,9	32,5	34,2	31,6	30,5	0,9	-3,6
<b>Total África</b>	<b>107,2</b>	<b>113,9</b>	<b>121,8</b>	<b>120,3</b>	<b>120,1</b>	<b>3,5</b>	<b>-0,1</b>
Australia	26,0	26,5	27,8	29,2	29,2	0,9	-0,1
Bangladesh	19,9	20,1	21,1	22,7	23,6	0,7	4,1
China	110,5	134,9	151,2	170,8	185,5	5,5	8,6
Corea del Sur	43,0	46,3	50,2	52,5	47,8	1,4	-9,0
Filipinas	3,5	3,9	3,7	3,4	3,6	0,1	5,3
Hong Kong	3,8	3,1	2,8	2,6	2,5	0,1	-3,9
India	62,7	63,5	59,2	51,4	50,6	1,5	-1,5
Indonesia	43,4	42,1	42,2	36,5	38,4	1,1	5,1
Japón	94,5	105,5	113,5	113,5	112,5	3,3	-0,9
Malasia	34,5	34,8	35,5	40,3	41,0	1,2	1,8
Nueva Zelanda	4,3	3,9	4,2	4,5	4,8	0,1	7,5
Pakistán	42,3	42,3	43,7	42,7	42,0	1,2	-1,6
Singapur	8,8	8,7	9,4	10,5	10,8	0,3	2,7
Tailandia	45,1	46,6	51,3	52,3	52,7	1,6	0,9
Taiwan	14,1	15,5	16,3	16,3	17,2	0,5	5,2
Vietnam	9,4	8,5	9,4	9,8	10,2	0,3	4,7
Otros Asia Pacífico	5,8	6,2	6,2	6,3	6,2	0,2	-2,2
<b>Total Asia Pacífico</b>	<b>571,6</b>	<b>612,2</b>	<b>647,6</b>	<b>665,3</b>	<b>678,6</b>	<b>20,0</b>	<b>2,0</b>
<b>Total Mundial</b>	<b>3.193,7</b>	<b>3.265,3</b>	<b>3.345,8</b>	<b>3.381,0</b>	<b>3.393,0</b>	<b>100,0</b>	<b>0,4</b>
de los cuales:							
OCDE	1.552,4	1.542,1	1.580,4	1.609,7	1.578,6	46,5	-1,9
No-OCDE	1.641,3	1.723,2	1.765,4	1.771,3	1.814,3	53,5	2,4
U.E.	502,0	451,8	444,9	437,9	386,9	11,4	-11,6

^ mayor que 0,0  
- igual a 0,0

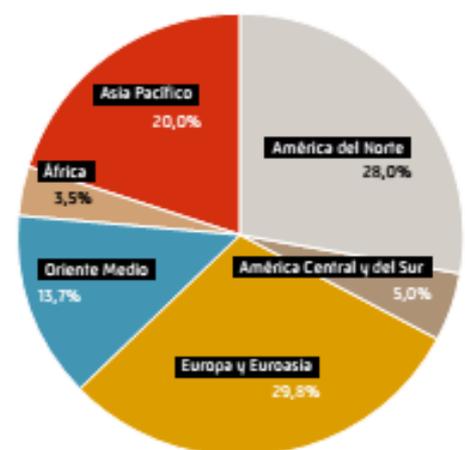
Fuente: BP Statistical Review

## Evolución de la demanda de gas natural



Fuente: BP Statistical Review

## Distribución de la demanda de gas natural por áreas 2014



Fuente: BP Statistical Review

Teniendo en cuenta que se considerará un 0,1% del GNL como gas para combustible, y que las BCMs son millones de metros cúbicos, se manejarán, según las instalaciones de REGANOSA, 3,6 millones de metros cúbicos destinados a este propósito.

Si se realiza una pequeña comprobación, queda claro que este buque es capaz de realizar solo las operaciones de trasvase de combustible. Considerando un total de 105 viajes con el buque lleno se podría realizar sin problemas todas las operaciones. Necesitaría un total de tres días y medio por operación, dato que podría ser factible no sólo en la central, si no en otras centrales en el mundo. Sin embargo, para ser conservadores, consideraremos que sólo realiza un tercio de esta labor, transportando un total de 1000000 de toneladas de gas natural.

El tonelaje total de gas natural licuado para una densidad de 0,45 t/m<sup>3</sup> será de:

$$3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,45 = 1,62 \text{ millones de toneladas}$$

El estudio de viabilidad se realizará teniendo en cuenta que el Armador explotará el buque un total de 20 años, con una ocupación en el sector creciente. Debido a que se trata de un proyecto en desarrollo y de innovación, se supondrá una baja ocupación en los primeros años (del 50%) siendo crecientes hasta el 90%:

<b>Años de operación</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ocupación LNG Bunkering</b>	<b>50%</b>	<b>55%</b>	<b>64%</b>	<b>72%</b>	<b>77%</b>	<b>84%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>
<b>Años de operación</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Ocupación LNG Bunkering</b>	<b>50%</b>	<b>55%</b>	<b>64%</b>	<b>72%</b>	<b>77%</b>	<b>84%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>

En cuanto al valor del flete, se supondrá una cantidad igual a 0,755 € por MMBTU. Dado que en una tonelada de gas natural a 52 MMBTU, se considera un total de 39,26 €/t de gas natural.

## 5.2.- Amortizaciones

Las amortizaciones serán de tipo lineal, y reflejarán la pérdida de valor del buque a medida que pasa el tiempo. Para realizar el ciclo se considerará que el buque tiene en la finalidad de su ciclo de vida un 8% del valor total del mismo. De esta manera, irá perdiendo un 4,6% de su valor por cada año, en un total de 20 años

Se ha considerado un importe total de compra de 49522318 €. De esta manera, la amortización queda:

$$\text{Amortización} = \frac{49522318 - 49522318 \cdot 0,92}{20} = 2109228 \text{ €}$$

De esta manera, se tendrá una cuota anual de amortización de 2109228 €

### 5.3.- Gastos operativos del buque

Existen varios términos que tendremos que tener en cuenta en esta partida. Entre ellos se encuentra el valor actual del buque, el valor contable, los costes fijos directos, los costes variables directos y los costes indirectos del buque.

#### **-Valor actual del buque**

Se trata del valor actual del buque teniendo en cuenta las fluctuaciones monetarias económicas mundiales y la depreciación o incremento de los bienes a medida que pasa el tiempo.

Se han tenido en cuenta el incremento y decremento de la moneda en los años desde el 2006 al 2016. Debido a que se realiza un estudio a 20 años, tomaremos los valores de forma cíclica de vuelta. El valor del primer año será el valor calculado anteriormente como coste total del buque, ya que se supone que se realizan los cálculos con base al año final de construcción.

Estos datos han sido extraídos en su totalidad del Instituto Nacional de Estadística, de su sección de prensa donde se recogen todos los datos del IPRI de 2006 hasta 2016

#### **-Valor contable del buque**

Este valor tiene en cuenta la amortización que se va acumulando a medida que pasa el tiempo. De esta manera, para calcular el valor contable del buque, simplemente se tendrá que restar el valor de amortización lineal acumulado dependiendo de los años que se vaya realizando. Como se ha dicho anteriormente, existe una cuota de amortización anual de 2109228 euros en un total de 20 años.

**-Costes fijos directos**

Los costes fijos directos tienen como partidas principales el mantenimiento del buque, la tripulación y los seguros en los que se incurre.

Para el mantenimiento del buque, se ha considerado que se trata de un porcentaje del valor activo del buque. Se considerará un gasto de un 1% anual sobre el VAB, aumentando a un 4% en los años en los que entre en dique, que será cada 4 años de operación. De esta manera, queda:

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>III. 1. MANTENIMIENTO</b>					
			1,00%	1,00%	1,00%
	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	4,00%	1,00%	1,00%	1,00%	4,00%
	<b>10</b>	<b>11</b>			
	1,00%	4,00%	1,00%	1,00%	4,00%
	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
	1,00%	4,00%	1,00%	1,00%	4,00%
	<b>17</b>				
	1,00%	1,00%	1,00%	4,00%	

Para la tripulación, se han considerado 4 rangos de salario, con un índice de rotación de un 1,55. A continuación se puede observar en la tabla los valores supuestos:

<b>III. 2. TRIPULACIÓN</b>		
<b>TRIPULACION EN OPERACIÓN</b>	<b>número</b>	<b>€/año</b>
capitán	2	110.000
oficiales	4	60.000
maestranza	13	50.000
subalternos	10	40.000
índice de rotación		1,55

Para los seguros, se asegurará un valor del 80% del buque a ser asegurado sobre el contable. Esto quiere decir que se le considerarán las deducciones pertinentes debido a la amortización anual al buque.

Para el margen de la aseguradora, se considerará un 0,02% de margen. Este valor es el que se gana la aseguradora como beneficio propio.

En cuanto a la tasa pura y la tasa por otros riesgos, ambos valores dependen de la edad del buque y, en caso de considerarse una naviera, la historia del armador. Normalmente la prima total de seguros se mantiene constante, ya que, a pesar de que la prima por otros riesgos aumenta, disminuye el valor contable del buque.

### **-Costes variables directos**

En las partidas de los costes variables directos se considerarán los costes de combustible y los costes de escala (puerto, atraque)

Para los costes de combustible, se ha considerado que la gran mayoría del consumo es de gas natural, con un precio cambiante dependiente de la cuota de mercado que se ha considerado en el buque. El precio del gas natural medio en España en el año 2015 es de 7,20 dólares por MMBTU (datos extraídos de la página stratfor.com), siendo un total de 6,45 euros por MMBTU. Teniendo en cuenta que cada tonelada de gas natural tiene 52 MMBTUs, sólo se gastaría un total de 0,34 € por litro de gas natural consumido. Es necesario realizar un estudio de precio variable de gas natural, como se hizo con el IPRI. Extraído de tradingeconomics.com, se ha confeccionado incrementos y decrementos del precio del gas natural en base a los datos desde 2006 hasta 2016

Considerando un consumo medio de 150 gramos por Kwh de combustible y teniendo un viaje de aproximadamente 7 horas y media por cada 3 días, se obtienen los gastos que se reflejarán más adelante de costes.

Para los costes de escala, hay que tener en cuenta el arqueo del buque en cuestión:

$$GT = 25230$$

Se tendrá en cuenta la tasa por utilización especial de servicios portuarios igual a 0,4740 € por 100 GT·h. La tasa de mercancía será de 0,4994 € por Tn

<b>TARIFAS PORTUARIAS EN OPERACIÓN</b>	
tasa por utilización especial de servicios portuarios (€/ (100GT.h))	0,4740
tasa de mercancía (€/Tn)	0,4994

También se ha tenido en cuenta una evolución de este gasto, en función de la variación del IPRI obtenida por el Instituto Nacional de Estadística

A continuación podemos ver los gastos en los que se incurre en el buque a medida que pasan los años:

Años	0	1	2	3	4	5
precio actualizado combustible (€/l)			0,432	0,497	0,636	0,623
<b>TOTAL GASTOS DE COMBUSTIBLE</b>			-133.652,38	-169.070,26	-251.822,47	-277.634,27
evolución tasa mercancía			0,53	0,55	0,58	0,56
tasa de la mercancía			263.183,80	299.900,13	371.861,62	404.364,65
evolucion tasa buque			0,50	0,52	0,55	0,53
tasa del buque			6.428,55	6.659,44	7.096,19	6.859,06
<b>TOTAL GASTOS DE ESCALA</b>			-269.612,35	-306.559,57	-378.957,81	-411.223,71
<b>GASTOS FIJOS DIRECTOS</b>						
VAB (Valor Actual del Buque)			45.854.091,26	47.501.017,37	50.616.292,42	48.924.864,65
<b>TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO</b>			-458.540,91	-475.010,17	-506.162,92	-1.956.994,59
<b>TOTAL GASTOS DE TRIPULACIÓN</b>			-2.340.500,00	-2.410.715,00	-2.507.143,60	-2.607.429,34
VCB (Valor Contable del Buque)			43.744.344,52	41.634.597,78	39.524.851,04	37.415.104,30
tasa pura			41.994,57	46.630,75	50.591,81	53.877,75
margen			8.748,87	8.326,92	7.904,97	7.483,02
tasa otros riesgos			25.550,00	26.600,00	27.650,00	28.700,00
<b>TOTAL GASTOS DE SEGUROS</b>			-76.293,44	-81.557,67	-86.146,78	-90.060,77
<b>TOTAL GASTOS FIJOS DIRECTOS</b>			-2.875.334,35	-2.967.282,84	-3.099.453,30	-4.654.484,70

6	7	8	9	10	11
0,626	0,679	0,704	0,767	0,782	0,759
-298.399,00	-353.195,91	-392.047,46	-427.331,73	-435.878,37	-422.802,02
0,58	0,62	0,65	0,65	0,64	0,63
448.337,91	523.088,06	581.701,95	585.240,64	577.486,20	565.503,36
0,55	0,59	0,61	0,62	0,61	0,60
7.111,13	7.605,35	7.893,72	7.941,74	7.836,51	7.673,91
-455.449,04	-530.693,42	-589.595,67	-593.182,38	-585.322,71	-573.177,27
50.722.853,43	54.248.091,74	56.304.998,55	56.647.520,63	55.896.940,98	54.737.079,45
-507.228,53	-542.480,92	-563.049,99	-2.265.900,83	-558.969,41	-547.370,79
-2.701.296,80	-2.795.842,19	-2.865.738,24	-2.968.904,82	-3.046.096,35	-3.137.479,24
35.305.357,56	33.195.610,82	31.085.864,09	28.976.117,35	26.866.370,61	24.756.623,87
56.488,57	58.424,28	59.684,86	60.270,32	60.180,67	59.415,90
7.061,07	6.639,12	6.217,17	5.795,22	5.373,27	4.951,32
29.750,00	30.800,00	31.850,00	32.900,00	33.950,00	35.000,00
-93.299,64	-95.863,40	-97.752,03	-98.965,55	-99.503,94	-99.367,22
-3.301.824,98	-3.434.186,50	-3.526.540,26	-5.333.771,19	-3.704.569,70	-3.784.217,25

12	13	14	15	16
0,964	1,108	1,419	1,390	1,397
-536.958,56	-617.502,35	-790.403,00	-774.594,94	-778.467,92
0,62	0,65	0,67	0,72	0,69
555.324,30	585.311,81	606.334,26	646.099,68	624.509,18
0,59	0,62	0,64	0,68	0,66
7.535,78	7.942,71	8.227,98	8.767,60	8.474,62
-562.860,07	-593.254,52	-614.562,24	-654.867,28	-632.983,80
53.751.812,02	56.654.409,87	58.689.247,43	62.538.283,90	60.448.462,92
-537.518,12	-2.266.176,39	-586.892,47	-625.382,84	-604.484,63
-3.262.978,40	-3.393.497,54	-3.515.663,45	-3.638.711,67	-3.729.679,47
22.646.877,13	20.537.130,39	18.427.383,65	16.317.636,91	14.207.890,18
57.976,01	55.860,99	53.070,86	49.605,62	45.465,25
4.529,38	4.107,43	3.685,48	3.263,53	2.841,58
36.050,00	37.100,00	38.150,00	39.200,00	40.250,00
-98.555,38	-97.068,42	-94.906,34	-92.069,14	-88.556,83
-3.899.051,91	-5.756.742,36	-4.197.462,27	-4.356.163,66	-4.422.720,92

17	18	19	20	21
1,516	1,571	1,712	1,746	1,694
-844.637,69	-875.044,65	-953.798,66	-972.874,64	-943.688,40
0,72	0,77	0,80	0,80	0,79
647.459,90	692.458,36	718.714,07	723.086,25	713.505,36
0,68	0,73	0,76	0,76	0,75
8.786,06	9.396,69	9.752,98	9.812,31	9.682,30
-656.245,96	-701.855,05	-728.467,05	-732.898,56	-723.187,66
62.669.943,93	67.025.505,03	69.566.888,77	69.990.087,34	69.062.718,68
-2.506.797,76	-670.255,05	-695.668,89	-699.900,87	-2.762.508,75
-3.863.947,93	-3.964.410,57	-4.083.342,89	-4.246.676,60	-4.416.543,67
12.098.143,44	9.988.396,70	7.878.649,96	5.768.903,22	3.659.156,48
40.649,76	35.159,16	28.993,43	22.152,59	14.636,63
2.419,63	1.997,68	1.575,73	1.153,78	731,83
41.300,00	42.350,00	43.400,00	44.450,00	45.500,00
-84.369,39	-79.506,84	-73.969,16	-67.756,37	-60.868,46
-6.455.115,07	-4.714.172,46	-4.852.980,94	-5.014.333,85	-7.239.920,87

## 5.4.- Cash Flow extraoperativo del buque

Para calcular el Cash Flow extraoperativo del buque, habrá que tener en cuenta las inversiones que se realizan en el buque, el activo circulante, los clientes a pagar, el fondo de maniobra... A continuación se realizarán el cálculo detallado de cada una de las partidas que se incluyen en el cash flow, que se trata de todas las inversiones realizadas de forma activa o pasiva en el buque (teniendo en cuenta el fondo de maniobra de la empresa en cuestión)

### -Inversiones fijas

Las inversiones fijas se tratan del valor total aportado directo del Armador o de empresas privadas para el pago del buque. Considerando primeramente el buque sin financiar, consideraremos tres pagos del armador, siendo del 30, 40, y 30 % en el momento de entrega

Concepto	EN CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN	
	Años	0	1	2
construcción del buque		30%	40%	30%
Construcciones (CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE)		-13.756.227	-18.341.637	-13.756.227

### -Inmovilizados intangibles

Los inmovilizados intangibles serán aquellos que representen un servicio aportado al proyecto, pero que no provocan un bien material que pueda ser introducido en el fondo de maniobra o en alguna otra partida

En este caso, un inmovilizado intangible sería el abanderamiento del buque. Se considera que será igual a un 0,02% del coste total del buque. En este caso esto corresponde a 9171 €

### -Clientes

Es la parte de las personas a las que se les ha prestado un servicio y aún no han liquidado sus deudas con el mismo. La partida se calcula partiendo las ventas obtenidas de forma normal a los días del año multiplicados por los días que faltan de pago

$$\text{Clientes} = (\text{Ventas}/360) \cdot \text{n}^\circ \text{ días que se le da al cliente para pagar}$$

En este caso, las ventas serían el gas natural que se lleva a otro buque. Se ha considerado una evolución de mercado relativamente similar a la que se veía con el precio del combustible de gas natural, añadiendo un porcentaje a mayores debido a la utilización de un nuevo método con ventajas. De esta manera, las ventas serían:

$$\text{Ventas} = \text{Flete} \cdot T \cdot \text{Ocupación}$$

El flete ya se ha indicado anteriormente, el cual cambia con el IPRI, ya aplicado en los cálculos. En cuanto a la ocupación y las toneladas, serán la cantidad de toneladas que se transportan y el porcentaje de mercado que se es capaz de abarcar respecto al proyectado. En este caso se han considerado unas partidas algo menores que en los casos normales.

#### **-Tesorería**

La empresa (este buque) tendrá que tener un fondo suficiente como para pagar una cantidad de gastos fijos (reflejados en el apartado anterior) en un tiempo definido. Se ha considerado un total de 45 días a pagar en la tesorería. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Tesorería} = (\text{Total gastos fijos directos}/360) \cdot 45$$

De esta manera obtendremos el activo circulante, sumando la partida de tesorería y la de clientes.

#### **-Pasivo circulante**

Esta partida refleja los gastos y pagos a proveedores, el cual se calcula de una forma similar a la anterior. Supondremos un total de 60 días de gasto de combustible:

$$\text{Pasivo circulante} = (\text{Coste combustible}/360) \cdot 60$$

#### **-Fondo de maniobra**

El fondo de maniobra es la capacidad de autofinanciación de una empresa. Se calcula

**-Inversión en el fondo de maniobra**

El fondo de maniobra ha de tener en cuenta el fondo de maniobra del año anterior al que se calcula. De esta manera, se ha de restar al fondo de maniobra de un año el obtenido en el año anterior, ya que se trata de un fondo que sigue estando ahí. La excepción es el año 1, ya que no existe fondo de maniobra.

Al final del proyecto se considera que el fondo de maniobra se recupera.

De esta manera obtenemos el Cash Flow Extraoperativo del proyecto, flujo de caja no debido a el servicio que presta el buque pero si a su existencia. A continuación podemos observar una tabla con los datos definidos anteriormente. Se destaca que el precio del flete y la propia venta no pertenecen al CFE propiamente dicho, por ello la separación:

	0	1	2
Otro inmovilizado intangible (ABANDERAMIENTO)		-9.171	
<b>(1) TOTAL INMOVILIZADO INTANGIBLE</b>	<b>0</b>	<b>-9.171</b>	
<b>II. Inmovilizado material</b>			
Construcciones (CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE)	-13.756.227	-18.341.637	-13.756.227
<b>(2) TOTAL INMOVILIZADO MATERIAL</b>	<b>-13.756.227</b>	<b>-18.341.637</b>	<b>-13.756.227</b>
<b>(3) TOTAL GASTOS AMORTIZABLES (ACTIVO NO CORRIENTE) = (1) + (2)</b>	<b>-13.756.227</b>	<b>-18.350.807</b>	<b>-13.756.227</b>
Clientes por ventas y prestaciones de servicios			1.893.680
III. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes			
Tesorería (caja (efectivo) y bancos c/c)			438.627
<b>(4) TOTAL ACTIVO CORRIENTE = Existencias + Deudores comerciales + Efectivo</b>			<b>2.332.307</b>
Proveedores			22.275
<b>(5) TOTAL PASIVO CORRIENTE = Deudas a corto plazo + Acreedores comerciales</b>			<b>22.275</b>
<b>(6) FONDO DE MANIOBRA (FM) = (4) - (5)</b>			<b>2.310.031</b>
<b>(7) INVERSIÓN EN FONDO DE MANIOBRA</b>			<b>-2.310.031</b>
<b>(8) CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL PROYECTO (CFE) Ó TOTAL DE FONDOS ABSORBIDOS= (3) + (7)</b>	<b>-13.756.227</b>	<b>-18.350.807</b>	<b>-16.066.259</b>
<b>Evolución precio flete</b>			<b>45,45</b>
<b>(9) VENTAS (ingresos por fletes)</b>			<b>22.724.154</b>

3	4	5	6	7	8
2.143.823	2.667.758	2.633.875	2.512.007	2.823.405	2.864.142
452.966	474.869	666.326	500.349	522.984	538.081
2.596.789	3.142.627	3.300.201	3.012.356	3.346.389	3.402.224
28.178	41.970	46.272	49.733	58.866	65.341
28.178	41.970	46.272	49.733	58.866	65.341
2.568.611	3.100.657	3.253.928	2.962.623	3.287.523	3.336.883
-258.579	-532.046	-153.272	291.305	-324.900	-49.360
-258.579	-532.046	-153.272	291.305	-324.900	-49.360

46,77	50,02	43,90	39,15	40,33	38,19
25.725.882	32.013.100	31.606.502	30.144.087	33.880.857	34.369.710

9	10	11	12	13	14
3.070.647	3.081.087	3.302.926	4.325.181	4.853.286	3.599.860
764.577	559.630	567.583	580.235	817.460	626.065
3.835.224	3.640.718	3.870.508	4.905.416	5.670.746	4.225.925
71.222	72.646	70.467	89.493	102.917	131.734
71.222	72.646	70.467	89.493	102.917	131.734
3.764.002	3.568.071	3.800.041	4.815.923	5.567.829	4.094.191
-427.120	195.931	-231.970	-1.015.882	-751.906	1.473.638
-427.120	195.931	-231.970	-1.015.882	-751.906	1.473.638

40,94	41,08	44,04	57,67	64,71	48,00
36.847.766	36.973.048	39.635.107	51.902.173	58.239.429	43.198.317

15	16	17	18	19	20	21
3.881.198	3.875.570	4.243.749	4.379.549	4.778.088	4.825.869	3.070.647
652.552	657.262	915.148	705.055	726.796	747.696	764.577
4.533.750	4.532.831	5.158.897	5.084.603	5.504.883	5.573.565	3.835.224
129.099	129.745	140.773	145.841	158.966	162.146	71.222
129.099	129.745	140.773	145.841	158.966	162.146	71.222
4.404.651	4.403.087	5.018.124	4.938.763	5.345.917	5.411.419	3.764.002
-310.460	1.564	-615.038	79.362	-407.154	-65.502	5.411.419
-310.460	1.564	-615.038	79.362	-407.154	-65.502	9.079.746
51,75	51,67	56,58	58,39	63,71	64,34	59,84
46.574.376	46.506.836	50.924.986	52.554.585	57.337.053	57.910.423	53.856.694

### 5.5.- Cash Flow total

El Cash Flow total estará compuesto por el Cash Flow Operativo del buque y el Cash Flow Extraoperativo del buque. Para el cálculo del Cash Flow Operativo del buque, necesitamos la partida de gastos totales fijos y unas partidas a mayores:

Para el cálculo del Cash Flow Operativo sin financiación externa (este primer caso), se necesitará el cálculo del beneficio después de impuestos y de las amortizaciones anteriormente citadas.

**-Beneficio después de impuestos**

En el beneficio después de impuestos, se contabilizarán el beneficio antes de impuestos y los impuestos en si mismo. Los impuestos considerados serán de un 30% al beneficio base obtenido.

**-Beneficio antes de impuestos**

El beneficio antes de impuestos se calculará de la siguiente forma:

$$\text{BAI} = \text{MC} - \text{CF} - \text{Ccapital}$$

MC es el margen de contribución, siendo los ingresos por ventas anuales menos los costes variables, ambos reflejados en apartados anteriores. Los costes variables serán los costes de escala mas los costes de combustibles.

CF son los costes fijos, calculados anteriormente, tanto directos como indirectos. Los gastos fijos indirectos, no calculados anteriormente, tienen en cuenta un gasto fijo de oficina, ingeniería, calidad y dirección y administración, y se pueden observar a continuación. Se tratan de costes que varían con el IPRI:

Años	0	1	2	3	4
TOTAL GASTOS FIJOS INDIRECTOS (ADMINISTRACIÓN)			-633.684,29	-656.444,12	-699.495,91

5	6	7	8	9
-676.121,09	-700.968,54	-749.685,86	-778.111,45	-782.844,96

10	11	12	13	14
-772.472,26	-756.443,46	-742.827,48	-782.940,16	-811.060,76

15	16	17	18
-864.252,83	-835.372,38	-866.072,32	-926.264,34

19	20	21
-961.385,20	-967.233,63	-954.417,78

Ccapital es la amortización mas los intereses.

De esta manera obtenemos el CFO:

Años	0	1	2	3	4
(10) GASTOS VARIABLES (CV) <span style="color:red">-(10) GASTOS VARIABLES (CV) (-)</span>			-403.265	-475.630	-630.780
(11) MARGEN CONTRIBUCIÓN = (9) + (10)			22.320.890	25.250.252	31.382.320
(12) GASTOS FIJOS DESEMBOLSABLES (CF) <span style="color:red">(-)</span>			-3.509.019	-3.623.727	-3.798.949
(13) AMORTIZACIONES <span style="color:red">(-)</span>			-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747
(14) TOTAL GASTOS FIJOS = (12) + (13)			-5.618.765	-5.733.474	-5.908.696
(15) BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS (BAI) = (11) + (14)			16.702.124	19.516.778	25.473.624
(16) IMPUESTO DE SOCIEDADES <span style="color:red">(-)</span>			-5.010.637	-5.855.033	-7.642.087
(17) BENEFICIO DESPUÉS DE IMPUESTOS (BDI) = (15) + (16)			11.691.487	13.661.745	17.831.537
(18) CASH FLOW OPERATIVO (CFO) = (17) - (13)			13.801.234	15.771.491	19.941.283

5	6	7	8
-688.858	-753.848	-883.889	-981.643
30.917.644	29.390.239	32.996.968	33.388.066
-5.330.606	-4.002.794	-4.183.872	-4.304.652
-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747
-7.440.353	-6.112.540	-6.293.619	-6.414.398
23.477.291	23.277.698	26.703.349	26.973.668
-7.043.187	-6.983.309	-8.011.005	-8.092.100
16.434.104	16.294.389	18.692.344	18.881.568
18.543.851	18.404.136	20.802.091	20.991.314

9	10	11	12
-1.020.514	-1.021.201	-995.979	-1.099.819
35.827.251	35.951.847	38.639.128	50.802.355
-6.116.616	-4.477.042	-4.540.661	-4.641.879
-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747
-8.226.363	-6.586.789	-6.650.407	-6.751.626
27.600.889	29.365.058	31.988.721	44.050.728
-8.280.267	-8.809.517	-9.596.616	-13.215.219
19.320.622	20.555.541	22.392.104	30.835.510
21.430.369	22.665.287	24.501.851	32.945.257

13	14	15	16
-1.210.757	-1.404.965	-1.429.462	-1.411.452
57.028.672	41.793.352	45.144.914	45.095.385
-6.539.683	-5.008.523	-5.220.416	-5.258.093
-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747
-8.649.429	-7.118.270	-7.330.163	-7.367.840
48.379.242	34.675.082	37.814.751	37.727.545
-14.513.773	-10.402.525	-11.344.425	-11.318.263
33.865.470	24.272.558	26.470.326	26.409.281
35.975.216	26.382.304	28.580.072	28.519.028

17	18	19	20	21
-1.500.884	-1.576.900	-1.682.266	-1.705.773	-1.666.876
49.424.102	50.977.686	55.654.787	56.204.650	52.189.818
-7.321.187	-5.640.437	-5.814.366	-5.981.567	-8.194.339
-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747	-2.109.747
-9.430.934	-7.750.184	-7.924.113	-8.091.314	-10.304.085
39.993.168	43.227.502	47.730.674	48.113.336	41.885.732
-11.997.950	-12.968.251	-14.319.202	-14.434.001	-12.565.720
27.995.218	30.259.252	33.411.472	33.679.335	29.320.013
30.104.964	32.368.998	35.521.219	35.789.082	31.429.759

Por lo tanto, el Cash Flow Total es el siguiente:

Años	0	1	2	3	4
<b>(19) CASH FLOW TOTAL DEL PROYECTO SIN FINANCIAR (CFT) = (8) + (18)</b>	<b>-13.756.227</b>	<b>-18.350.807</b>	<b>-2.265.025</b>	15.512.912	19.409.238

5	6	7	8	9	10
18.390.579	18.695.441	20.477.191	20.941.954	30.510.115	22.665.287

11	12	13	14	15	16
24.501.851	32.945.257	35.975.216	26.382.304	28.580.072	28.519.028

17	18	19	20	21
30.104.964	32.368.998	35.521.219	35.789.082	31.429.759

## 5.6.- TIR, VAN y conclusiones

Al realizar el TIR del Cash Flow Total del proyecto, obtenemos un valor muy alto, de un 36%. Este valor refleja la rentabilidad que se obtiene en la inversión al renunciar la VAN. Se trata de un valor bastante alto, y muy por encima del 10% que se le exige al capital de forma habitual

En cuanto al VAN y el VAN acumulado, se obtienen valores positivos, siendo el VAN acumulado creciente con el tiempo. La inversión genera una cantidad de beneficios interesante.

El periodo de recuperación, valor que estima los años antes de la recuperación de la inversión inicial, es de 5 años, siendo de forma habitual entre 4 y 8. Se trata de una inversión con un riesgo medio.

Se tratan de valores muy optimistas, ya que se trata de un sector en construcción, no existen datos fiables para la realización de un estudio de viabilidad demasiado realista. Todo dependerá principalmente del volumen de mercado que sea capaz el buque de obtener. Esto depende principalmente de la gasificadora en la que se realice la operación y de cuántos buques con gas natural como combustible entren en el puerto.

A continuación se pueden ver los datos obtenidos al final del análisis:

Años	0	1	2	3
TIR	36,89%			
VAN (€)	133.183.131			
VAN ACUMULADO (€)	-13.756.227	-30.438.779	-32.310.701	-20.655.621
Período de recuperación (años)	5			

	4	5	6	7	8
	-7.398.850	4.020.252	14.573.341	25.081.378	34.850.954

	9	10	11	12	13	14	15
	47.790.221	56.528.671	65.116.420	75.613.794	86.034.533	92.981.818	99.823.661

	16	17	18	19	20	21
	106.030.232	111.986.339	117.808.188	123.616.191	128.936.010	133.183.131

## 5.7.- Proyecto financiado

Ahora que se ha realizado todo el caso considerando que el proyecto está sin financiar, quiere decir, que el dinero que cuesta el barco lo paga totalmente el armador, es necesario realizar un estudio a mayores con cómo sería de viable el proyecto en caso de que una entidad privada lo financiase.

Se considerará que el capital aportado por el préstamo será de un 40%, lo cual quiere decir que uno de los pagos lo realizaría una entidad privada.

El tipo de interés del crédito será de un 7,5%, valor un tanto precavido, pero razonable

Se definirá un plazo de deuda de 10 años

El corretaje y las comisiones serán fijadas al 0,10% y al 2%

Se ha supuesto que el préstamo es iniciado en el año 1, ya que el armador tiene suficiente solvencia como para pagar hasta ese momento.

Es necesario un nuevo Cash Flow Extraoperativo, llamado Cash Flow Extraoperativo del crédito, que tendrá en cuenta estos costes adicionales debido al préstamo.

### **-Entradas**

Se trata de la cantidad de dinero que le pedimos de financiación a la entidad privada. En este caso se ha supuesto un pago del 40% del valor del buque, un total de 18341637 € a devolver en 10 años

### **-Corretaje y comisiones**

Se tratan de impuestos adicionales al préstamo. En este caso, como se dijo anteriormente, se considerará un corretaje de un 0,10% y unas comisiones de un 2%, obteniendo así 18342 € y 366833 € a pagar al pedir el préstamo.

### **-Devolución de principales**

Mediante la herramienta PAGOPRIN() de OpenOffice se puede obtener un valor de la amortización del crédito. Esto sería la cantidad de dinero que hay que devolver a la entidad privada a medida que pasan los años.

Esta amortización se ha supuesto a 10 años desde que se pide el crédito. Los pagos vienen en función de la cantidad de tiempo que se disponga para el pago (los años anteriormente dichos) y el tipo de interés.

Sumando todas estas partidas obtenemos el Cash Flow Extraoperativo del Crédito.

También se ha de calcular el Cash Flow Operativo del Crédito, pagos y deudas que vienen directamente del préstamo. Para calcularlo hay que sumar los intereses mas el escudo fiscal

#### **-Intereses**

Mediante el comando PAGOINT() de Open Office se puede obtener el valor de los intereses directos a pagar a la entidad privada. Los intereses serán calculados en función de los años disponibles para el pago, el tipo de interés que se esté aceptando en el pedido del préstamo y el dinero que se pida.

#### **-Escudo fiscal**

Se trata de la cantidad de impuesto de sociedades aplicado directamente al interés. El dinero en devolución por interés a la entidad privada ha de ser libre de impuesto de sociedades, por lo que este término compensa el pago del impuesto, siendo positivo.

Con estas dos partidas obtenemos el Cash Flow Operativo del Crédito, obteniendo un Cash Flow Total del Crédito

A continuación se puede observar los datos obtenidos por el crédito:

Años	0	1	2
(20) Entradas		18.341.637	
(21) Corretaje		-18.342	
(22) Comisiones		-366.833	
(23) Devolución de principal (Amortización)			-1.296.496
<b>(24) CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL CRÉDITO = (20) + (21) + (22) + (23)</b>		17.956.462	-1.296.496
(25) Intereses			-1.375.623
(26) Escudo fiscal			412.687
<b>(27) CASH FLOW OPERATIVO DEL CRÉDITO = (25) + (26)</b>			-962.936
<b>(28) CASH FLOW TOTAL DEL CRÉDITO = (24) + (27)</b>		17.956.462	-2.259.432

3	4	5	6	7	8
-1.393.733	-1.498.263	-1.610.632	-1.731.430	-1.861.287	-2.000.884
-1.393.733	-1.498.263	-1.610.632	-1.731.430	-1.861.287	-2.000.884
-1.278.386	-1.173.856	-1.061.486	-940.688	-810.831	-671.235
383.516	352.157	318.446	282.207	243.249	201.370
-894.870	-821.699	-743.040	-658.482	-567.582	-469.864
-2.288.603	-2.319.962	-2.353.673	-2.389.912	-2.428.869	-2.470.748

9	10	11
-2.150.950	-2.312.271	-2.485.691
-2.150.950	-2.312.271	-2.485.691
-521.168	-359.847	-186.427
156.351	107.954	55.928
-364.818	-251.893	-130.499
-2.515.768	-2.564.164	-2.616.190

De esta manera, los valores totales sumando el Cash Flow Total del crédito serán los siguientes:

Años	0	1	2	3
(19) CASH FLOW TOTAL PROYECTO SIN FINANCIAR	-13.756.227	-18.350.807	-2.265.025	15.512.912
(28) CASH FLOW TOTAL CRÉDITO	0	17.956.462	-2.259.432	-2.288.603
(29) CASH FLOW TOTAL PROYECTO FINANCIADO = (19) + (28)	-13.756.227	-394.345	-4.524.457	13.224.309

4	5	6	7	8	9	10
19.409.238	18.390.579	18.695.441	20.477.191	20.941.954	30.510.115	22.665.287
-2.319.962	-2.353.673	-2.389.912	-2.428.869	-2.470.748	-2.515.768	-2.564.164
17.089.276	16.036.906	16.305.529	18.048.322	18.471.207	27.994.347	20.101.123

11	12	13	14	15
24.501.851	32.945.257	35.975.216	26.382.304	28.580.072
-2.616.190	0	0	0	0
21.885.661	32.945.257	35.975.216	26.382.304	28.580.072

16	17	18	19	20	21
28.519.028	30.104.964	32.368.998	35.521.219	35.789.082	31.429.759
0	0	0	0	0	0
28.519.028	30.104.964	32.368.998	35.521.219	35.789.082	31.429.759

A continuación podemos ver los valores finales y las conclusiones del proyecto financiado:

Años	0	1	2	3
TIR	47,50%			
VAN	177.569.026			
VAN ACUMULADO	-13.756.227	-14.122.561	-18.027.080	-7.425.402
Período de recuperación	4			

4	5	6	7	8
5.301.590	16.396.486	26.875.925	37.651.502	47.896.208

9	10	11	12	13	14
62.319.855	71.940.974	81.672.154	95.280.308	109.084.477	118.488.639

15	16	17	18	19	20	21
127.952.563	136.725.463	145.328.407	153.921.287	162.681.162	170.880.166	177.569.026

Como se puede observar, tanto el TIR como el VAN son valores mayores que en el proyecto sin financiar.

El TIR es de un 47,5%, valor quizá muy alto debido a las premisas iniciales consideradas. Se trata de un valor más que aceptable, ya que supera con creces el 10% que se le exige al capital.

El VAN y VAN acumulado, como anteriormente, es creciente en el tiempo, y se trata directamente del VAN del proyecto no financiado menos el gasto por el crédito. Se tratan de valores aceptables y normales en un proyecto viable con buena inversión.

El periodo de recuperación es de 4 años, uno menor que en el proyecto sin financiar. Es un resultado lógico comparado con el resultado del proyecto sin financiar. Según el Plan General de Contabilidad, un valor de recuperación normal sería la mitad del plazo del crédito, lo cual se cumple con este valor.

A continuación podemos ver una tabla comparativa con el proyecto sin financiar y el proyecto financiado:

<b>Concepto</b>	<b>PSF</b>	<b>PF</b>
TIR	36,89%	47,50%
VAN (€)	133.183.131	177.569.026
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	5	4

Como podemos observar directamente en la tabla, el proyecto financiado sería una mejor elección, ya que se obtienen menos riesgos y una recuperación mayor.